



T.C.
NİĞDE ÖMER HALİSDEMİR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

AMBALAJ KAPLARININ BALIN BİYOKİMYASAL YAPISINA ETKİSİ

MEHMET TUNCER

Ağustos 2018

M. TUNCER, 2018

YÜKSEK LİSANS TEZİ

NİĞDE ÖMER HALİSDEMİR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

T.C.
NİĞDE ÖMER HALİSDEMİR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

AMBALAJ KAPLARININ BALIN BİYOKİMYASAL YAPISINA ETKİSİ

MEHMET TUNCER

Yüksek Lisans Tezi

Danışman
Prof. Dr. Ethem AKYOL

Ağustos 2018

Mehmet TUNCER tarafından **Prof. Dr. Ethem AKYOL** danışmanlığında hazırlanan “**Ambalaj Kaplarının Balın Biyokimyasal Yapısına Etkisi**” adlı bu çalışma jürimiz tarafından Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Prof.Dr. Ethem AKYOL, Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi



Üye : Dr. Öğretim Üyesi Rıfat BATTALOĞLU, Niğde Ömer Halisdemir Üniv.



Üye : Dr. Öğretim Üyesi Alaeddin YÖRÜK, Osmaniye Korkut Ata Üniv.



ONAY:

Bu tez, Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunca belirlenmiş olan yukarıdaki jüri üyeleri tarafından .../.../2018 tarihinde uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulu’nun .../.../2018 tarih ve sayılı kararıyla kabul edilmiştir.

..... /..... /2018

Doç. Dr. Murat BARUT
MÜDÜR V.

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin bilimsel ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.



Mehmet TUNCER

ÖZET

AMBALAJ KABLARININ BALIN BİYOKİMYASAL YAPISINA ETKİSİ

TUNCER, Mehmet

Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Biyoloji Anabilim Dalı

Danışman : Prof. Dr. Ethem AKYOL

Ağustos 2018, 49 Sayfa

Bu çalışma, ambalaj kaplarının balın kimyasal yapısına etkisini belirlemek amacıyla Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesinde yürütülmüştür. Beşerli gruplar halinde 1 yıl süre ile bekletilen balların niteliklerini belirlemek için Serbest asitlik, pH, Kül, HMF, Biriks, Diastaz sayısı, Toplam Fenolik madde miktarı ve İvert şeker içerikleri incelenmiştir. Plastik, Cam, Teneke ve Pet ambalaj kablarda bekletilen ve Kontrol gurubu balların ortalama serbest asitlik değeri $19,534 \pm 0.54$ meq/kg, Ortalama pH değerleri $3,880 \pm 0.38$ olarak belirlenmiştir. Grupların ortalama kül değerleri %0,13 olarak, ortalama HMF değerleri ise 15.518 ± 0.83 mg/kg, ortalama Diastaz sayısı değerleri ise 12.417 ± 0.80 olarak belirlenmiştir. Gruplar arasındaki farklılıkları belirlemek amacıyla yapılan Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre Serbest asitlik, pH, Kül, HMF bakımından gruplar arasındaki farklılık istatistiki olarak önemli ($P < 0.01$) bulunurken Diastaz sayısı bakımından gruplar arasındaki farklılık önemsiz ($P \geq 0.05$) bulunmuştur. Yapılan çalışma, oda sıcaklığında bir yıl süre ile çeşitli ambalaj kaplarında bekletilen balların yapısında istatistiki olarak önemli değişimlerin olmasına rağmen bu değişimin Türk Gıda Kodeksi bal tebliği ile AB stadartları içerisinde kaldığını bu nedenle güvenle tüketime uygun olduğunu göstermiştir.

Anahtar Sözcükler: Bal, Ambalaj kablari, Bal kalitesi, Diastaz sayısı, HMF

SUMMARY

THE EFFECT OF PACKAGING MATERIALS ON THE BIOCHEMICAL STRUCTURE OF HONEY

TUNCER, Mehmet
Niğde Ömer Halisdemir University
Institute of Science and Technology
Department of Biology

Supervisor : Prof. Dr. Ethem AKYOL

August 2018, 49 pages

This study was carried out at Niğde Ömer Halisdemir University in order to determine the effect of packaging containers on the chemical structure of honey. Free acidity, pH, Ash, HMF, Biriks, Diastasis, Total Phenolic Substance and Invert sugar contents were examined to determine the properties of the beverages which were kept in groups for 1 year. According to the obtained results, Average free acidity of all groups were determined as $19,534 \pm 0.54$ meq / kg and the average pH value was measured as $3,880 \pm 0.38$. The overall average ash values of the groups were determined as 0.13%. The mean HMF values of all groups were calculated as 15.518 ± 0.83 mg / kg. and the mean diastase number of all groups was determined as 12.417 ± 0.80 . The differences between the groups was found to be statistically significant ($P = <0.01$) in terms of free acidity, pH, Ash, HMF according to Duncan multiple comparison test results. The difference between the groups was found to be insignificant ($P \geq 0.05$) in term of diastase number. Results of this study showed that despite the significant changes in the statistical structure of the varieties of beverages kept in various packaging containers for one year at room temperature, the fact that this change is within the EU standard and the Turkish Food Codex honey certificate indicates that it is safe to consume.

Keywords: Honey, Packaging container, Honey quality, Diastase number, HMF

ÖN SÖZ

Bu yüksek lisans tez çalışması, Ambalaj Malzemesinin Balın Biyokimyasal Yapısına Etkisinin Belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür.

Yüksek lisans tez konumun belirlenmesinde ve çalışmanın her aşamasında bana her türlü desteği sağlayan, değerli fikir ve katkılarıyla ışık tutan ve yönlendiren danışman hocam, Sayın Prof. Dr. Ethem AKYOL'a, toplanan balların biyokimyasal analizlerinde desteklerini esirgemeyen N.Ü. Fen Edebiyat Fakültesi Dr. Öğretim Üyesi Rıfat BATTALOĞLU'na, en zor çalışma anlarımda yanımda destek olan ve desteğini hiçbir zaman çekmeyeceğine inandığım değerli aileme, bal örneklerinin toplanması esnasında yardımlarını esirgemeyen Niğde ili Arı Yetiştiricileri Birlik başkanı sayın Mustafa ÜNAL'a teşekkür ederim. Bu çalışmaya **FEB 2016/19** numaralı proje ile destek sağlayan Niğde Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimine (BAP) ve çalışanlarına katkılarından dolayı teşekkürlerimi sunuyorum.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
SUMMARY	v
ÖN SÖZ	vi
İÇİNDEKİLER DİZİNİ	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ	x
FOTOĞRAFLAR VB. MALZEMELER DİZİNİ	xi
SİMGE VE KISALTMALAR	xii
BÖLÜM I_GİRİŞ	1
BÖLÜM II_GENEL BİLGİLER	5
2.1 Balın Fiziksel Yapısı.....	5
2.1.1 Viskozite.....	5
2.1.2 Renk.....	5
2.1.3 Elektriksel iletkenlik.....	5
2.1.4 Özgül ağırlık ve yoğunluk	6
2.1.5 Balın kristalizasyonu (Şekerlenmesi, Granülasyonu).....	6
2.1.6 Higroskopik özellik	7
2.2 Balın Kimyasal Yapısı ve Özellikleri	7
2.2.1 Nem içeriği	9
2.2.2 pH değeri ve asitliği.....	9
2.2.3 Kül içeriği	9
2.2.4 Enzim içeriği	10
2.2.5 HMF (Hidroksimetilfurfural)	10
2.3 Balın Sağlık Açısından Önemi	12
2.4 Balın Pazarlamaya Kadar Olan Evreleri	13
2.5 Önceki Çalışmalar.....	13

2.5.1 Balın biyokimyasal analizi hakkında yapılan çalışmalar	13
BÖLÜM III_MATERYAL VE METOT.....	21
3.1 Materyal.....	21
3.1.1 Bal örneklerinin temin edilmesi.....	21
3.1.2 Araştırmada kullanılan kimyasallar ve cihazlar	21
3.2 Metot.....	22
3.2.1 Örnek balların biyokimyasal analize hazırlanması.....	22
3.2.2 pH analizleri ve asitlik değerleri.....	23
3.2.3 Nem ve kuru madde analizleri.....	23
3.2.4 Kül analizi	24
3.2.5 Diastaz analizi	24
3.2.6 Fenolik madde içeriği tesbiti	24
3.2.7 HMF (Hidroksimetilfurfural) analizi.....	24
3.2.8 İnvvert şeker analizi	25
3.2.9 Sakkaroz tayini	26
BÖLÜM IV_BULGULAR VE TARTIŞMA	27
4.1 Serbest Asitlik ile İlgili Bulgular	27
4.2 pH ile İlgili Bulgular.....	28
4.3 Kül Analiz Sonuçları	30
4.4 Hidroksimetil Furfural (HMF) Analiz Sonuçları.....	31
4.5 Briks Değeri Bakımından Analiz Sonuçları	32
4.6 Diastaz Sayısı Bakımından Analiz Sonuçları	33
4.7 Toplam Fenolik Madde Bakımından Analiz Sonuçları	35
4.8 İnvvert Şeker Analiz Sonuçları.....	36
BÖLÜM V_SONUÇ VE ÖNERİLER	38
KAYNAKLAR	39
ÖZ GEÇMİŞ	49

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Dünyadaki önemli bal üreticisi ülkeler.....	2
Şekil 1.2. Türkiye'nin yıllar itibariyle bal üretimi	3
Şekil 2.1. Balın bileşenleri.....	8
Şekil 2.2. Dehidrasyona uğrayan heksozların HMF oluşturması	11



ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. Çiçek ve salgı ballarının bileşenleri.....	8
Çizelge 2.2. Sıcaklık artışının HMF, diastaz ve invertaz düzeyine etkisi	12
Çizelge 2.3 Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği'nde (2012/58) bulunan balın özellikleri ...	18
Çizelge 2.4. Çiçek ve çam ballarında bulunan Diastaz oranındaki değişimler.....	20
Çizelge 4.1. Serbest asitlik analiz sonuçları	28
Çizelge 4.2. pH analiz sonuçları	29
Çizelge 4.3. Kül analiz sonuçları	30
Çizelge 4.4. HMF analiz sonuçları	32
Çizelge 4.5. Briks değeri bakımından analiz sonuçları	33
Çizelge 4.6. Diastaz sayısı bakımından analiz sonuçları	34
Çizelge 4.7. Toplam Fenolik madde bakımından analiz sonuçları.....	35
Çizelge 4.8. İnvirt şeker bakımından analiz sonuçları	36

FOTOĞRAFLAR VB. MALZEMELER DİZİNİ

Fotoğraf 2.1. Kristalleşmiş bal.....	6
Fotoğraf 3.1. Oda sıcaklığında muhafaza edilen bal örnekleri	21
Fotoğraf 3.2. Çalışmada kullanılan bal örnekleri	23



SİMGE VE KISALTMALAR

Kısaltmalar	Açıklama
TGK	Türkiye Gıda Kodeksi
HMF	Hidroksimetilfurfural
PVC	Polivinilchlorür
HCL	Hidrojenklorür
WTW	pH Metre Cihazı
UV-VIS	Spektrofotometre
NaOH	Sodyumhidroksit

BÖLÜM I

GİRİŞ

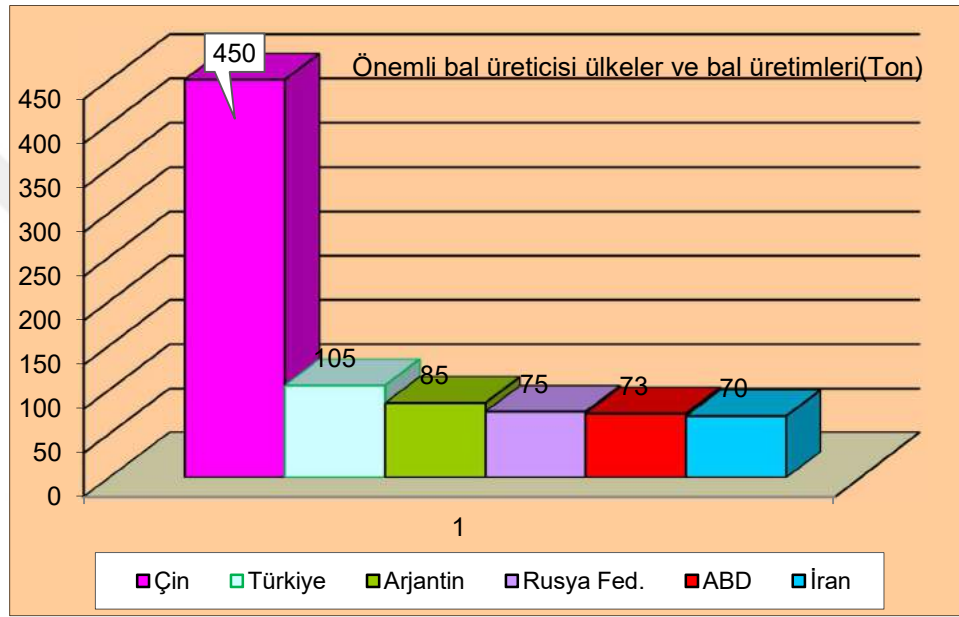
Bal arıları (*Apis mellifera L.*) koloni halinde yaşayan sosyal böceklerdir. Genel bir tanım olarak arıcılık ise, bal arısını kullanarak, insanların yaşamları boyunca beslenme, sağlık ve korunma amacı ile kullandıkları bal, balmumu, polen, arı sütü, propolis ve arı zehiri gibi ürünlerle birlikte, ana arı, oğul arı ve paket arı gibi canlı materyal üretmek ve daha da önemlisi bitkilerin tozlaşmasını sağlamak amacı ile yapılan tarımsal bir faaliyettir. Bal arılarından elde edilen ürünlerin beslenme ve ekonomideki değerinin yanında, bitkisel üretimin olmazsa olmazlarından olan polinasyondaki önemli rolleri nedeniyle sağlamış olduğu faydalar göz önüne alındığında arıcılık tarımsal üretimin vazgeçilmez bir parçası olarak kabul edilmektedir (Fıratlı vd., 2000).

Türkiye uygun ekolojik yapısı, coğrafik konumu ve zengin bitki örtüsü ile arıcılık için oldukça elverişli bir yapıya sahiptir. Ülkemiz bu uygun yapısı ile koloni sayısı bakımından yaklaşık 7.7 milyon kolonisi ve bal üretimi bakımından yaklaşık 107 bin ton bal üretimi ile her iki alanda da Çin'den sonra ikinci sırada yer almaktadır (TUİK, 2016). Arıcılık toprağa bağımlı olmaması nedeniyle köyde ya da kentte yaşayan her insanın rahatlıkla yapabileceği sosyo-ekonomik önemi büyük bir tarımsal iş koludur (Akyol ve Kaftanoğlu, 2001). Türkiyede yaklaşık 84 bin aile arıcılık yaparak hem arı ürünlerinin üretimini yapmakta hemde bitkilerin polinasyonuna katkı sağlamaktadır (TUİK, 2016). Dünyadaki arıcılık faaliyetleri açısından FAO'nun 2016 yılı istatistikleri incelendiğinde dünyada toplam 80.910.087 adet bal arısı kolonisinin olduğu, bu kolonilerden toplam 1.663.799 ton bal üretildiği ve koloni başına ortalama 20.06 kg bal hasat edildiği görülmektedir.

Arıcılık faaliyeti sonucu üretilen temel ürün olan bal, geçmişten günümüze insanlar tarafından gerek besin maddesi olarak gerekse sağlık alanında kullanılan bir arıcılık ürünü olmuştur. Son yıllarda arı sütü, polen, arı zehiri ve propolis gibi bal dışındaki arıcılık ürünleri üzerine yapılan çalışmalar bu ürünlerin önemini ortaya koymuş olup her geçen gün bu ürünlerin gerek besin olarak gerekse sağlık alanında kullanımı hızla artmaktadır. Bal bitkilerde bulunan nektar ve salgının ya da bitkinin canlı kısımlarından beslenen böceklerin oluşturduğu salgıların bal arısı (*Apis mellifera*) tarafından toplanıp, bal arısının

kendine özgü bazı maddelerle karıştırıp petek gözlerine depolayıp olgunlaştırdığı bir besin maddesi olarak tanımlanabilir.

Türk Gıda Kodeksine (TGK) göre bal, bitkide bulunan nektarın bitkinin canlı kısımlarının oluşturduğu salgıların ya da bitki üzerinde yaşayan bitki öz suyu emici böceklerin oluşturduğu salgıların bal arısı tarafından toplanıp daha sonra bal arısının kendine has maddelerle karıştırıp yapısını değiştirdiği ve petek gözlerinde saklayıp olgunlaştırdığı arı ürünüdür (Anonim, 2012).



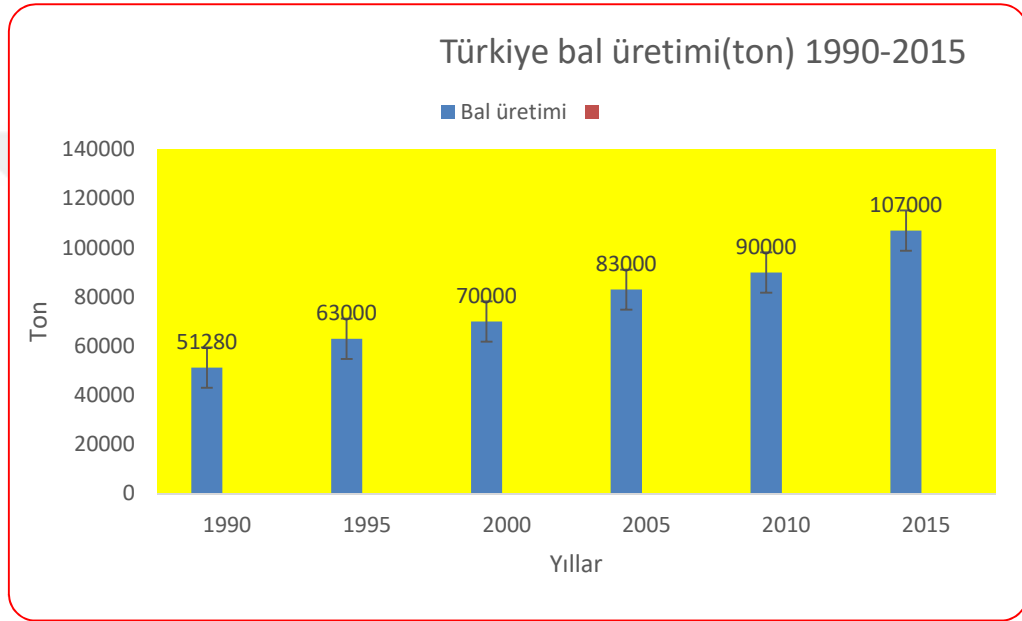
Şekil 1.1. Dünyadaki önemli bal üreticisi ülkeler

Bal'ı çiçek balı ve salgı balı olmak üzere ikiye ayırabiliriz. Çiçek balı, bal arıları tarafından bitkinin çiçeklerinde bulunan nektaryumlar tarafından üretilen nektarın toplanması ve bal arısının kendine özgü maddelerle karıştırması ve petek gözlerinde depolamasıyla oluşturulan gıda maddesidir. Salgı balı ise çiçek dışında tatlı salgıların ya da bitki üzerinde yaşamlarını sürdüren ve bitki öz suyu ile beslenen diğer canlıların salgılarının bal arısı tarafından toplanıp kendine özgü bir takım enzimlerle karıştırması ve petek gözlerinde depolaması sonucu oluşan üründür (Şahinler vd., 2009; Sorkun, 2008; Sunay, 2006).

Geçmişten günümüze insanoğlunun önem verdiği besin maddelerinden biri olan bal; içerisinde bulunan yüksek miktardaki glikoz ve früktoz şekerleri sayesinde antikçağlarda mutfaklarda tatlandırıcı olarak kullanılmıştır. Yalnızca antikçağ mutfağının tatlandırıcısı

değil antikçağ tıbbi ve eczacılığında temel maddesi olarak kabul görmüştür. Günümüzde ise bal, besin maddesi ve tıbbi alanda kullanımı devam eden önemli bir arı ürünüdür (Naskali Gürsoy, 2013).

Ülkemizde 1990 yılında yaklaşık 3.5 milyon koloni ile 51 bin ton bal üretilirken bugün yaklaşık 7.7 milyon koloniden 107 bin ton bal üretilmektedir (Anonim, 2013). Ülkemizde yıllar itibariyle koloni sayısı ve bal üretimi her geçen gün artmakta birlikte koloni başına verim (14 kg) dünya ortalamasının (20,6 kg) oldukça altındadır.



Şekil 1.2. Türkiye'nin yıllar itibariyle bal üretimi

Günümüzde üretilen balların çeşitlendirilmesinde balın içerdiği polen çeşitliliğine göre ayırım ve çeşitlendirme yapılmaktadır. Balın içerdiği polen daha çok bir çiçekten geliyorsa monofloral (tek baskın çiçek), birden fazla polen çeşidi barındırıyorsa polifloral (aralarında baskın olmayan çiçek) olarak adlandırılmaktadır (Pehlivan, 2015).

Piyasada satılmakta olan monofloral (tek çiçekten elde edilen) balların bir çiçeğe ait ve fark edilebilir aromaya sahip olması gerekmektedir. Aksi takdirde ürünün bir çiçek ismi ile ambalajlanması ve satılması yasaktır. Bal içerisinde bulunan polen miktarı %45 ve üzeri oranda tek bitkiden geliyorsa monoflora olarak isimlendirilir ve bal baskın polenin geldiği çiçek ismi ile isimlendirilir. Bal içerisinde bulunan bir çiçeğe ait polen oranı %45 in altında kalıyorsa bu ballar polifloral ballar olarak isimlendirilir ve bu ballar bölge, yer ya da coğrafya adı ile isimlendirilir ve satışa sunulur (Sunay, 2006b).

Türkiye coğrafi bölgeler ayrımına göre yedi bölgeden oluşmaktadır ve her bölge kendine has iklim yapısı ve bitki çeşitliliğine sahiptir (Akyol ve Kaftanoğlu, 2001; Kandemir vd., 2006; Kekeçoğlu ve Soysal, 2010). Dört mevsimin aynı anda yaşanabiliyor olması, farklı iklim yapısına ve yıl boyunca çiçek açan bitkilere sahip olması, her dem yeşil çam ormanlarını bulundurması, endüstriyel bitki çeşitlerinin üretiminin yapıyor olması ve zengin bir doğal bitki florasına sahip olması Türkiye'nin arıcılık ve bal üretiminde oldukça şanslı bir ülke olduğunu göstermektedir (Kekeçoğlu vd., 2007).

Bal içeriği incelendiğinde insan sağlığını olumlu yönde etkileyecek birçok bileşen bulunduğu tesbit edilmiş olup, bu bileşenler balın üretildiği bitki ve coğrafyaya göre farklılık göstermektedir. Ballar asidik yapısı ve antibakteriyel özellikleri nedeniyle uygun şartlarda muhafaza edildiklerinde yapılarında herhangi bir değer kaybı olmadan uzun yıllar korunabilmektedir. Dünyada ticarete konu olan balların büyük bir çoğunluğu süzme bal olarak kullanılmakta olup bu ballar metal, plastik cam ve petten yapılmış ambalaj malzemelerinde muhafaza edilmektedir.

Yürüttüğümüz bu çalışma ambalaj malzemesi olarak kullanılan (metal, cam, plastik, pet) ambalaj malzemesinin balların biyokimyasal yapısı üzerine olumlu veya olumsuz bir etkisinin olup olmadığını belirlemek amacıyla Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji bölümünde 2015-2017 yılları arasında yürütülmüştür.

BÖLÜM II

GENEL BİLGİLER

2.1 Balın Fiziksel Yapısı

Bal kalitesinin belirlenmesinde kullanılan temel fiziksel özellikler; viskozite, renk, elektriksel iletkenlik, özgül ağırlık ve yoğunluk, kristalleşmesi ve higroskopik özelliği şeklindedir.

2.1.1 Viskozite

Bal içerisinde bulunan şeker yoğunluğu ve nem oranı balın viskozitesinin belirlenmesini sağlar. Kıvamı yoğun olan ballar daha az akışkan olup viskozitesi yüksektir (Bilgen Çınar, 2010). Yüksek viskoziteye sahip balların akışkanlığını artırmak için yüksek ısı işlem uygulanması yapılarak viskozite düşürülür ve bu şekilde akışkanlığıda artırılmış olur (Şahinler vd., 2009).

2.1.2 Renk

Bal üretiminde arılar birçok çiçekten polen ve nektar alır. Polen ve nektarın topladığı bitkiye göre balın sahip olduğu renk, berrak su renginden kahverenginin koyu tonlarına kadar farklılık göstermektedir (Anonim, 2005). Berrak renge sahip balların su içerisinde çözünen renk pigmenti, yağ içerisinde çözünenden daha fazla olurken renk koyuluğu arttıkça durum tersi yönde yani yağ içerisinde çözünen renk pigmenti oranı artış gösterir. Yağ içerisinde çözünen renk pigmentleri karotenoidlerdir (Ötleş, 1995). Karotenoidler dışında flavonoidler, terpenler, polifenoller bal içerisinde bulunur. Balın renk koyuluğundaki artış balın sahip olduğu mineral madde miktarının artmasının göstergesidir (Şahinler vd., 2009; Karadal ve Yıldırım, 2012).

2.1.3 Elektriksel iletkenlik

Balın sahip olduğu kül miktarı elektriksel iletkenliği pozitif yönde etkiler. Salgı ballarının kül miktarının çiçek ballarından fazla olması, salgı ballarının çiçek ballarına göre daha yüksek elektriksel iletkenliğe sahip olduklarını gösterir (Bilgen Çınar, 2010). Salgı

ballarının sahip olduğu kül miktarı % 0,5'den daha fazla olup 0,8 mS/cm⁻¹ elektriksel iletkenlikleri vardır (Anonim, 2005).

2.1.4 Özgöl ağırlık ve yoğunluk

Yoğunluk maddenin birim hacimdeki ağırlığıdır. Maddenin birim hacimdeki ağırlığı ile aynı hacimde bulunan suyun belirli bir sıcaklıktaki oranına özgöl ağırlık denir. Balda bulunan yoğunluk ve özgöl ağırlık, bulunduğu ortamın sıcaklık değerine, bal yapısında bulunan nem miktarına ve baldaki şeker miktarına göre değişim gösterir (Bilgen Çınar, 2010).

2.1.5 Balın kristalizasyonu (Şekerlenmesi, Granülasyonu)

Bal yapısında bulundurduğu glikoz ve früktoz monosakkaritleriyle ve sakkaroz şekerinden dolayı oldukça yoğun ve doyurulmuş bir çözeltilidir. Sahip olduğu viskozite, muhafaza edilen ortam sıcaklığı, yapısında bulunan diğer maddeler balın kristalize olmasında etkili rol oynar (Mutlu vd., 2017).



Fotoğraf 2.1. Kristalleşmiş bal

Balın yapısında bulunan glikoz kristalleşmeye başlayarak balın şekerlenmesine yol açar. Kristalleşmenin başlamasındaki süre zarfı früktoz/glikoz ve glikoz/su oranlarına göre farklılık göstermektedir. Bir balın früktoz/glikoz oranı 1,33'den yüksek ise kristalleşme uzun süre gerçekleşmez iken 1,1'den düşük bir orana sahip ise kristalleşme süresi azalır

ve kristalleşme hızı artar. Glikoz/su oranında ise 1,7'nin altında olması kristalleşme süresinin uzamasına yol açarken, 2,0'dan yüksek olması süreci kısaltır (Akyol vd., 2016, Çakır, 2015). Kristalize olmuş bal, balın dolun ve paketlenme işlemini zorlaştırmakta ve tüketicinin beklentisini karşılamamaktadır (Mutlu vd., 2017).

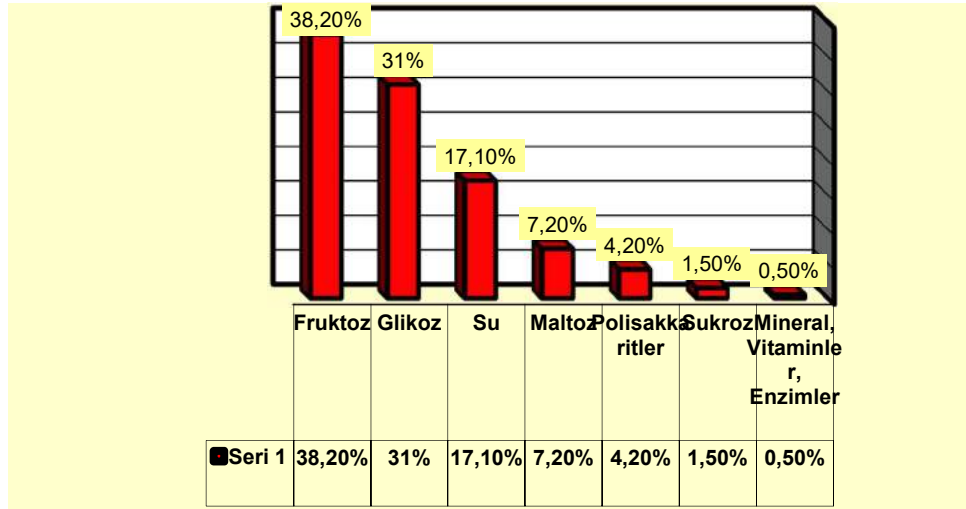
Bal yapısında bulunan glikoz miktarının azalması ve su aktivitesinin artması sonucunda maya hücreleri bal yapısında meydana gelir ve fermantasyona sebep olur (Ateş, 2014). Kristalleşme görülen ballar muhafaza edildiği kab içerisinde Benmari yöntemi ile sıcak su banyosunda ısıtılır. Isıtma sonucunda bal yapısında bulunan, bal arıları tarafından toplanan ve toplandığı bitkinin aromasını veren aromatik yağ asitleri kaybolabilir (Pehlivan, 2015). Balın fermantasyona uğramaması için, bal yapısında bulunan su oranının % 15 - % 18 olması gerekir. Dünya standartlarında ise nem miktarının %20'den fazla olmaması şeklindedir (Doğan, 2013).

2.1.6 Higroskopik özellik

Bal aşırı doymuş bir çözelti olması nedeniyle havada bulunan nemi kendine çekme özelliğine diğer bir ifade ile higroskopik bir özelliğe sahiptir. Havada bulunan nem miktarı ile bal yapısındaki nem miktarı eşitlenene kadar bal havadan nem almaya devam etmektedir (Korkmaz, 2013). Balın bulunduğu ortamın nem miktarı %55-60 iken balın sahip olduğu nem oranı % 17 - 18'dir. Bu özelliğinden dolayı bal açık ortamda bulunursa sürekli dışardan nemçeker ve orijinal yapısını kaybetmesi hızlanır (Akyol vd., 2016b).

2.2 Balın Kimyasal Yapısı ve Özellikleri

Balın kimyasal yapısının ve kalitesinin değerlendirilmesinde kullanılan faktörler; balın nem içeriği, pH değeri ve asitliği, kül içeriği, enzim aktivitesi, hidroksi metil furfural(HMF) içeriğidir (Bogdanov vd., 2008). Bal içeriğinin ortalama % 17 - 20 nem %76-80 şeker. Bal elde edildiği bitkiye göre çiçek balı ve salgı balı olarak ayrılmaktadır (Sorkun vd., 2014). Çiçek balı ve salgı balının kimyasal madde içeriği balı oluşturan maddeler hakkında genel bilgi vermektedir (Mutlu vd., 2017).



Şekil 2.1. Balın bileşenleri

Çizelge 2.1. Çiçek ve salgı ballarının bileşenleri (Gül, 2008; Mutlu vd., 2017)

Bileşenler	Çiçek Balı			Salgı Balı		
	Ortalama	En az	En çok	Ortalama	En az	En çok
Su (%)	17.20	13.40	22.90	16.30	12.20	18.20
Fruktoz (%)	38.19	27.25	44.26	31.80	23.91	38.12
Glikoz (%)	31.28	22.03	40.75	26.08	19.23	31.86
Sakkaroz (%)	1.310	0.250	7.570	0.800	0.440	1.140
Maltoz (%)	7.310	2.740	15.98	8.800	5.110	12.48
Yüksek Şekerler (%)	1.500	0.130	8.490	4.700	1.280	11.50
pH	3.910	3.420	6.100	4.450	3.900	4.880
Serbest Asitlik	22.03	6.750	47.19	49.07	30.29	66.02
Lakton	7.110	0.000	18.76	5.800	0.360	14.09
Toplam Asitlik	29.12	8.680	59.49	54.88	34.62	76.49
Kül Miktarı (%)	0.169	0.020	1.028	0.730	0.212	1.185
Azot (%)	0.041	0.000	0.133	0.100	0.047	0.223
Diyastaz	20.80	2.100	61.20	31.90	6.700	48.40
Bilinmeyen Maddeler (%)	3.100	0.000	13.20	10.10	2.700	22.40

2.2.1 Nem içeriği

Bal yapısında bulunan nem miktarının az olması, balın uzun süre herhangi bir bozulmaya uğramadan muhafaza edilmesine yardımcı olmaktadır. Balın sahip olduğu nem oranının % 20'nin altında olması fermantasyon oluşumuna izin vermezken, % 20'nin üzerinde olması durumunda fermantasyon oluşumu hızlanmaktadır (Çetin, 2011).

2.2.2 pH değeri ve asitliği

Bal asidik bir yapıya sahip olup pH değeri 3.20 - 4.50 arasında değişim göstermektedir. Bal yapısında bulunan asitlik, balın sahip olduğu çeşitli bitki nektarlarının enzim etkisi ile glüktonlakton/glükonik asidi oluşturması sonucu açığa çıktığı bilinmektedir (Haroun, 2006). Bal pH'nın düşük olması bal içerisinde bakteri oluşumunu engellemekte ve bala antioksidant, antibakteriyel özellik katmaktadır (Sorkun vd., 2014). Bal içerisinde bütirik, sitrik, laktik, formik, asetik, malik, süksinik, glikonik, oksalik, kaprik, tannik, valarik ve tartarik asitlerini bulundurmaktadır. Bal yapısına arılar tarafından eklenen formik asit balın olgunlaşmasını sağlar (Arslan, 2008).

Bal ile yapılan çalışmalarda, bal yapısında bulunan mayalar şekeri alkole dönüştürmektedir. Bu dönüşümden dolayı serbest asitlikte artış görülür (Ceylan, 2016). Serbest asitlik miktarı 1 kg'da 50 meq'den fazla olmamalıdır (Haroun, 2006).

2.2.3 Kül içeriği

Balın sahip olduğu kül içeriği, nektar ve polen toplanan bitkilere göre farklılık göstermektedir. Salgı ve çiçek balları incelendiğinde en çok kül içeriğinin çam balında bulunduğu belirlenmiştir (Crane, 1975).

Marinova vd.(2008), tarafından yapılan çalışma sonucunda kül içeriği miktarı % 0.365 - 0.709 olarak bildirilirken, Soria vd.(2004), tarafından yapılan çalışmada kül içeriği miktarı % 0.003 - 0.999 aralığında olduğu bildirilmiştir. Bal içerisinde bulunan kül içeriğinin artması, balın tadının acı olmasına yol açmaktadır (Bilgen Çınar, 2010). Bal sahip olduğu mineral maddeler K, Na, Ca, Fe, Mn, Cl, Mg, Cu, P, I, SO₂, S'dir (Ceylan, 2016).

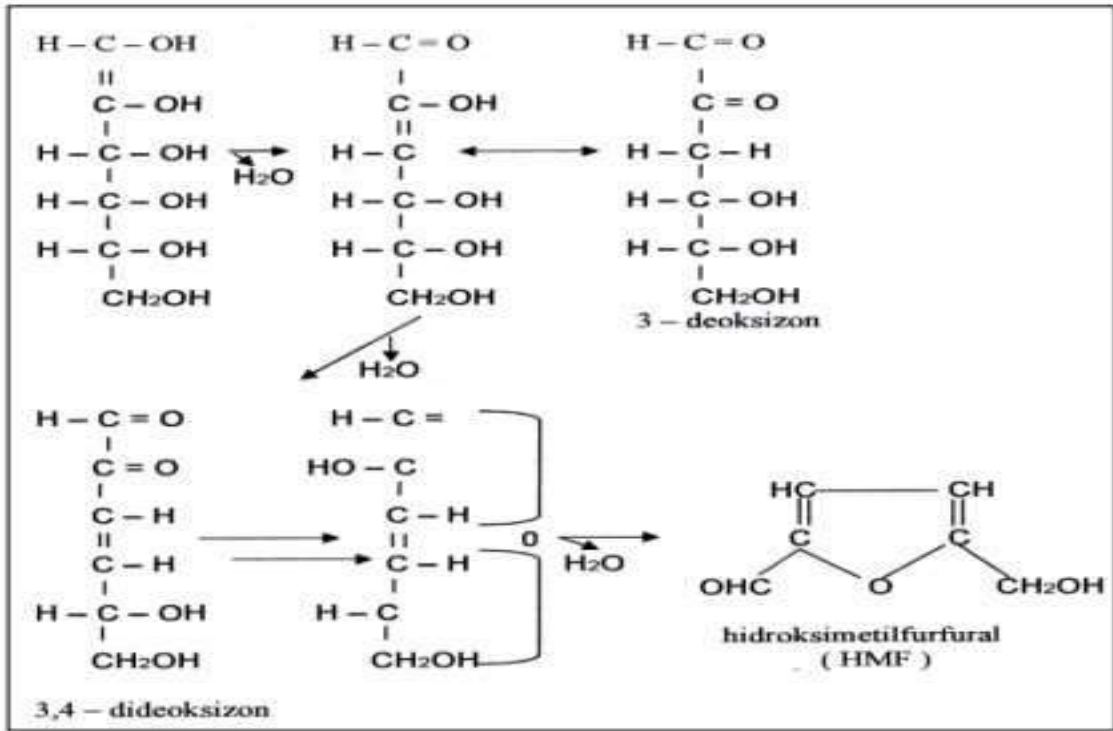
2.2.4 Enzim içeriği

Bal yapısında birçok enzim bulunmaktadır. Bunlardan invertaz (α glikozidaz), diastaz (α e β amilaz), fosfataz, katalaz ve glukoz oksidaz balın en çok sahip olduğu enzimlerdendir. Enzimler bal yapısına bitkilerden elde edilen polen ve nektar ile katılır. Ayrıca bal arısını sahip olduğu sindirim bezleri ve yutak üstü bezler tarafından salgılanarak bal yapısına katılır (Korkmaz, 2013, Akyol vd., 2016a).

Bal yapısında bulunan enzimlerin aktivitesi, işleme, uzun süreli saklama ve ısıtma işlemlerinden dolayı düşebilir (Bilgen Çınar, 2010). Bal yapısında bulunan enzimlerden diastaz, nişastayı hidroliz ederek maltoza çevirir. Balın her hangi bir ısı işlemine tabi olması durumunda, balda bulunan diastaz enziminin parçalanmasına sebep olur (Ötleş, 1995). Glukoz oksidaz enzimi glukozu etki eder, etkileşim sonucunda hidrojen peroksit ve glukonik asit tepkimelerini gerçekleştirir (Korkmaz, 2013). İvertaz enzimi balda bulunan sakkaroz disakkaritini früktoz ve glukozu dönüştürür (Saldamlı, 1998).

2.2.5 HMF (Hidroksimetilfurfural)

HMF, üretilen balların işleme esnasında uğradıkları sıcaklığın, muhafaza koşullarının ve kalitesinin belirlenmesi için uygulanan indikatördür (Kahraman, 2012). HMF gıdalara etki eden ısıtma işlemi (maillard yöntemi) sonucunda, indirgen yapıya sahip olan şekerlerin aminoasitlerle birlikte meydana getirdikleri, enzimatik özelliğe sahip olmayan esmerleşme reaksiyonu sonucu oluşur. Esmerleşme reaksiyonları, asit katalizörlüğünde heksozların dehidrasyonudur (Korkmaz, 2013, Akyol vd., 2016b).



Şekil 2.2. Dehidrasyona uğrayan heksozların HMF oluşturması (Belitz ve Grosch, 1999)

Bala yapılan sıcaklık artışı etkisinin boyutları, 10°C'lik sıcaklık artışında 4 kat daha fazla reaksiyon hızı şeklinde meydana geldiği görülmektedir (Burdurlu ve Karadeniz, 2002).

Bal muhafazası için kullanılan saklama kablarının kullanıldığı malzemenin metal olması ya da ışık geçirgenliğine sahip olmasından dolayı HMF artışına sebep olabilir (Karadal ve Yıldırım, 2012). Alimentariu Kodeksi tarafından belirlenen balda bulunabilecek en yüksek HMF değeri 4/100 mg/gr şeklindedir (Sorkun vd., 2014).

Çizelge 2.2. Sıcaklık artışının HMF, diastaz ve invertaz düzeyine etkisi (Karadal ve Yıldırım,2012).

Muhafaza Sıcaklığı (°C)	40mg/kg oluşması için süre	HMF için geçen süre	Diastaz aktivitesinin yarılanma ömrü	İnvertaz aktivitesinin yarılanma ömrü
10	10-20 yıl		35 yıl	26 yıl
20	2-4 yıl		4 yıl	2 yıl
30	0.5-1 yıl		200 gün	83 gün
40	1-2 ay		31 gün	9.6 gün
50	5-10 gün		5.4 gün	1.3 gün
60	1-2 gün		1 gün	4.7 gün
70	6-20 saat		5.3 saat	47 saat

2.3 Balın Sağlık Açısından Önemi

Antimikrobiyal, antifungal, antibakteriyel ve daha birçok özelliğe sahip olan bal kullanıldığı birçok tedavide olumlu sonuçlar vermiştir. Günümüzde kanserinde içinde bulunduğu birçok hastalığa karşı, tedavi amaçlı kullanılmaktadır (Karadal ve Yıldırım, 2012).

Çeşitli mide hastalıkları, solunum yolu hastalıkları, dermatolojik ve nörolojik hastalıkların yanı sıra birçok hastalığın tedavisinde bal önemli bir şifa kaynağı olarak kullanılmaktadır (Molan, 2000).

Gürdal ve arkadaşları tarafından yürütülen çalışmada pansuman sırasında bal kullanılmış ve pansuman yapılan sıçanlarda enfeksiyon oluşmadığı gözlemlenmiştir. Greft ve flep dokusunda yapılan, normal pansuman ve ballı pansuman karşılaştırıldığında, bal kullanılmadan yapılan grubun 12-14 gün aralığında, ballı pansuman yapılan grubun ise 10-12 gün aralığında iyileştikleri belirlenmiştir (Gürdal vd, 2003).

Balın etki ettiği ve antimikrobiyal özelliğine karşı hassasiyeti en yüksek olan *B. stearothermophilus*, hassasiyeti en az olanlar ise *S. aureus*, *A. niger* bakterileridir (Mundo vd., 2004).

Mide ülserine sebep olan *Helicobacter pylori*'nin çoğalmasını ve hastalığın artmasına karşı inhibe etkisi göstermekte ve hastalığın ilerlemesini engellemektedir. Bu da balın sindirim sisteminde oluşabilecek rahatsızlıklara iyi geldiğini göstermektedir (Çakmak, 2001).

Balın sinir sistemi üzerinde antidepresan etki gösterdiği ve baş ağrısı, uyku bozuklukları, depresyon gibi rahatsızlıklara iyi geldiği ve sakinleştirici özelliğe sahip olduğu belirlenmiştir (Güneş, 2003). Geçmiş çağlardan günümüze bal, sadece besin olarak değil aynı zamanda tedavi amaçlı bir ürün olarak kullanılmış ve birçok tedavide olumlu sonuçlar vermiştir. Üretim yöntemlerinin doğru yapılması ve kaliteli şekilde elde edilen bal insan sağlığı için önemli bir şifaa kaynağı olduğu bildirilmiştir (Sönmez, 2004, Akyol vd., 2016a).

2.4 Balın Pazarlamaya Kadar Olan Evreleri

Kovandan alınan peteklerin, üreticiden tüketiciye ulaşmasına kadar birçok işlemin geçtiği bilinmektedir. Bu işlemler, ekstraksiyon, sıvı ya da krem bal işleme, paketleme ve depolama olarak dörde ayrılmaktadır. Ekstraksiyon, merkez kaç kuvveti, süzme ya da yer çekim kuvveti ile petek gözlerinde bulunan balların, petek gözlerinden çıkarılmasıdır (Çakmak, 2001).

Hasat için uygun hale gelen balların hasat edilme işlemindeki ilk basamak, petek gözleri üzerinde bulunan sırnın, sır tarağı veya sır bıçağı tarafından kaldırılması ile başlar, sırların kaldırılması ile petek gözleri açılan bal petekleri, süzme makinasına yerleştirilir, burada peteklerden ayrılan ballar süzgeç yardımı ile süzülerek bir günlük dinlenmeye alınır (Korkmaz, 2013).

2.5 Önceki Çalışmalar

2.5.1 Balın biyokimyasal analizi hakkında yapılan çalışmalar

Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliğine göre bal; Bitki nektarlarının, bitkilerin canlı kısımlarının salgılarının veya bitkilerin canlı kısımları üzerinde yaşayan bitki emici böceklerin salgılarının bal arısı (*Apis mellifera*) tarafından toplandıktan sonra kendine özgü maddelerle birleştirerek değişikliğe uğrattığı, su içeriğini düşürdüğü ve petekte depolayarak olgunlaştırdığı doğal tatlı bir ürün olarak tanımlanmaktadır (Anonim, 2005).

Bal ile ilgili yapılan rutin kimyasal analizler balın, şeker (glikoz, früktoz sakkaroz), HMF, diastaz sayısı, nem, kül oranı, pH ve serbest asitlik gibi parametrelerini kapsamaktadır. Bu değerlerin ortaya konulması ve bilinmesi hem üreticinin ulusal ve uluslararası kalite standartlarını yakalayarak elde ettiği ürünlerin pazarlanmasında hem de tüketicinin balın besleyici ve şifalı özelliklerinden etkin bir biçimde faydalanabilmesi açısından önem taşımaktadır. Bal ile ilgili yapılan çalışmada bu parametrelere önem verilmiştir. Balın % 80'e yakını şekerlerden oluşmaktadır. Şekerlerin % 80-90'ını glikoz ve fruktoz oluşturmaktadır (Genç ve Dodoloğlu, 2011). Başka bir ifadeyle balın kuru madde miktarının yaklaşık %95'ini fruktoz ve glikoz'un başı çektiği monosakkaritler oluşturmaktadır. Balın şeker içeriği elde edildiği kaynağa ve arıların salgıladıkları enzimlerin aktivitelerine bağlı olarak değişim gösterebilir (Genç ve Dodoloğlu, 2011). Balda früktoz/glikoz oranı kaynağına göre değişmekle birlikte genel olarak bu oran 1.25-1.3 arasında olup Fruktoz/glikoz oranı 1.2'nin altında olduğunda kristalizasyon çabuk, 1.3 veya daha fazla olduğunda ise kristalizasyon geç olmaktadır (Austin, 1958, Merin vd., 1998; Genç ve Dodoloğlu, 2011). Balın kristalize olmasında etkili diğer bir parametrelerden ise glikoz/su oranı olup; bu oran 1.70'ten daha küçük ise kristalleşme geç, glikoz/su oranı 2.1 ve üzerinde olan ballar ise çok çabuk kristalize olmaktadır (Ruoff vd., 2006; Genç ve Dodoloğlu, 2011).

Pérez-Arquillué vd. (1994) yaptıkları çalışmada söğüt (*Salix* sp.), kantaron (*Hypocoum* sp.), hardal (*Brassica* sp.), kayısı (*Prunus* sp.), kekik (*Rhymes vulguris* L.), lavanta (*Lavandula latifolia* Med.), yonca (*Vicia sativa* L.), fransız lavantası (*Lavandula stoechas* L.), tilki kuyruğu (*Echium* sp.), korunga (*Onobrychis viciifolia* Stop.) ballarında nem'i % 16.0- % 18.75, Elektrisel iletkenliği 1.39-4.47 10⁻⁴S/cm, kül'ü % 0.05- % 0.29, HMF'yi 0.98-25.9 mg/kg, diastaz sayısını 10.8-46.6, pH değerini 3.54-4.24, toplam asitlik'i 19-30.1 meq/kg, fruktoz'u % 33.7, glikoz'u % 28.5 ile % 38.1 arasında tespit edilmişlerdir.

Terrab vd. (2002) 5 monofloral balın (*Eucalyptus* sp. *Citrus* sp. *Lythrum* sp. , *salgi* ve *Apiaceae*) nem, pH, asitlik, HMF, diastaz ve prolin miktarını sırayla % 16.8-20.3, 3.55-4.28, 28.7-96.7 meq/kg, 7.92-31.7 mg/kg, 11.2-40.5, 25.0-227 mg/100 gr olarak bildirmişlerdir.

Şahinler vd. (2004), Hatay ilinden toplanan 50 bal örneğinin biyokimyasal özelliklerini tespit etmek amacıyla yaptıkları çalışmalarında balların ortalama mineral madde oranını

% 0.32, nem oranını %16.03, diastaz sayısını 10.31, invert şeker oranını % 57.83, pH değerini 4.12, sakkaroz % 2.39, elektrik iletkenliği 0.69 ms/cm olarak bildirilmişlerdir.

Şahinler vd. (2004) ayçiçeği balı ve yayla balının biyokimyasal özelliklerini araştırdıkları çalışmalarında ayçiçeği ve yayla balının ortalama kül değeri sırayla %, 0.131 - % 0.5, nem oranı % 15.23 - % 18.1, asitliği 32.3 - 40.9 meq/kg, HMF değerini 5.73 - 2.17 mg/kg, diastaz sayısını 17.9 - 17.9, invert şeker % 66.20 - % 69, sakkaroz'u % 2.84 - % 1.9 ve pH değerini 6.36 - 5.6 bildirilmişlerdir.

Balda bulunan enzimlerin bir kısmı bitki kaynaklı olup büyük bir kısmı ise arılar tarafından bala katılmaktadır. Enzimler, Canlı hücrelerde birçok reaksiyonun gerçekleşmesini protein yapılı moleküllerden oluşan enzimler sağlar. Balda bulunan en önemli enzim invertaz enzimidir. İvertaz enzimi disakkarit olan sakkarozu invert şeker yani glikoz ve fruktoz'a dönüştürür. Baldaki diğer bir enzim diastaz (amilaz) olup bu enzimin fonksiyonu tam olarak bilinmemekle birlikte arıların bu enzimi polenin içeriğinde bulunan nişastayı sindirmek için kullandıkları düşünülmektedir (White, 1979, 2003). Balda bulunan enzimler 35°C' ve üzerindeki sıcaklıklarda tahrip oldukları bu nedenle balın uzun süre sıcak ortamda bekletilmemesi önerilmektedir (Bogdanov vd., 2008). Analizlerde diastaz aktivitesi bala uygulanan ısıl işleme belirlemede önemli bir kriter olarak kullanılmaktadır (Genç ve Dodoloğlu, 2011). Baldaki diğer bir önemli enzim de katalaz olup bu enzim hidrojen peroksiti oksijen ve suya dönüştürür (White vd., 1963, Rios vd., 2001).

Diastaz sayısı, 100 g balda bulunan amilaz enzimlerinin, 38–40 °C'de, deney koşullarında 1 saat içerisinde parçaladığı nişasta miktarını ifade etmektedir. Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği (2005) kaliteli bir baldaki minimum diastaz sayısını en az 8 olarak belirlemiştir. Balda diastaz kaybı istenmeyen bir durum olmakla birlikte balda çok yüksek düzeyde diastaz bulunması da yüksek asit oluşumuna dolayısıyla fermentasyona neden olacağından dolayı arzu edilmez (Keskin, 1982; Tolon, 1999; Gül, 2008).

Hidroksimetilfurfural (HMF) genel olarak balın ısıtılmasından veya uzun süre depolanması sonucunda baldaki fruktozun parçalanması sonucu oluşan bir bileşik olarak bilinir (Gül, 2008). Balda HMF oluşumu balın kimyasal özelliklerine (şeker, pH, toplam asitlik) bağlı olarak da değişim göstermektedir (Krell, 1996). Ballarda HMF miktarının az olması istenir. Balda HMF miktarının artmasına, hasad sonrası ısıtma

işleminin uygulanması, depolama süresi, depolama sıcaklığı ve balın pH'sı etki etmektedir. HMF önemli bir kalite kriteri olarak kabul edilmekte olup, Türk Gıda Kodeksi (2005) kaliteli bir balda HMF miktarını 40 mg/kg'dan fazla olmaması gerektiği belirtilmektedir (Gül, 2008).

Gül (2008), Türkiye'nin değişik bölgelerinden 200 arıcıdan elde edilen 600 adet ve 10 adet özel firmadan temin edilen balının biyokimyasal özelliklerini belirlemek için yaptığı çalışmada ballarda ortalama; kül % 0.30, nem % 19.11, pH 3.59, asitlik 28.19 meq/kg, diastaz 22.81, HMF 8.44 mg/kg, elektriksel iletkenlik 0.67 mS cm⁻¹, protein % 0.41, fruktoz % 39.54, glikoz % 32.19, invert şeker % 71.67 ve sakkaroz miktarını % 2.24 olarak bildirmiştir.

Martin vd. (2008), İspanya'dan toplanan 67 bal örneği üzerine yaptıkları çalışmada ortalama pH değerini salgı ballarında 4.65 nektar ballarında 4.02; toplam asitlik miktarını salgı ballarında 48.53 meq/kg, nektar ballarında 34.77 meq/kg; elektrik iletkenliği salgı ballarında 10.20 S/cm10⁴, nektar ballarında 4.60 S/cm10⁴ ve kül içeriğini salgı ballarında % 0.60, nektar ballarında % 0.29 olarak bildirmişlerdir.

Gündoğan (2009), Muğla yöresine ait 8 çam balının kimyasal içeriğini (asitlik, pH, kırılma indisi, nem, toplam kül, HMF, diastaz sayısı) araştırdığı çalışmada çam balının asitliği 10.71 – 32.29 meq/kg, pH'sı 4,29 - 4,89, nem oranı % 15.3-% 20.6, kül oranı % 0.4450-% 6.7799, diastaz sayısı 2.5- 17.9, HMF miktarının 2.880-37.248 mg/kg aralığında değişim gösterdiğini, bal örneklerinde tespit edilen asitlik, pH, nem oranı diastaz sayısı ve HMF değerlerinin Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliğine göre düşük, kül oranlarının ise yüksek olduğunu bildirmiştir.

Özkök (2009), Muğla ili'ne bağlı 10 farklı bölgeden topladığı 50 örnekte yaptığı kimyasal analizler neticesinde tüm örneklerde ortalama fruktoz oranını % 36.04, glikoz oranını % 26.35, sakkaroz oranını % 6.95, fruktoz+glikoz % 62.39, nem oranını % 16.2, pH 4.93, serbest asitlik 11.44 meq/kg, HMF 3.59 ve elektriksel iletkenlik 1.41 mS/cm olarak rapor etmiştir.

Estevinho vd. (2012), Portekiz' den elde edilmiş 75 organik funda balının (*Erica spp.*) kimyasal pH değerini 3.7, nem oranını % 15.6, elektrik iletkenlik'i 0.26 mS/cm, kül

oranını % 0.25, HMF değerini 1.1 mg/kg, diastaz aktivitesini 15.3, serbest asitlik 40.3 meq/kg, invert şeker oranını % 67.8 ve sakkaroz değerini % 2.7 olarak bildirmiştir.

Kowalski (2013), salgı, ıhlamur, akasya, karabuğday ballarının nem oranını % 16 ile % 17.25 arasında, glikoz ve fruktoz miktarını salgı balında en düşük (% 22.4, % 31.13), karabuğday balında ise en yüksek (% 33.22, % 34.11) olarak belirlediğini bildirmiştir.

Karabagias vd. (2014), Yunanistan'ın değişik coğrafik bölgelerinden topladıkları monofloral bal örneklerinde yaptıkları çalışmada en yüksek pH değeri ortalama 4.91 ile göknar ballarında, en düşük pH ortalama 3.49 ile portakal ballarında, toplam asitlik miktarı en yüksek portakal ballarında 39.28 meq/kg, en düşük kekik ballarında ortalama 32.46 meq/kg; elektrik iletkenliği en yüksek göknar ballarında ortalama 1.502 mS/cm, en düşük kekik ballarında ortalama 0.399 mS/cm, balların nem oranlarının %17.30 değeri ile en yüksek göknar ballarında, %12.76 ile en düşük portakal ballarında; kül miktarlarının en fazla 0.92 g/100g ile göknar ballarında, en az 0.15 g/100g ile kekik ballarında belirlediklerini bildirmişlerdir.

Özcan ve Ölmez (2014), Türkiye'nin farklı bölgelerinden elde edilen bal örnekleri üzerinde yaptıkları analizlerde bal örneklerinde nem oranını %17.1 - % 20.0 aralığında, diastaz sayısını 10.9 - 17.9, HMF değerini 1.34 - 31.28 mg/kg, viskoziteyi 2.48 - 8.42, asitlik değerini 18.2 - 47.5 meq/kg, glikoz+fruktoz'u % 51.31 - % 68.30, proteini %0.60 - %0.99 ve kül içeriğini %0.01 - %0.12 olarak rapor etmişlerdir.

Çizelge 2.3 Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği'nde (2012/58) bulunan balın özellikleri

	Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği	Codex	Eu
HMF	≤ 40 mg/kg (Çiçek balı) ≤ 40 mg/kg (Salgı balı)	≤ 40 mg/kg (Çiçek balı) ≤ 40 mg/kg (Salgı balı)	≤ 40 mg/kg (Çiçek balı) ≤ 40 mg/kg (Salgı balı)
Sakkaroz	≤ %5 (Çiçek balı) ≤ %10 (Salgı balı)	≤ %5 (Çiçek balı) ≤ %10 (Salgı balı)	≤ %5 (Çiçek balı) ≤ %10 (Salgı balı)
Serbest asitlik	≤ 50 meq/kg (Çiçek balı) ≤ 50 meq/kg (Salgı balı)	≤ 50 meq/kg (Çiçek balı) ≤ 50 meq/kg (Salgı balı)	≤ 50 meq/kg (Çiçek balı) ≤ 50 meq/kg (Salgı balı)
İnvert şeker	≥ 65 (Çiçek balı) ≥ 45 (Salgı balı)	≥ 65 (Çiçek balı) ≥ 45 (Salgı balı)	≥ 65 (Çiçek balı) ≥ 45 (Salgı balı)
Diastaz sayısı	≥ 8 (Çiçek balı) ≥ 8 (Salgı balı)	≥ 8 (Çiçek balı) ≥ 8 (Salgı balı)	≥ 8 (Çiçek balı) ≥ 8 (Salgı balı)
Suda çözünmeyen madde	≤ %0.1 (Çiçek balı) ≤ %0.1 (Salgı balı)	≤ %0.1 (Çiçek balı) ≤ %0.5 (Salgı balı)	≤ %0.1 (Çiçek balı) ≤ %0.5 (Salgı balı)

Balın yapısında bulunan ve suda çözünen kuru madde briks olarak adlandırılmaktadır (briks). Balda bulunan briks, büyük oranda balın sahip olduğu şeker yapılarından kaynaklanmaktadır. Balların ortalama briks derecesi % 78.8 - % 84.0 aralığındadır (Bilgen Çınar, 2010). Balların üretildiği yere göre briks değeri farklılık gösterebilmektedir. Ankara ballarının sahip olduğu briks değer, % 80.2 - % 81.4 aralığında iken, Muğla çam ballarının briks değeri % 78.0 - % 82.6 aralığında, geven balında briks değeri % 81.0 - % 81.2, kestane balında briks değeri % 79.8 - % 80.0 aralığında bulunmuştur (Polat, 2007).

Balın sahip olduğu pH değeri 3.4 – 6.1 aralığında olup genel ortalaması 3.9'dur. Bal, glukonik, laktik, malik, maleik, oksalik, süksinik, kitoglutarik, piruvik, piropiromik, formik, sitrik, glikolik, bütirik, 2-3 fosfogliseric, tartarik asit çeşilerine ve glikoz 6 fosfat ile gliserofosfata sahiptir (Tolon, 1999). Balda bulunan asit yapısından dolayı mikroorganizma oluşumu gerçekleşmez ve bal olgunlaşır (Günbey vd., 2010).

Dünya bal ticaretinde balda kalite kriteri olarak en önemli iki biyokimyasal veri olan balın HMF içeriği ve diastaz sayısıdır (Fallico vd., 2004; White, 1994). Kaliteli ballarda HMF düzeyinin az olması istenir, balda HMF içeriği bala uygulanan ısı işlemlerine ve

depolama süresine bağı olarak değişime (artmakta) uğramaktadır. Baldaki diastaz aktivitesi de baldaki önemli kalite kriterlerinden biri olup diastaz aktivitesi de depolama sırasında uygulanan sıcaklık derecesi ve depolama süresiyle değişime uğramaktadır. Yapılan çalışmalarda sıcaklık ve depolama süresinin artmasıyla baldaki HMF içeriğinin arttığı ve diastaz sayısının azaldığı bildirilmektedir (Ramirez vd., 2000; Şahinler ve Gül, 2004; Yılmaz ve Küfrevioğlu, 2001). Takenaka ve Echigo (1974), balların uzun süre depolanmasıyla baldaki diastaz ve invertaz aktivitesinin azaldığını bildirmişlerdir. Karabournioti ve Zervalaki (2001), balın ısıtılmasıyla içeriğinde bulunan HMF'nin ve invertaz aktivitesinin arttığını bildirmiştir. HMF değeri ve diastaz sayısı balın uzun süre veya kötü koşullarda depolandığını veya uzun süre yüksek sıcaklığa maruz kaldığını belirten bir önemli bir parametre olarak kullanılmakta olup HMF; kolayca ölçülebilmesi, taze balda hemen hemen hiç bulunmaması, balın kompozisyonu ve çeşidine bağı olmaması nedeni ile en fazla kullanılan kalite parametrelerinden birisidir.

Diastaz enzimi yani amilaz, ortamda bulunan nişastanın maltoza dönüşmesini sağlar. Diastaz seviyesi elde edildiği bitkiye göre farklılık göstermekte ve diastaz aktivitesi balın kalitesini belirleyen etmenlerdendir (Doğan, 2013).

Günbey ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmada, balların invert şeker oranları % 56.25 - % 87.94 aralığında tesbit edilmiş ve ortalaması % 69.86 bulunmuştur (Günbey vd., 2010). İvertaz enzimi sukrozu (sakkaroz) glikoz ve fruktoza dönüştüren bir enzimdir. Bu enzim işçi arıların hypopharyngeal salgı bezlerinden salgılanmakta ve nektarın bala dönüştürülmesinde rol oynamaktadır (White, 1975, Karabournioti ve Zervalaki, 2001; Brouwers, 1982).

Cam kavanozlarda muhafaza edilen balların şekerlenme değişimlerine bakıldığı bir çalışmada, çiçek ve çam balları, aydınlık ortamda ve karanlık ortamda 35⁰C'de etüvde, +4⁰C'de soğutucuda belirli zaman aralıklarıyla bekletilmiş ve diastaz oranındaki farklılıklar tesbit edilmiştir. Oluşan değişimler çizelge 2.4.'de gösterilmiştir (Hışıl ve Bağdatlıoğlu, 1989).

Çizelge 2.4. Çiçek ve çam ballarında bulunan Diastaz oranındaki değişimler

		Etüv	Buzdolabı	Aydınlık	Karanlık
Çiçek Balı	Başlangıç			16.0	
	1.Ay	14.9	15.9	15.5	15.7
	3.Ay	11.5	15.6	14.3	14.5
	6.Ay	8.1	15.6	12.9	13.2
	9.Ay	5.3	15.5	11.5	11.9
	Çam Balı	Başlangıç			13.1
1.Ay		12.8	13.2	12.7	12.6
3.Ay		10.1	13.1	11.6	12.1
6.Ay		6.5	13.1	10.1	11.5
9.Ay		3.8	13.0	8.8	10.9

Usmanov'un yaptığı bir çalışmada balların bileşimindeki değişimleri ve depolamanın bal bileşimine olan etkisi incelenmiştir. 18 ± 5 °C'de 3 yıl muhafaza edilen balların yapısında bulunan diastaz ve invertaz aktivitesinde düşüş görülmüştür. Bu düşüşle birlikte hidrokümetil furfural oranında yükselme olduğu tesbit edilmiştir (Usmanov, 1984).

Balın kimyasal bileşimi ile ilgili birçok araştırma yapılmış olup araştırmalar sonucunda gerek salgı gerekse çiçek ballarında % 80'lere ulaşan miktarlarda şeker % 17 ile % 22 arasında nem, düşük (3.5 - 4.9) pH değeri, bazı mineral, vitamin ve enzimlerin bulunduğu bildirilmektedir.

BÖLÜM III

MATERYAL VE METOT

3.1 Materyal

3.1.1 Bal örneklerinin temin edilmesi

Araştırmamız için gerekli olan bal örnekleri 2015 yılında Niğde Arıcılar Birliğinden temin edilmiştir. Bal örnekleri analizler yapıncaya kadar plastik, pet, metal ve cam kavanozlarda oda sıcaklığında (20 – 25 °C’de) muhafaza edilmiştir.



Fotoğraf 3.1. Oda sıcaklığında muhafaza edilen bal örnekleri

3.1.2 Araştırmada kullanılan kimyasallar ve cihazlar

➤ Biyokimyasal analizler için gerekli kimyasal çözeltiler

Derişik HCl çözeltisi

0,05 M sodyum hidroksit (NaOH) çözeltisi

Nişasta tamponu

0,05 M HCl çözeltisi

0,1 N iyot çözeltisi

Barbitürik asit çözeltisi

Para-toluidin çözeltisi

Fehling A çözeltisi

Fehling B çözeltisi
0,2 mol/lit Folin-Ciocalteu ayıracı
Carrez 1 çözeltisi
Carrez 2 çözeltisi
75gr/lit sodyum karbonat çözeltisi
Metilen mavisi indikatörü
Fenolftalein indikatörü

➤ Biyokimyasal analizler için gerekli cihazlar

Dijital pH metre: WTW, Microprocessor pH meter, Germany
Hassas terazi
Santrifüj cihazı
Ultrasonik su banyosu: Everest Ultrasonic
Spektrofotometre: UV-VIS
Desikatör
Refraktometre: Atago Refraktometre, Tokyo, Japan
Manyetik karıştırıcı

3.2 Metot

3.2.1 Örnek balların biyokimyasal analize hazırlanması

Niğde Arıcılar Birliğinden temin edilen ballar 5'er adet olacak şekilde plastik, pet, cam ve metal kavanozlara aktarıldı. Değişik malzemeden yapılmış kaplara aktarılan ballar kapların balın biyokimyasal yapısına etkisine bakmak üzere bu kaplarda oda sıcaklığında yaklaşık bir yıl bekletildikten sonra biyokimyasal analizleri yapıldı. Aynı bal örneklerinden oluşturulan kontrol grubuna ait bal örnekleri ise hiç bekletilmeden biyokimyasal analizleri yapılmıştır.



Fotoğraf 3.2. Çalışmada kullanılan bal örnekleri

3.2.2 pH analizleri ve asitlik değerleri

Bal örnekleri, 10 gr balın 75 ml saf suda çözdürülmesinden sonra, 0.05 M sodyum hidroksit titrasyon yöntemi ile saf suda çözülmüş bal su çözeltisine eklendi. Bu ekleme ile pH 8.50'ye getirildi ve kullanılan sodyum hidroksit serbest asitlik olarak belirlendi. Ortama 10 ml ve 0.05 M sodyum hidroksit eklendi ve hemen sonra 0.05 M'lık HCL çözeltisi kullanılmış olup, kullanım titrasyon ile yapılmış ve pH 8.30 oluncaya kadar HCL kullanımına devam edilmiştir. Balın sahip olduğu asitlik miktarı ile pH birlikte ölçülmüş, ölçüm dijital pH metre ile yapılmıştır. İşlemler aşağıdaki formüller kullanılarak ve meq/kg olarak hesaplanmıştır (Anonim, 1995).

Laktonik asit = [(10 – mL 0.05 HCL) x 50] / g bal

Serbest asitlik = (mL 0.05 NaOH – mL şahit) x 50) / g bal

Toplam asit = laktonik asit + serbest asit

3.2.3 Nem ve kuru madde analizleri

Balın sahip olduğu briks yani kuru madde ve nem miktarı refraktometre ile 20 °C'de görülen kırılma indisi ve nem hesaplama çizelgesi ile tesbit edilmiştir. Hesaplama işleminde baldan bir miktar alınarak refraktometrede 20 °C'de okunur. Okuma sonucu kırılma indisi % nem miktar çizelgesinden belirlenir (Anonim, 2002).

3.2.4 Kül analizi

Porselen krozelere örnek ballardan 2.5 gram alınmış ve beyaz kül oluncaya kadar 600°C'de yakma fırınında ballar yakılmıştır. Yakma işlemi sonrasında krozeler fırından çıkarılmış ve desikatörde sıcaklıkları oda sıcaklığına kadar soğutulmuştur. Elde edilen küller hassas terazi yardımı ile tartılmış ve kül miktarları % kül türünden verilmiştir (Anonymous, 2006b).

3.2.5 Diastaz analizi

Bal örneğinden 10 gram alınarak 100 ml'ye seyreltilmiş, seyreltilen bal çözeltisi içerisine nişasta tamponu eklenmiştir. Nişasta tamponu eklenen tüpler alt üst yapılarak 1 saat süre ile 47°C'de su banyosunda tutulmuştur. 1 saat bekletildikten sonra soğutulan tüplere 0.1 N iyot çözeltisinden 1 damla ilave edilerek karıştırılmıştır. Tüplerde, mavilik görülen tüpten önceki tüp, örnek alınan bal numunesinin diastaz sayısı şeklinde kabul edildi (Anonim,1995).

3.2.6 Fenolik madde içeriği tesbiti

Numune ballardan 1gr/10ml örnek alınıp santrifüj edilmiştir. Santrifüj işleminden sonra filtre kağıdı yardımıyla, filtre işlemi gerçekleştirilmiştir. Filtre işlemi sonucu oluşan çözelti Folin-Ciocalteu ile karıştırılmıştır. Filtre sonucu oluşan çözülden 0.5 ml alınmış ve üzerine 0.2 mol/l Folin-Ciocalteu'dan 2.5 ml eklenmiştir. Bu karışıma ilave olarak 2 ml (75 gr/l) sodyum karbonat eklenmiştir. Elde edilen karışım 2 saat inkübe edilmiştir. İnkübe işlemi karanlık ortamda ve oda sıcaklığında gerçekleştirilmiştir. İnkübe sonrasında reaksiyon absorbansı UV-VIS spektrofotometre yardımı ile 760nm dalga boyu şeklinde ölçülmüştür. 0-200 mg/l'te gallik asit konsantrasyonuna ait standart eğri oluşturulmuştur. Fenolik toplam madde değeri mg/100gr bal yapısındaki gallik asit miktarına eşittir. Bu da mgGAE/100 g şeklindedir (Meda vd., 2005).

3.2.7 HMF (Hidroksimetilfurfural) analizi

Numune ballarda bulunan HMF içeriği tesbiti için para-toluidin ile barbütirik asit çözeltisi aktiveleştirme işlemi sağlayarak renkli çözelti meydana getirir. Elde edilen çözelti spektrofotometre yardımı ile okunarak 550nm dalga boyunda absorbans değerleri

ile ihtiyaç duyulan formüllerde yerine yazılmış ve HMF değerleri hesaplanmıştır (Anonim,1995).

3.2.8 İvert şeker analizi

Analiz için bal örneklerinin hazırlanması; uygun bir beher içerisine 70-80 ml destile su ve bal örneğinden 2 gr eklenmiştir. Bal örneği destile suda çözdürülmüştür. Elde edilen karışımdan ölçülü balon içerisine 250 ml alınmış ve çözelti üzerine 1 ml Carrez 1 çözeltisi ve 1 ml Carrez 2 çözeltisi eklenmiştir. Elde edilen karışım üzerine yeteri kadar su ilavesi yapılmış ve 250 ml tamamlanmıştır. Filtre kağıdı yardımı ile süzölmüş ve analiz için uygun hale getirilmiştir.

Tayin basamakları; 100 ml ölçülü bir balona, analiz için hazırlanan örnek karışımdan 50 ml koyulmuştur ve destile su ilavesi ile 100 ml'ye çıkarılmıştır. Erlen içerisine, 50 ml örnek ve destile su ile oluşturulan çözeltiden 5 ml alınmış ve üzerine 5 ml Fehling A çözeltisi, 5 ml Fehling B çözeltisi eklenmiştir. Oluşturulan karışım üzerine 10 ml su ilave edilerek karıştırılmıştır. Karıştırma işlemi ısıtma tablası üzerinde magnetik karıştırıcı yardımı ile yapılmış ve kaynayanaya kadar ısıtılmıştır. Karışım kaynamaya başladıktan 2 dakika sonra üzerine 10-12 damla metilen mavisi idükatörü eklenmiştir. Elde edilen yeni çözelti bir bürete alınmış ve titre edilmiştir. Titrasyon işlemi 3 dakika süre içerisinde rengi maviden kırmızıya dönünceye kadar yapılmıştır. Titrasyon işleminde kullanılan 5 ml'lik analiz çözeltisi hacmi ile başlangıçta kullanılan çözelti hacmi toplanır ve toplam çözelti hacmi (V_1 ml) şeklinde belirlenir. 3 dakikalık titrasyon işleminden sonra esas titrasyon işlemi gerçekleştirilir. Esas titrasyon işlemi takip edilen prosedüre uygun şekilde yapılmıştır. İlk yapılan titrasyonda alınan 5 ml çözelti yerine, elde edilen toplam çözelti hacminden (V_1 ml), 2-3 ml eksik alınarak titrasyon yapılmıştır. Esas titrasyon işlemi sırasında harcanan toplam çözelti (V_2 ml) hacmi ile belirlenir (2.1).

Sonuç invert şeker cinsinden;

$$\% \text{ İvert şeker} = \frac{250}{m.V_2} \cdot \frac{100}{50} \cdot \frac{F}{1000} \cdot 100 = 50 \cdot \frac{F}{m.V_2} \quad (2.1)$$

F: Fehling A çözeltisi faktörü (mg şeker/5 ml çözelti)

m: Bal numunesinin gram cinsinden değeri

V_2 : Esas titrasyon işleminde harcanan çözeltinin ml hacmi

3.2.9 Sakkaroz tayini

İnvert şeker tayininde uygulanan yöntemden, sakkaroz tayininde yararlanılmıştır. Sakkaroz inversiyonunda yöntem birebir uygulanmıştır. Bal örneği asidik ortama alınmış ve hidroliz edilmiştir. Hidroliz sonucu sahip olduğu sakkaroz indirgen ketoz ve aldoza dönüşür. Meydana gelen bu indirgen şekerlere, bazik ortamda bakır II iyonları ile uygulama yapılmıştır. Şeker molekülleri yükseltgenirken, bakır II iyonları, bakır I oksit şeklinde indirgen hale geçmiştir. Bal örneğinden hazırlanmış indirgen şeker çözeltisi belirli hacim ve değerinde olan bakır II çözeltisi ve metilen mavisi indikatörü bir araya getirilerek titrasyon gerçekleştirilmiştir. Balın sahip olduğu şeker miktarı, kullanılan bal çözelti örneği hacmi ile bulunmuş olup, öncesinde bulunan invert şeker değeri toplam şeker değerinden çıkarılarak sakkaroz oranı tesbit edilmiştir. Tayin esnasında, 5 ml derişir HCl ile invert şeker analizi için hazırlanan bal örneğinden 50 ml karıştırılmış, su banyosunda 10 dakika süre ile 65-67 °C'de bekletilmiştir. 10 dakikalık su banyosu işleminden sonra soğutulmuş, fenolftalein indikatörü ve NaOH çözeltisi ile açık pembe renk oluncaya kadar titrasyon yapılmıştır. Çözelti 100 ml'ye destile su ile tamamlanmıştır. Sakkaroz tayininde de invert şeker analizinde olduğu gibi esas titrasyon ve deneme titrasyonu yapılmıştır. Harcanan deney çözeltisinin toplam hacmi (V_3 ml) şeklinde bulunarak, (3.1) formülü ile hesaplanmıştır.

$$\% \text{ sakkaroz} = \left(50 \cdot \frac{F}{mV_3} - \% \text{ invert şeker} \right) \cdot 0,95 \quad (3.1)$$

F: Tayin edilen çözelti faktörü Fehling A (mg şeker/5ml çözelti)

m: Deney için kullanılan balın, gram cinsinden değeri

V_3 : Esas titrasyon işleminde kullanılan deney çözeltinin ml türünden hacmi

0,95: sakkaroz mol kütlelerinin, invert şeker mol kütlelerine oranı (Codex Alimentarius Commission, 1970).

BÖLÜM IV

BULGULAR VE TARTIŞMA

Araştırmada, Niğde İli Arı Yetiştiriciliği Birliğinden temin edilen bal örneği, cam, teneke, pet ve plastik saklama kablari içerisinde ve aynı ortam koşullarında bir yıl bekletilmiş, bekletme işlemleri sonrasında biyokimyasal işlemler yapılarak kullanılan saklama kablariinin balın biyokimyasal yapısı üzerinde ki etkileri belirlenmeye çalışılmıştır.

4.1 Serbest Asitlik ile İlgili Bulgular

Asitlik, balın önemli kalite parametrelerinden olup analiz sonucunda bal örneklerinde elde edilen asitlik miktarları Çizelge 4.1’de verilmiştir. Balın serbest asitlik değeri incelendiğinde; kontrol grubu serbest asitlik değeri ortalama 23.743 ± 0.38 meq/kg şeklinde, maksimum değer 24.46, minimum değer ise 23.12 olarak ölçülmüştür. Plastik saklama kabındaki balda ortalama serbest asitlik değeri 20.064 ± 0.54 meq/kg şeklinde, maksimum değer 21.36, minimum değer ise 18.25 olarak ölçülmüştür. Cam saklama kabındaki balda ortalama serbest asitlik değeri 20.026 ± 1.27 meq/kg şeklinde, maksimum değer 23.68, minimum değer ise 16.23 olarak ölçülmüştür. Pet saklama kabındaki balda ortalama serbest asitlik değeri 17.522 ± 0.85 meq/kg şeklinde, maksimum değer 19.65, minimum değer ise 14.45 olarak ölçülmüştür. Teneke saklama kabında ortalama serbest asitlik değeri 17.996 ± 0.81 meq/kg şeklinde, maksimum değer 19.28, minimum değer ise 17.01 olarak ölçülmüştür. Genelde ise ortalama değer 19.534 ± 0.54 şeklinde, maksimum değer 24.46, minimum değer ise 14.45 olarak ölçülmüştür (Çizelge 4.1.). İstatistiksel analiz sonucunda gruplara ait ortalama değerler Duncan çoklu karşılaştırma testine tabi tutulmuş ve gruplar arası fark istatistiksel olarak ($P < 0.01$) önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.1. Serbest asitlik analiz sonuçları

Serbest Asitlik Değerleri				
Muamele	N	X±Sx	Min	Max
1 (Plastik)	5	20,064±0.54 ^{b*}	18,25	21,36
2 (Cam)	5	20,026±1,27 ^b	16,23	23,68
3 (Pet)	5	17,522±0,85 ^c	14,45	19,65
4 (Teneke)	5	17,996±0,81 ^c	17,01	19,28
5 (Kontrol)	3	23,743±0,38 ^a	23,12	24,46
Genel	23	19,534±0,54	14,45	24,46

*: Farklı harfler farklı istatistiksel grubu temsil etmektedir. (P =< 0.01).

Çalışma sonucunda elde edilen tüm balların ortalama asitlik miktarı Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği, Kodeks ve Avrupa Birliği (EU) standartlarında çiçek balı için belirtilen <50 meq/kg değeri ile uygun bulunmuş olup; ortalama en yüksek serbest asitlik değeri kontrol grubunda bulunurken en düşük serbest asitlik değeri pet kaplarda saklanan ballarda bulunmuştur.

Analiz sonucunda belirlemiş olduğumuz ortalama serbest asitlik(19.53) değeri Bilgen Çınar (2010), Çakır (2015) ve Karabagias vd., (2014) çam balı için bildirdikleri 27.55, 29.17 ve 34,42, değerlerden düşük, Gündoğan (2009)'nın çam balı için bildirdiği 10.71-32.29 aralığı ve Çakır (2015)'in Ayçiçek balı için bildirdiği 22,79 değerleri ile uyumlu, Persano Oddo vd., (1995), Lazarevic vd.,(2012)'nin bildirdikleri 26.2 ve 27.16 ve Gül (2016)'ün bildirdiği 29.6 değerinden düşük bulunmuştur.

4.2 pH ile İlgili Bulgular

Yapılan analiz sonuçları incelendiğinde balın pH değeri kontrol grubunda ortalama 4.180±0.05 olup, maksimum değer 4.27, minimum değer ise 4.12 şeklinde ölçülmüştür. Plastik saklama kabında ortalama değer 3.816±0.04 olup, maksimum değer 3.82, minimum değer ise 3.69 şeklinde ölçülmüştür. Cam saklama kabında ortalama değer 3.782±0.01 olup, maksimum değer 4.01, minimum değer ise 3.47 şeklinde ölçülmüştür. Pet saklama kabında ortalama değer 3.818±0.05 olup, maksimum değer 3.96, minimum değer ise 3.65 şeklinde ölçülmüştür. Teneke saklama kabında ortalama değer 3.926±0.05 olup, maksimum değer 4.06, minimum değer ise 3.83 şeklinde ölçülmüştür. Genel

ortalama değeri 3.880 ± 0.38 olup, maksimum değer 4.27, minimum değer ise 3.47 şeklinde bulunmuştur. Duncan çoklu karşılaştırma testine tabi tutulmuş ve gruplar arası fark istatistik olarak ($P >= 0.01$) önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.2. pH analiz sonuçları

pH Değerleri				
Muamele	N	X±Sx	Min	Max
1 (Plastik)	5	3,816±0,04	3,69	3,82
2 (Cam)	5	3,782±0,01	3,47	4,01
3 (Pet)	5	3,818±0,05	3,65	3,96
4 (Teneke)	5	3,926±0,05	3,83	4,06
5 (Kontrol)	3	4,180±0,05	4,18	4,27
Genel	23	3,880±0,38	3,47	4,27

*pH bakımından muamele grupları arasındaki fark istatistik olarak önemli bulunmuştur ($P = < 0.01$).

Araştırmada tüm grupların Ph değerleri 3.47 - 4.27 arasında değişmiş ve ortalama 3.88 olarak hesaplanmış olup bu değer Tolon (1999)' un bildirdiği (4.23) pH değeri, White (1975)' in bildirdiği (3.91) pH değerine, Gül (2004, 2008, 2016)' ün bildirdiği (3.94, 3.59, 3.97) pH değeri, Gündoğdu (2009)'nun bildirdiği (4.29) pH değeri, Batu vd. (2013)' nın bildirdiği (4.10) pH değeri ve Çakır (2015)'in bildirdiği (3.93) pH değerleriyle uyumlu, Şahinler ve Gül, (2004)' ün bildirdikleri (5.6) pH değeri, Şahinler vd., (2009)'nın bildirdiği (6.36) pH değeri ve Ceylan (2016)'nın bildirdiği (4,78) pH değerlerinden düşük olduğu görülmüştür. Çalışmamızda belirlenen pH değerleri yukarıda belirtildiği üzere bazı araştırmacıların bildirmiş olduğu pH değerleriyle uyumlu bulunurken bazılarında daha düşük olduğu bir başka deyişle daha asidik olduğu görülmektedir. Çalışmamızda bulunan pH değerlerinin bazı araştırmacıların bildirdikleri pH değerlerinden farklı olmasında balın üretilmiş olduğu bölgenin, balın üretildiği bitki ya da bitkilerin, üretim sezonunun, balın bekleme süresinin, ambalaj malzemesinin ve diğer arıcılık uygulamalarının etkili olabileceği düşünülmektedir.

4.3 Kül Analiz Sonuçları

Bal üzerine yapılan çalışmalarda ortaya konulan bir diğer parametre de kül tayinidir. Kül, bal yakıldıktan sonra kalan materyal olup mineral maddeyi temsil etmektedir. Genel olarak koyu renkli balların mineral madde içerikleri açık renkli ballardan fazladır (Ölmez, 2009; Kayral, 2002; Leblebici, 2006). Baldaki kül miktarı, yapısındaki mineral madde miktarı ile ölçülmektedir. Balın kül miktarı balın ağırlığının yaklaşık olarak % 0.17'si kadardır. Çalışma materyali olan 5 farklı bal örneklerinde yapılan kül analizleri sonucunda, kül miktarları % olarak hesaplanmış ve elde edilen değerler Çizelge 4.3'de verilmiştir.

Çizelge 4.3. Kül analiz sonuçları

Kül Değerleri				
Muamele	N	X±Sx	Min	Max
1 (Plastik)	5	0,133±1,71 ^{b*}	0,10	0,18
2 (Cam)	5	0,172±0,80 ^a	0,15	0,19
3 (Pet)	5	0,157±0,81 ^{ab}	0,13	0,17
4 (Teneke)	5	0,110±0,65 ^c	0,08	0,12
5 (Kontrol)	3	0,080±0,35 ^d	0,07	0,09
Genel	23	0,134±0,79	0,07	0,19

*Kül değeri bakımından muamele grupları arasındaki fark istatistik olarak önemli bulunmuştur ($P \geq 0.01$).

Balların % kül analiz sonuçları; kontrol grubu ortalama 0.080 olup, maksimum değer 0,09 minimum değer ise 0,07 aralığında değişmektedir. Plastik saklama kabında ortalama değer 0,133 olup, maksimum değer 0,18 minimum değer ise 0,10 şeklinde bulunmuştur. Cam saklama kabında ortalama değer 0,17 olup, maksimum değer 0,19 minimum değer ise 0,15 şeklinde bulunmuştur. Pet saklama kabında ortalama değer 0,16 olup, maksimum değer 0,17, minimum değer ise 0,13 şeklinde bulunmuştur. Teneke saklama kabında ortalama değer 0,11 olup, maksimum değer 0,12 minimum değer ise 0,08 şeklinde bulunmuştur. Genel ortalama değer 0,13 olup, maksimum değer 0,19 minimum değer ise 0,07 aralığında değişim göstermektedir. Bal örneklerine ait ortalama değerler Duncan çoklu karşılaştırma testine tabi tutulmuş ve gruplar arası fark istatistik olarak ($P < 0.01$) önemli bulunmuştur. Araştırmada tüm grupların % kül değerleri 0.07- 0,19 aralığında değişmiş, ortalama 0,13 olarak hesaplanmıştır. Hesaplanan bu değer; Crane (1975)'in

bildirdiği (0,04), Yılmaz ve Küfrevioğlu (2001)'nin bildirdikleri (0.1), Batu vd. (2013)'nin bildirdikleri (0.07), Buba vd. (2013)'nin bildirdiği (0.42), White (1980)'in bildirdikleri (0.169) ve Gül (2016)'ün bildirdiği (0.37) % kül değerleriyle uyumlu bulunmuştur.

4.4 Hidroksimetil Furfural (HMF) Analiz Sonuçları

Hidroksimetilfurfural (HMF) balda yapılan kimyasal analizler içerisinde önemli bir yere sahip olup bal kalitesini etkileyen önemli bir kriterdir. Yeni hasat edilmiş ballar ya hiç HMF içermez ya da çok düşük oranda HMF içerirler. HMF, fruktoz, glikoz gibi heksozların asidik ortamda parçalanması sonucu oluşan bir ürün olup, ısıtma sıcaklığı ve süresi, saklama koşulları ve süresi, toplam asitlik ve mineral içeriği balın HMF oluşumu etkileyen bazı faktörlerdir. Çalışmamızda kullanılan bal örneklerine ait HMF değerleri Çizelge 4.1'de verilmiştir. Çizelgede verilen değerler incelendiğinde balın HMF değeri; kontrol grubunda ortalama 13.046 ± 1.53 mg/kg olup, maksimum değer 18.25, minimum değer ise 9.85 şeklinde ölçülmüştür. Plastik saklama kabında muhafaza edilen balların ortalama HMF değeri 20.188 ± 2.15 mg/kg, maksimum değer 26.75, minimum değer ise 14.25 şeklinde ölçülmüştür. Cam saklama kabında ortalama HMF değeri 16.060 ± 0.20 mg/kg olup, maksimum değer 18.87, minimum değer ise 12.17 şeklinde ölçülmüştür. Pet saklama kabında ortalama değer 14.750 ± 0.99 mg/kg olup, maksimum değer 18.54, minimum değer ise 12.81 şeklinde ölçülmüştür. Teneke saklama kabında muhafaza edilen balda ortalama HMF değeri 13.762 ± 0.57 mg/kg olup, maksimum 15.25, minimum değer ise 12.41 şeklinde ölçülmüştür. Genel olarak tüm örneklere ait ortalama değer 15.518 ± 0.83 mg/kg olup maksimum değer 26.71, minimum değer ise 9.85 şeklinde ölçülmüştür. Grupların ortalama değerleri Duncan çoklu karşılaştırma testine tabi tutulmuş ve gruplar arası fark istatistik olarak ($P \Rightarrow 0.05$) önemli bulunmuştur. Çalışmamızda elde edilen HMF değerlerinin tamamı, Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği ve Avrupa Birliği standartlarına (< 40 mg/kg) uygun olmakla birlikte en yüksek HMF değeri Plastik (20.11) ve Cam (16.00) kaplarda muhafaza edilen ballarda görülmüştür. Araştırmadaki tüm grupların HMF değerleri 9.85 – 26.71 Aralığında değişmiş ve ortalama 15.52 mg/kg olarak hesaplanmış olup bu değer; Yılmaz ve Küfrevioğlu (2001)'nin bildirdiği (3.30) HMF değerinden, Şahinler ve Gül (2004)'ün bildirdiği (5.73) değerinden, Gül (2008, 2016)'in bildirdiği (8.44, 6.17) değerinden, Batu vd. (2013)'nin bildirdiği (5.50), Ceylan (2016)'in bildirdiği (2.85) HMF değerlerinden yüksek, Tolon (1999)'un bildirdiği (12.11) ve Çakır (2015)'in kontrol grubu için bildirdiği (16.63) HMF değeriyle uyumlu

bulunmuştur. Bu çalışmada bulunan HMF değerlerinin diğer araştırmacıların bildirdiği değerlerden yüksek olmasında balların en az bir yıl değişik saklama kaplarında bekletildikten sonra analiz edilmesinden kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

Çizelge 4.4. HMF analiz sonuçları

HMF Değerleri				
Muamele	n	X±Sx	Min	Max
1 (Plastik)	5	20,188±2,15	14,25	26,75
2 (Cam)	5	16,060±0,20	12,17	18,87
3 (Pet)	5	14,750±0,99	12,81	18,54
4 (Teneke)	5	13,762±0,57	12,41	15,25
5 (Kontrol)	3	13,046±1,53	9,85	18,25
Genel	23	15,518±0,83	9,85	26,71

*HMF değeri bakımından muamele grupları arasındaki fark istatistik olarak önemli bulunmuştur (P=>0.05)

4.5 Briks Değeri Bakımından Analiz Sonuçları

Brix değeri baldaki suda çözünür kuru maddeyi ifade etmekte olup; çalışmamızda bu değerler Refraktometre ile tayin edilmiştir. Çalışmamızda elde edilen brix değerleri Çizelge 4.5.1 de özetlenmiştir. Çizelgedeki değerler incelendiğinde balın briks değeri; kontrol grubunda ortalama 82.420±0.49 olup, maksimum değer 83.35, minimum değer ise 81.71 şeklinde bulunmuştur. Plastik saklama kabında ortalama değer 81.756±0.75 olup, maksimum değer 83.88, minimum değer ise 79.96 şeklinde bulunmuştur. Cam saklama kabında ortalama brix değeri 82.228±0.82 olup, maksimum değer 85.14, minimum değer ise 80.59 şeklinde bulunmuştur. Pet saklama kabında ortalama değer 83.364±0.85 olup, maksimum değer 85.40, minimum değer ise 81.22 şeklinde bulunmuştur. Teneke saklama kabında ortalama değer 80.902±0.81 olup, maksimum değer 83.90, minimum değer ise 78.92 şeklinde bulunmuştur. Genel ortalama değer 82.109±0.37 olup, maksimum değer 85.40, minimum değer ise 78.92 şeklinde bulunmuştur. Gruplara ait ortalama brix değerleri Duncan çoklu karşılaştırma testine tabi tutulmuş ve gruplar arası fark istatistik olarak (P>=0.05) önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.5. Briks değeri bakımından analiz sonuçları

Briks Değerleri				
Muamele	n	X±Sx	Min	Max
1(Plastik)	5	81,756±0,75	79,96	83,88
2(Cam)	5	82,228±0,82	80,59	85,14
3(Pet)	5	83,364±0,85	81,22	85,40
4(Teneke)	5	80,902±0,81	78,92	83,90
5(Kontrol)	3	82,420±0,49	81,71	83,35
Genel	23	82,109±0,37	78,92	85,40

Briks değeri bakımından muamele grupları arasındaki fark istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur ($P \geq 0.05$).

Tüm gruplara ait ortalama Brix değerleri 78.92- 85.40 aralığında değişmiş, ortalama 82.11 olarak hesaplanmıştır. Hesaplanan ortalama brix değeri Bilgen Çınar (2010)'ın bildirdiği (81.9), Doğan (2013)'ın bildirdiği (82.09), Batu vd. (2013)'nin bildirdiği (82.45), Çakır (2015)'in bildirdiği (82.07) Brix değerleriyle uyumlu bulunmuştur.

Çalışmamızda tüm gruplar için elde edilen brix değerleri Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği, Codex ve Avrupa Birliği standartlarına uygun bulunmuştur.

4.6 Diastaz Sayısı Bakımından Analiz Sonuçları

Diastaz baldaki önemli enzimlerden olup bala uygulanan ısı işlemleri belirlemede önemli bir ölçüt olarak kullanılmaktadır (Güler, 2017). Bu çalışmada araştırma materyalini oluşturan bal örneklerinden elde edilen diastaz sayıları Çizelge 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.6. Diastaz sayısı bakımından analiz sonuçları

Diastaz Değerleri				
Muamele	n	X±Sx	Min	Max
1(Plastik)	5	13,680±0,80	11,40	15,70
2(Cam)	5	12,120±1,11	8,88	14,90
3(Pet)	5	11,440±0,57	10,10	12,80
4(Teneke)	5	13,060±0,93	10,90	15,70
5(Kontrol)	3	11,367±1,30	9,60	13,90
Genel	23	12,417±0,80	8,80	15,70

Diastaz değeri bakımından muamele grupları arasındaki fark istatistik olarak önemsiz bulunmuştur ($P \geq 0.05$).

Diastaz sayısı bakımından analiz sonuçları incelendiğinde; kontrol grubu ortalama 11.367 ± 1.30 olup, maksimum değer 13.90, minimum değer 9.60 şeklinde bulunmuştur. Plastik saklama kabında ortalama değer 13.680 ± 0.80 olup, maksimum değer 15.70, minimum değer ise 11.40 şeklinde bulunmuştur. Cam saklama kabında ortalama değer 12.120 ± 1.11 olup, maksimum değer 14.90, minimum değer ise 8.80 şeklinde bulunmuştur. Pet saklama kabında ortalama değer 11.440 ± 0.57 olup, maksimum değer 12.80, minimum değer ise 10.10 şeklinde bulunmuştur. Teneke saklama kabında ortalama değer 13.060 ± 0.93 olup, maksimum değer 15.70, minimum değer ise 10.90 şeklinde bulunmuştur. Genel ortalama diastaz sayısı değeri 12.417 ± 0.80 olup, maksimum değer 15.70, minimum değer ise 8.80 şeklinde bulunmuştur. Duncan çoklu karşılaştırma testine tabi tutmuş ve gruplar arası fark istatistik olarak ($P \geq 0.05$) önemsiz bulunmuştur. Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği, FAO/Gıda Kodeksi ve Avrupa Birliği standartlarına göre balların diastaz sayısı en az 8 olması gerekmektedir. Arştırmada tüm örnekler için belirlenen diastaz sayısı 8'in üzerinde olup tüm standartlara uymaktadır. Düşük diastaz sayısı balda istenmeyen bir durum olmakla birlikte yüksek diastaz sayısında ballarda fermantasyonu hızlandıracağı için pek arzu edilmeyen bir durumdur (Tolon, 1999; Gül, 2008). Çalışmada kullanılan tüm grupların içerdikleri diastaz sayı değerleri 8.80- 15.70 arasında değişim göstermiş ve ortalama değer 12.42 olarak hesaplanmış olup; bu değer Günbey (2009)' in belirttiği (8.84) değer, Çetin vd. (2011)'in bildirdiği (8.93), Batu vd. (2013)'nin bildirdiği (13.9), Çakır (2015)'in bildirdiği (12.38) diastaz değerleriyle uyumlu bulunmuş; White (1980) tarafından bildirilen değerden (20.8), Şahinler ve Gül (2004)'ün bildirdikleri (17.9) değerden ve Gül (2016) tarafından bildirilen (17.9) diastaz değerinden düşük bulunmuştur.

4.7 Toplam Fenolik Madde Bakımından Analiz Sonuçları

Çalışmada tüm gruplar için belirlenen toplam fenolik madde değerleri Çizelge 4.7 de verilmiştir.

Çizelge 4.7. Toplam Fenolik madde bakımından analiz sonuçları

Toplam Fenolik Madde Değerleri				
Muamele	n	X±Sx	Min	Max
1(Plastik)	5	134,186±12,68*	114,97	180,50
2(Cam)	5	154,878±10,84	125,61	187,78
3(Pet)	5	178,186±11,58	147,70	216,30
4(Teneke)	5	183,874±19,62	115,50	237,03
5(Kontrol)	3	172,333±30,03	113,09	210,55
Genel	23	164,027±7,62	113,09	237,03

*: Toplam fenolik madde değeri bakımından muamele grupları arasındaki fark istatistik olarak önemsiz bulunmuştur ($P \geq 0.05$).

Toplam fenolik madde bakımından analiz sonuçları incelendiğinde; kontrol grubu ortalaması 172.333±30.03 olup, maksimum değer 210.55, minimum değer ise 113.09 şeklinde bulunmuştur. Plastik saklama kabında ortalama değer 134.186±12.68 olup, maksimum değer 180.50, minimum değer ise 114.97 şeklinde bulunmuştur. Cam saklama kabında ortalama değer 154.878±10.84 olup, maksimum değer 187.78, minimum değer 125.61 şeklinde bulunmuştur. Pet saklama kabında ortalama değer 178.186±11.58 olup, maksimum değer 216.30, minimum değer ise 147.70 şeklinde bulunmuştur. Teneke saklama kabında ortalama değer 183.874±19.62 olup, maksimum değer 237.03, minimum değer ise 115.50 şeklinde bulunmuştur. Duncan çoklu karşılaştırma testine tabi tutulmuş ve gruplar arası fark istatistik olarak ($P \geq 0.05$) önemsiz bulunmuştur. Tüm gruplar için toplam fenolik madde miktarı 113 – 237 arasında değişmiş olup ortalama fenolik madde miktarı 164,03 mg GAE/g olarak belirlenmiştir.

Çalışmamızda belirlenen ortalama değer (164,03) Çapar vd. (2013)'nin belirttiği (391.24) değerden düşük, Buba vd. (2013)'nin belirttiği (65.31) değerinden yüksek ve Akyol vd. (2015)'in bildirdiği (170.42) değerle uyumlu bulunmuştur. Çalışmada etkisine bakılan ambalaj malzemesinin toplam fenolik maddeye önemli bir etkisi olmamıştır.

4.8 İnvvert Şeker Analiz Sonuçları

Baldaki şeker kompozisyonunun önceden bilinmesi balın kristallenmeye yakınlığının belirlenmesinde ve balların doğal ya da ticari şeker katkısının belirlenmesinde oldukça önemlidir. Çalışmamızda kullanılan bal örneklerinin invert şeker oranları Çizelge 4.8 de verilmiştir.

Çizelge 4.8. İnvvert şeker bakımından analiz sonuçları

İnvvert Şeker Değerleri				
Muamele	n	X±Sx	Min	Max
1(Plastik)	5	54,736±3,47*	45,52	63,80
2(Cam)	5	53,374±3,20	45,51	62,49
3(Pet)	5	50,644±3,37	41,13	61,12
4(Teneke)	5	57,152±3,17	45,52	64,41
5(Kontrol)	3	45,640±7,71	30,21	53,37
Genel	23	52,8891±1,74	30,21	64,41

*: İnvvert şeker değeri bakımından muamele grupları arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($P \geq 0.05$).

Bal örneklerinde yapılan şeker analizi sonucunda elde edilen glikoz ve fruktoz değerlerinden invert şeker değeri hesaplanmış olup; bu değer ortalama olarak 52.89 olarak belirlenmiştir. İnvvert şeker bakımından analiz sonuçları incelendiğinde, kontrol grubu ortalaması 45.640 ± 7.71 olup, maksimum değer 53.37, minimum değer ise 30.21 şeklinde bulunmuştur. Plastik saklama kabında ortalama değer 54.736 ± 3.47 olup, maksimum değer 63.80, minimum değer ise 45.52 şeklinde bulunmuştur. Cam saklama kabında ortalama değer 53.374 ± 3.20 olup, maksimum değer 62.49, minimum değer ise 45.51 şeklinde bulunmuştur. Pet saklama kabında ortalama değer 50.644 ± 3.37 olup, maksimum değer 61.12, minimum değer ise 41.13 şeklinde bulunmuştur. Teneke saklama kabında ortalama değer 57.152 ± 3.17 olup, maksimum değer 64.41, minimum değer ise 45.52 şeklinde bulunmuştur. Genel ortalama değer 52.8891 ± 1.74 olup maksimum değer 64.41, minimum değer ise 30.21 şeklinde bulunmuştur. Grup ortalamaları arasındaki farklılığı belirlemek için Duncan çoklu karşılaştırma testine tabi tutulmuş ve gruplar arası fark istatistiksel olarak ($P \geq 0.05$) önemsiz bulunmuştur.

Çalışmamızda tesbit edilen ortalama invert şeker değerinin (52,89) Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği, Kodeks ve Avrupa Birliği (>60 (ÇB) >45 (SB) standartlarına göre biraz düşük olduğu belirlenmiştir. Ayrıca tesbit edilen invert şeker değeri Anupama vd. (2003)'nın bildirdiği (61.3 - 72.6), Ceylan (2016)'ın bildirdiği (% 62.35), Özcan ve Ölmez (2014)'in bildirdiği (51,31-68,30), Estevinho vd. (2012)'nin bildirdiği (67.8), Gomes vd.(2010)'nın bildirdiği (67.7), Gül (2008, 2016)'in bildirdiği (71.67, 70,56), Şahinler ve Gül (2004)'ün bildirdiği (66.20) değerlerden düşük, Şahinler vd. (2004)'nin bildirdiği (57.83) değer ile yaklaşık bulunmuştur.



BÖLÜM V

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma; değişik ambalaj kaplarında (Plastik, Pet, Cam ve Teneke) en az bir yıl süre ile muhafaza edilen balların biyokimyasal yapısında önemli bir değişim meydana gelip gelmediğinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür. Çalışmada biyokimyasal özellik olarak pH, asitlik, briks, % kül, diastaz, HMF, toplam fenolik madde ve invert şeker değerlerine bakılmış olup bu değerler sırasıyla; 3.88, 23.74 meq/kg, 82.10, 0.134, 12.42, 15.82 mg/kg, 164, 52.88 olarak hesaplanmıştır.

Biyokimyasal analiz sonuçlarına bakıldığında balların ambalajlanmasında kullanılan (Plastik, Pet, Cam ve Teneke) ambalaj malzemelerinin balların pH, asitlik, briks, diastaz, HMF, toplam fenolik madde ve invert şeker değerleri üzerine fazla bir olumsuz etkisi olmadığı tüm sonuçların Türk Gıda Kodeksi bal tebliği, Kodeks ve AB standartlara uygun olduğu görülmüştür. Tüm saklama kaplarındaki ballar kristallenmiş olup ambalaj kapları arasında balın kristallenmesi bakımından önemli bir farklılık olmamıştır.

Biyokimyasal analiz sonuçlarına baktığımızda Serbest asitlik, pH ve HMF bakımından gruplar arasındaki farklılıklar önemli bulunurken Briks, diastaz, toplam fenolik madde ve invert şeker değerleri bakımında gruplar arasındaki farklılık önemsiz bulunmuştur. Tüm bal örneklerinde bakılan biyokimyasal değerler kontrol grubuna göre farklı olması bekleme süresinin balların biyokimyasal değerleri üzerine etkili olduğunu göstermektedir. Farklı saklama kaplarında muhafaza edilen balların serbest asitlik, pH ve HMF değerleri üzerine etkileri önemli olmakla birlikte tüm balların standartlara uygun olduğu görülmüştür. Elde edilen değerlere bakıldığında tüm saklama kaplarının bal ambalajlamasında kullanılabilceğini aralarında çok büyük farklılık olmadığı söylenebilir.

KAYNAKLAR

Akyol, E., Dogan, H., Selamoglu Talas, Z., Akgül, H. and Unalan, A., “Determining the total antioxidant status and oxidative stress indexes of honey samples obtained from different phytogeographical regions in Turkey”, *Fresenius Environmental Bulletin*, 24(4), 1204-1208, 2015.

Akyol, E. and Kaftanoğlu, O., “Colony characteristics and the performance of caucasian (*Apis mellifera caucasica*) and Mugla (*Apis mellifera anatoliaca*) bees and their reciprocal crosses”, *Journal of Apicultural Research* 40(3-4), 11-15, 2001.

Akyol, E., Çakır, V., Battaloğlu, R., Selamoğlu, Z., Canpolat, E. ve İlk, S., “Farklı ısı işlem uygulamalarının (ultrasonik muamele ve benmari yöntemi) balların kristalize olması üzerine etkilerinin belirlenmesi”, *5. Uluslararası Muğla Arıcılık ve Çam Balı Kongresi*, Fethiye/Muğla, 1-5 Kasım, 2016a.

Akyol, E., Çakır, V., Yeninar, H., Ceylan, D.A. ve Yörük, A., “Farklı ısı işlem uygulamalarının (ultrasonik muamele ve benmari yöntemi) balların biyokimyasal yapısı üzerine etkilerinin belirlenmesi”, *5. Uluslararası Muğla Arıcılık ve Çam Balı Kongresi*, Fethiye/Muğla 1-5 Kasım, 2016b.

Anonim, Official Methods of Analysis of AOAC International. *16th edn., ed.P. Cunniff. AOAC International*, Arlington, Virginia, USA,1995.

Anonim., Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği, Tebliğ No: 201/582, 2013. <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2012/07/20120727-12.htm>. Erişim tarihi: 14.10.2016.

Anonymous, AOAC Official Method 920.181.Association of Official Analytica Chemists (AOAC), Official Method of Analysis, *Arlington:Association of Official Analytical Chemists,Inc.*, 2006b.

Anupama, D., Bhat, K.K. and Sapna, V.K., “Sensory and physico-chemical properties of commercial samples of honey”, *Food Research International*, 36, 183-191, 2003.

Arslan, İ., Kars ve Ardahan yörelerinde üretilen ve satışı sunulan ballarda naftalin kalıntısının araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, *Kafkas Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü*, Kars, s.35, 2008.

Ateş, Y., Bingöl ve yöresinde üretilen balların kimyasal incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Bingöl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Bingöl, s.22, 2014.

Austin, G.H., “Maltose content of Canadian honey sandits probable effects on crystallization”, *Tenth International Congress of Entomology*, Canada, 1958.

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

Belitz, H.D., Grosch, W., Food Chemistry, 2nd Edition Berlin Heidelberg, *Springer-Verlag*, Berlin, 1999.

Bilgen Çınar, S., Türk çam balının analitik özellikleri, Doktora Tezi, *Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, s.10-19, 2010.

Bogdanov, S., “Harmonised methods of the international honey commission (introduction and general comments on the methods) swiss bee research centre”. *FAM*, Liebefeld, CH-3003 Bern, Switzerland, 2002.

Brouwers, E. V. M., “Measurement of hypopharygeal gland activity in the honeybee”. *J. of Apic. Res.*, 21(4): 193-198, 1982.

Buba, F., Gidado, A. and Shugaba, A., “Analysis of biochemical compositio of honey samples from North-East Nigeria”, *Biochemistry & Analytical Biochemistry*, 2(3), 2013.

Burdurlu, H. S., Karadeniz, F., “Gıdalarda maillard reaksiyonu”, *Gıda*, 27(2):77-82., 2002.

Ceylan, D.A., Farklı bal çeşitlerinde ısıtma sıcaklığı, ısıtma ve depolama sürelerinin hmf ve diastaz sayısı üzerine etkileri, Doktora Tezi, *Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Hatay, s.15-20, 2016.

Codex Alimentarius Commission, 1970.

Crane, E., Honey: A comprehensive survey. *Heineman (in coop with IBRA)*, 608 pp, London, UK, 1975.

Çakır, V., Ultrasonik muamele ile balın kristalize olmasının kontrol edilebilirliği üzerine bir çalışma, Yüksek Lisans Tezi, *Niğde Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Niğde, 10-11, 2015.

Çakmak, İ., “Apiterapi”, *Uludağ Arıcılık Dergisi*,1(2)16-18, 2001.

Çapar, D. D., Akbulut, M., and Çoklar, H., “some physicochemical properties of pine honey in muğla and their changes during storage”, *International journal of Health Nutrition*, 4(3), 32-59, 2013.

Çetin, K., Alkın, E. ve Uçurum, H. Ö., “Piyasada satılan çiçek ballarının kalite kriterlerinin belirlenmesi”, *Gıda ve Yem Bilimi Teknoloji Dergisi*,11, 49-56, 2011.

Doğan, M., Ege Bölgesinde üretilen hayıt ve çam ballarında ısıtmanın ve depolama süresinin hidrosimetilfurfural miktarı ve diastaz sayısı üzerine etkileri, Yüksek Lisans Tezi, *Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Aydın, s.18-21, 2013.

Estevinho, L., Pereira, A. P., Moreira, L., Dias, L. D. and Pereira, E., “Antioxidant and antimicrobial effects of phenolic compounds extracts of Northeast Portugal honey”. *Food and Chemical Toxicology*, 46, (12): 3774-3779, 2008.

Estevinho, L. M., Feas, X., Seijas, J. A. and Vazquez-Tato, M.P., “Organic honey from Trás-Os-Montes region (Portugal): Chemical, palynological, microbiological and bioactive compounds characterization”. *Food and Chemical Toxicology*, (50), 258–264, 2012.

Fallico, B., Zappala, M., Arena, E. and Verzera, A., “Effects of conditioning on HMF content in unifloral honeys”. *Food Chemistry* 85, 305-313, 2004.

Fıratlı, Ç., Genç, F., Karacaoğlu, M. ve Gençer, H.V., “Türkiye’de arıcılığın karşılaştırmalı analizi, sorunlar-öneriler”, *Türkiye Ziraat Mühendisliği V. Teknik Kongresi*, Ankara, s.17-21, Ocak, 2000.

Genç, F. ve Dodoloğlu, A., “Arıcılığın Temel Esasları”. *Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi*, Erzurum, s.386, 2011.

Gomes, S., Dias, L.G., Moreira, L.L., Rodrigues, P. and Estevinho, L., “Physicochemical, microbiological and antimicrobial properties of commercial honeys from Portugal”. *Food and Chemical Toxicology*, (48): 544–548, 2010.

Gül, A., “Türkiye’de üretilen bazı balların yapısal özelliklerinin gıda güvenliği bakımından araştırılması”, Doktora Tezi, *Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Hatay, s.25-30, 2008.

Gül, A., “Türkiye’de üretilen bazı monofolalaral bal örneklerinin biyokimyasal özelliklerinin belirlenmesi”, *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 4(12): 1123-1126, 2016.

Günbey, V., S., Günbey, B., Güney, F. ve Yılmaz, Ö., “Ordu ili bal üreticilerinden elde edilen balların biyokimyasal yapısının incelenmesi”, *Arıcılık Araştırma Dergisi*, 2(4),20-23, 2010.

Günbey, B., “Yayla balı ile salgı balının yapısal özellikleri”. *Arıcılık Araştırma Enstitüsü*, 2009. http://www.aricilik.gov.tr/UserFiles/download/Arıcılık_Arastirma_Dergisi/2.Sayi.pdf (erişim tarihi, 03.09.2012).

Gündoğan, M., Muğla yöresi çam ballarının kimyasal analizleri, Yüksek Lisans Tezi, *Muğla Üniversitesi, Fen bilimleri Enstitüsü*. Muğla, s.12, 2009.

Güneş, N., Balın Bileşimi ve Kullanım Alanları, *2. Marmara Arıcılık Kongresi Bildiri Kitabı*, Yalova, 2003.

Güler, A., Bal Arısı Yetiştiriciliği, Hastalıkları ve Ürünleri, *Azım Matbacılık* Ankara, 2017.

Gürdal, M., Kireççi, S., Pirinççi, N., Sakız, D. ve Karaman, M. İ., “Greft ve Flep tedavisinde doğal balın yara iyileştirmesindeki etkisi”, *Türk Üroloji Dergisi*, s.52-57, 2003.

Haroun, M.I., Türkiye’de üretilen bazı çiçek ve salgı ballarının fenolik asit ve flavonoid profilinin belirlenmesi. Doktora Tezi, *Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, s.36-38, 2006.

Hışıl, Y. ve Bağdatlıoğlu, N., Süzme balların cam kavanozda değişik şartlarda saklanması sırasında şekerlerde meydana gelen değişimler, *Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu Mühendislik Araştırma Grubu Bildirisi*, Bornova, İzmir, 1989.

Kahraman, S. D., Süzme ballarda depolama sıcaklığının HMF değeri ve diastaz aktivitesi üzerine etkisi, Doktora Tezi, *Ankara Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, s.45-47, 2012.

Kandemir, İ., Kence, M. and Kence, A., “Mitochondrial DNA variation in honey bee (*Apis mellifera* L.) population from Turkey”, *Journal of Apicultural research and bee World*, 45(1),33-38, 2006.

Karabagias, I.K., Badeka, A.V., Kontakos, S., Karabournioti, S. and Kontominas, M.G., “Botanical discrimination of Greek unifloral honeys with physico-chemical and chemometric analyses”, *Food Chemistry*, 165, 181–190, 2014.

Karabournioti, S. and Zervalaki, P., “The effect of heating on honey HMF and invertase”, *Apiacta* 36(4), 177–181, 2001.

Karadal, F. ve Yıldırım, Y., “balın kalite nitelikleri, beslenme ve sağlık açısından önemi”, *Erciyes Üniversitesi, Veterinerlik Fakültesi Dergisi*, 9(3), 197-209, 2012.

Kayral, G., Yeni Teknik Arıcılık, 7, *İlim ve Edebiyat Eseri Sahipleri Yayını*, İstanbul, 2002.

Kekeçoğlu, M., Gürcan, E. K. ve Soysal, M. İ., “Türkiye arı yetiştiriciliğinin bal üretimi bakımından durum”, *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 4(2) 227-228, 2007.

Keskin, H., Besin Kimyası, *Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Yayınları*, Ankara, 1992.

Korkmaz, A., Anlaşılabilir Arıcılık, *Türker Matbaacılık*, Samsun, 2013.

Kowalski, S., “Changes of antioxidant activity and formation of 5-hydroxymethylfurfural in honey during thermal and microwave processing”. *Food Chemistry*, (141). 1378–1382, 2013.

Krell, R., “Value added products from beekeeping: FAO” *Agricultural Services*, Rome, Bulletin. 124, 10-11.

Lazarevic, K. B. A., Andrić, F., Trifković, J., Tešić, Ž. and Milojković-Opsenica, D., “Characterisation of Serbian unifloral honeys according to their physicochemical parameters”, *Food Chemistry*, (132), 2060–2064, 2012.

Lelebici, Z., Kayseri yöresinde bulunan bazı bal örneklerinde ağır metal kirliliğinin belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Kayseri, s.12-13, 2006.

Martin, R. A. P., Hortiguera, L. V., Lozano, P. L., Cortina, M.D.R. and Carretero, C. de Lo., “In vitro antioxidant and antimicrobial activities of Spanish honeys”, *International Journal of Food Properties*, 11, 727–737, 2008.

Meda, A., Lamien, C. E., Romito, M., Millogo, J., Nacoulma, O. G., “Determination of the total phenolic, flavonoid and proline contents in Burkina Fasa honeys as well as their radical scavenging activity”, *Food Chemistry*, 91, 571-577, 2005.

Merin, U., Bernstein, S. and Rosenthal, I., “A parameter for quality of honey”, *Food Chemistry*, Vol 63, Issue 2, 241-242, 1998.

Molan, P.C., Balın Modern Tıpta Kullanımı, Çeviren: Mustafa Civan, *Teknik Arıcılık*, 67, 2000.

Marinova M, Gurgulova K, Kalinova G. and Todorov M., “Investigation on the honeydew honeys collected from theregion of Strandja”. *1st World Honeydew Honey Symposium*, Tzarevo, Bulgaria, s. 26-27, 2008.

Mundo, M., Padilla-Zakour, O. I. and Worobor, W., “Growth inhibition of foodborne pathogens and food spoilage organisms by select raw honeys”, *International Journal of Food Microbiology*, 97(1), 2004.

Mutlu, C., Erbaş, M. ve Arslan Tontul, S., “Bal ve diğer arı ürünlerinin bazı özellikleri ve insan sağlığı üzerine etkileri”, *Akademik Gıda Dergisi*, 15(1),77-80, 2017.

Naskali Gürsoy, E. ve Altun Oytun, H., Arı ve Bal. *Tarihçi Kitabevi*, İstanbul, 2013.

Ölmez, Ç., Türkiye’de üretilen farklı çiçek ve salgı bal çeşitlerinin bazı kalitatif ve besinsel özellikleri. Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya, s.29-31, 2009.

Ötleş, S., “Bal ve bal teknolojisi (kimyası ve analizleri)”, *Alaşehir Meslek Yüksekokulu Yayınları*, No:2, İzmir, s.89, 1995.

Özcan, M. M. and Ölmez, Ç., “Some qualitative properties of different monofloral honeys”. *Food Chemistry*, (163), 212–218, 2014.

Özkök, A., Muğla Bölgesinde üretilen çam balı ve propolis’in mikroskobik. organoleptik ve kimyasal analizi, Doktora Tezi, *Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*. Ankara, s.12-16, 2009.

Pehlivan, T., Türkiye’de üretilen bazı monofloral balların antioksidan ve antibakteriyel özelliklerinin belirlenmesi. Doktora Tezi, *Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Hatay, s.27-29, 2015.

Perez-Arquillue, C., Conchello, P., Arino, A., Juan, T., Herrera, A., “Quality evaluation of Spanish rosemary (*Rosemarinus ofcinalis*) honey”, *Food Chemistry*, 51, 207-210, 1994.

Persano Oddo, L., Piazza, M.G., Sabatini, A.G. and Accorti, M., “Characterization of unifloral honeys”, *Apidologie*, 26. 453–465, 1995.

Polat, G., Farklı lokasyon ve orijinlere sahip balların reolojik, fizikokimyasal karakteristikleri ve mineral içeriklerinin belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya, s.26-28, 2007.

Raminez Cervantes, M. A., Gonzales Novelo, S. A. and Saur Duch, E., “Effect of the temporary thermic treatment of honey on variation of the quality of the same during storage”, *Apiacta*, 35(4): 162–170, 2000.

Rios, A. M., Novoa, M. L. and Vit, P., “Effects of extraction, storage conditions and heating treatment on antibacterial activity of Zanthoxylum fagara honey from, Cojedes, Venezuela”, *Rev Cientifica*, 11 (5): 397-402, 2001.

Ruoff, K., Luginbühl, W., Künzli, R., Iglesias, M.T., Bogdanov, S., Bosset, J.O., Ohe, K., Ohe, W. and Amado, R., “Authentication of the botanical and geographical origin of honey by mid infrared spectroscopy”, *J. Agric. Food Chem.*, 54(18), pp 6873-6880, 2006.

Saldamlı, İ., Gıda Kimyası, *Hacettepe Üniversitesi Yayınları*, Ankara, 1998.

Sorkun, K., Türkiye'nin nektarlı bitkileri, polenleri ve balları, *Palme Yayınevi*, Ankara, 2008.

Sorkun, K., Yılmaz, B., Akyol, E. ve Özkırım, A., Yaşam için arılar, *Türkiye Arı Yetiştiricileri Merkez Birliği*, Ankara, 2014.

Soria AC, Gonzales M, De Lorenzo C. and Martinez -Castro, Sanz J., “Characterization of artinasal honeys from Madrid (Central Spain) on the basis of their melissopalynological, physicochemical and volatile composition data”, *Food Chem.*, 85, 121-130, 2004.

Sönmez, B., “Balın insan sağlığındaki yeri ve önemi”, *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 5(3), 127-130, 2004.

Sunay, A.E., Balda orijin tespiti, Yüksek Lisans Tezi, *İ.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, s. 2, 2006b.

Sunay, A.E., Balda antibiyotik kalıntısı sorunu, *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 4, 143-148, 2006a.

Şahinler, N., Gül, A., Akyol, E. and Öksüz, A., “Heavy metals, trace elements and biochemical composition of different honey produced in Turkey”, *Asian Journal of Chemistry*. 21(3), 1887-1896, 2009.

Şahinler, N., Şahinler, S. and Gül, A., “Biochemical composition of honey produced in Turkey”, *Journal of Apicultural Research*, 43(2):53-56, 2004.

Takenaka, T. and Echigo, T., “Changes in enzyme activity during the storage of honey”, *Bulletin of the Faculty of Agriculture, Tamagawa University*, 14:19-25, 1974.

Tebliğ No:2005/49, Anonim, *Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği*, 2005.

Tebliğ No: 2012/58, Anonim, *Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği*, 2012.

Terrab, A., Diez, M. and Heredia, F.J., “Characterization of Moroccan unifloral honeys by their physicochemical characteristics”, *Food Chemistry*, 79:373-379, 2002.

Tolon, B., Muğla ve yöresi çam ballarının biyokimyasal özellikleri, Doktora Tezi, *Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, İzmir, 1999.

TSE 3036, Anonim, Bal Standardı, *Türk Standartları Enstitüsü*, 2002.

White, J. W., Subers, M.H. and Shepart, A.Y., “The identification of inhibine, the antibacterial factor in honey, as hydrogen peroxide, and its origin in a glucose-oxidase system”, *Biochim. Biophys. Acta*, (73), 57-70, 1963.

White, J. W., Composition of honey. In Crane, E (ed) honey: a comprehensive survey. *Heinemann*, London, UK.157–206, 1975.

White, J. W., Composition of honey. in honey: variation in the potency of antibacterial activity, *Bee A Comprehensive Survey* ed. Crane, E. pp: 157-206. World, 73: 59-76. London: *Heinemann*, 1979.

White, J. W. and Doner, L.W., “Honey composition and properties”, *Beekeeping in The United States Agriculture Handbook*, Number 335: 82 – 91, 1980.

White, J. W., “The Role of HMF and diastase assays in honey quality evaluation”, *Bee World*, (75), 104-117, 1994.

White, J. W., Honey, in the hive and the honey bee, eds. Graham, J.M., *Dadant and Sons. Inc., Ohio*, p: 869-918, 2003.

Yılmaz, H. and Yavuz, Ö., “Content of some trace metals in honey from South-Eastern Anatolia”. *Food Chemistry*, 65(4), 475- 476p, 1999.

Yılmaz, H. and Küfrevioğlu, İ., “Composition of honeys collected from Eastern and South-Eastern Anatolia and effect of storage on hydroxymethylfurfural content and diastase activity”, *Turkish Journal of Agricultural & Forestry*, 25, 347-349, 2001.

ÖZ GEÇMİŞ

05.09.1990 tarihinde Niğde'nin Çamardı ilçesinde doğdu. İlk ve orta öğretimini Niğde'de tamamladı. 2010 yılında girdiği Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümünden 2014 yılında mezun oldu. 2014 yılında başladığı yüksek lisans çalışmalarına Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalında devam etmektedir



