



T.C
Niğde Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Biyoloji Anabilim Dalı

ULTRASONİK MUAMELE İLE BALIN KRİSTALİZE OLMASININ KONTROL
EDİLEBİLİRLİĞİ ÜZERİNE BİR ÇALIŞMA

VOLKAN ÇAKIR

Nisan 2015

T.C
NİĞDE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

ULTRASONİK MUAMELE İLE BALIN KRİSTALİZE OLMASININ KONTROL
EDİLEBİLİRLİĞİ ÜZERİNE BİR ÇALIŞMA

VOLKAN ÇAKIR

Yüksek Lisans Tezi

Danışman
Doç.Dr. Ethem AKYOL

Nisan 2015

Volkan ÇAKIR tarafından **Ethem AKYOL** danışmanlığında hazırlanan “**Ultrasonik Muamele ile Balın Kristalize Olmasının Kontrol Edilebilirliği Üzerine bir Çalışma**” adlı bu çalışma jürimiz tarafından Niğde Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Biyoloji** Ana Bilim Dalı’nda Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Doç. Dr. Ethem AKYOL (Niğde Üniversitesi)

Üye :Doç. Dr. Zeliha SELAMOĞLU (Niğde Üniversitesi)

Üye : Yrd. Doç. Dr. Duran ÖZKÖK (Erciyes Üniversitesi)

ONAY:

Bu tez, Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunca belirlenmiş olan yukarıdaki jüri üyeleri tarafından/..../20.... tarihinde uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulu’nun/..../20.... tarih ve sayılı kararıyla kabul edilmiştir.

...../...../20...

Doç. Dr. Murat BARUT
MÜDÜR

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.

Volkan ÇAKIR



ÖZET

ULTRASONİK MUAMELE İLE BALIN KRİSTALİZE OLMASININ KONTROL EDİLEBİLİRLİĞİ ÜZERİNE BİR ÇALIŞMA

ÇAKIR, Volkan
Niğde Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Biyoloji Anabilim Dalı

Danışman: Doç.Dr. Ethem AKYOL

Nisan 2015, 65 sayfa

Bu çalışma 2011-2013 yılları arasında Kayseri ve Adana illerinden farklı arıcılardan toplanan bal örneklerine uygulanan Ultrasonik Banyo muamelesi ile balların kristalize olmasının kontrol edilebilirliği ve biyokimyasal yapılarında bir değişim olup olmadığının belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür. Çalışma kapsamında Kayseri ve Adana illerinden 2011 ve 2012 yıllarına ait bal örnekleri temin edilmiştir. Temin edilen bal örnekleri 2013 yılında Ultrasonik banyo muamelesine ve Benmari usulü ısıtma işlemine tabi tutulmuş ve daha sonra oda sıcaklığında muhafaza edilmiştir. Bu işlemten itibaren yaklaşık bir yıl bekledikten sonra tüm bal örneklerinin kristallenip kristallenmediklerine bakılmış ve sonra kimyasal analizleri yapılmıştır. Kimyasal analizlerde balların nem, kül, pH, asitlik, EC, HMF, diastaz, invert şeker ve sakkaroz içerikleri araştırılmıştır. Bu analizler neticesinde tüm bal örneklerinin ulusal ve uluslararası standartlara uyduğu ve genel olarak güvenilir olduğu kanaatine varılmıştır.

Anahtar Sözcükler: Bal, biyokimyasal, kristallenme, ultrasonik muamele

SUMMARY

A STUDY ON DETERMINING THE CONTROL OF HONEY CRISTALIZATION WITH ULTRASONIC APPLICATION

CAKIR, Volkan

Nigde University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Biology

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Ethem AKYOL

April 2015, 65 pages

This study was conducted to determine whether the contrabability of honey cristalization that collected from Adana and Kayseri' beekeepers at 2011 and 2013 years. In addition, it was investigated the biochemical composition of the honey samples. Honey Samples were collected Kayseri and Adana between 2011 and 2013 years. Supplied honey samples were subjected to ultrasonic bath treatment and bains-marie heating process in 2013 and then was kept at room temperature about one year. After waiting about one year from this process it was examined whether or not the cristalization of all honey samples and biochemical analysis were performed. In biochemical analysis, the moisture, ash, pH, acidity, EC, HMF, diastase, invert sugar and sucrose contents of honey samples were investigated. All honey samples in this analysis result to comply with national and international standarts and has concluded that there is generally reliable.

Keywords: Honey, biochemical, cristalization, ultrasonic treatment

ÖN SÖZ

Bu yüksek lisans tez çalışması, ultrasonik banyo uygulaması ile ballarda kristalleşmenin kontrol edilebilirliği ve balların biyokimyasal yapısında bir değişim olup olmadığının belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür.

Yüksek lisans tez konumun belirlenmesinde ve çalışmamın her aşamasında bana her türlü desteği sağlayan, değerli fikir ve katkılarıyla ışık tutan ve yönlendiren danışman hocam, Sayın Doç. Dr. Ethem AKYOL'a, toplanan balların biyokimyasal analizlerinde desteklerini esirgemeyen N.Ü. Fen Edebiyat Fakültesi öğretim üyesi Yrd.Doç.Dr. Rıfat BATTALOĞLU'na, Tarım Bilimleri ve Teknolojileri Fakültesi Uzmanlarından Sedef İLK ve Elif CANPOLAT'a, bilgileri ve yakın ilgisiyle bana yol gösteren Sayın Prof.Dr. Sibel Silici ve Sayın Doç.Dr. Zeliha Selamoğlu Talas'a, en zor çalışma anlarımda yanımda destek olan ve desteğini hiçbir zaman çekmeyeceğine inandığım eşim Özlem Elçioğlu Çakır'a ve değerli aileme, bal örneklerinin toplanması esnasında yardımlarını esirgemeyen Kayseri'li arıcılara ve Kayseri Arıcılar Birliği başkanına ve bu çalışmaya FEB 2013/13 numaralı proje ile destek sağlayan Niğde Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimine ve çalışanlarına katkılarından dolayı teşekkürlerimi sunuyorum.

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	iv
SUMMARY	v
ÖNSÖZ.....	vi
İÇİNDEKİLER DİZİNİ	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	xi
FOTOĞRAF DİZİNİ	xiii
SİMGE VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xiv
BÖLÜM I GİRİŞ	1
BÖLÜM II GENEL BİLGİLER	4
2.1 Balların Kimyasal Bileşenleri	4
2.2 Balın Fiziksel Özelliği	8
2.2.1 Higroskopik özelliği.....	8
2.2.2 Renk	8
2.2.3 Viskozite	8
2.2.4Yoğunluk.....	9
2.2.5 Kırılma oranı	9
2.2.6 Optik sapma	9
2.2.7 Elektriği iletkenlik.....	9
2.2.8 Nem (%)	9
2.3 Biyolojik Özellikleri	10
2.3.1 Tat ve aroma.....	10
2.3.2 Balın kristalizasyonu (Donması, şekerlenmesi).....	10
2.4 Antibakteriyel ve Antienflamatuar Etkileri	12
2.5 Antioksidan Etki	13
2.6 Yara ve Yanık Tedavisine Etkisi	13
2.7 Balın Kullanım Alanları	13
2.8 Önceki Çalışmalar.....	14

2.8.1 Balın biyokimyasal analizleri konusunda yapılan önceki çalışmalar	14
BÖLÜM III MATERYAL VE METOT.....	19
3.1 Materyal.....	19
3.1.1 Bal örneklerinin temini	19
3.1.2 Araştırmada kullanılan cihaz ve laboratuvar malzemeleri.....	19
3.1.2.1 Biyokimyasal analizlerde kullanılan cihazlar	19
3.1.2.2 Biyokimyasal analizlerde kullanılan çözeltiler.	20
3.2 Metot	20
3.2.1 Bal örneklerinin biyokimyasal analize hazırlanması	20
3.2.2 Asitlik ve pH analizi	21
3.2.3 Suda çözünür kuru madde analizi	21
3.2.4 Kül analizi	22
3.2.5 Diastaz sayısı analizi	22
3.2.6 Hidroksimetilfurfural(HMF) analizi	22
3.2.7 Toplam fenolik madde içeriğinin belirlenmesi	22
3.2.8 İvert şeker analizi	23
3.2.9 Sakkaroz tayini.....	24
BÖLÜM IV ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	25
4.1 pH İle İlgili Bulgular.....	25
4.1.1 A Grubu (2012 yılı Kayseri balları).....	25
4.1.2 B Grubu (2011 yılı donmamış Kayseri balları).....	26
4.1.3 C Grubu (2011 yılı donmuş Kayseri balları).....	26
4.1.4 D Grubu (2013 yılı donmuş Adana balları)	27
4.2 Serbest Asitlik ile ilgili Bulgular	28
4.2.1 A Grubu (2012 yılı Kayseri balları).....	28
4.2.2 B Grubu (2011 yılı donmamış Kayseri balları).....	29
4.2.3 C Grubu (2011 yılı donmuş Kayseri balları).....	30
4.2.4 D Grubu (2013 yılı donmuş Adana balları)	30
4.3 Brix Değeri ile İlgili Bulgular	31
4.3.1 A Grubu (2012 yılı Kayseri balları).....	31
4.3.2 B Grubu (2011 yılı donmamış Kayseri balları).....	32
4.3.3 C Grubu (2011 yılı donmuş Kayseri balları).....	33
4.3.4 D Grubu (2013 yılı donmuş Adana balları)	34

4.4 % Kül ile İlgili Bulgular	35
4.4.1 A Grubu (2012 yılı Kayseri balları).....	35
4.4.2 B Grubu (2011 yılı donmamış Kayseri balları).....	35
4.4.3 C Grubu (2011 yılı donmuş Kayseri balları).....	36
4.4.4 D Grubu (2013 yılı donmuş Adana balları)	37
4.5 Diastaz Sayısı ile İlgili Bulgular	38
4.5.1 A Grubu (2012 yılı Kayseri balları).....	38
4.5.2 B Grubu (2011 yılı donmamış Kayseri balları).....	39
4.5.3 C Grubu (2011 yılı donmuş Kayseri balları).....	40
4.5.4 D Grubu (2013 yılı donmuş Adana balları)	40
4.6 HMF ile İlgili Bulgular	41
4.6.1 A Grubu (2012 yılı Kayseri balları).....	41
4.6.2 B Grubu (2011 yılı donmamış Kayseri balları).....	42
4.6.3 C Grubu (2011 yılı donmuş Kayseri balları).....	43
4.6.4 D Grubu (2013 yılı donmuş Adana balları)	44
4.7 Toplam Fenolik Madde İçeriği Analizi ile İlgili Bulgular.....	45
4.7.1 A Grubu (2012 yılı Kayseri balları).....	45
4.7.2 B Grubu (2011 yılı donmamış Kayseri balları).....	45
4.7.3 C Grubu (2011 yılı donmuş Kayseri balları).....	46
4.7.4 D Grubu (2013 yılı donmuş Adana balları)	47
4.8 İnvvert Şeker (%) Analizi ile İlgili Bulgular	48
4.8.1 A Grubu (2012 yılı Kayseri balları).....	48
4.8.2 B Grubu (2011 yılı donmamış Kayseri balları).....	49
4.8.3 C Grubu (2011 yılı donmuş Kayseri balları).....	49
4.8.4 D Grubu (2013 yılı donmuş Adana balları)	50
4.9 Sakkaroz Tayini ile İlgili Bulgular	51
4.9.1 A Grubu (2012 yılı Kayseri balları).....	51
4.9.2 B Grubu (2011 yılı donmamış Kayseri balları).....	52
4.9.3 C Grubu (2011 yılı donmuş Kayseri balları).....	53
4.9.4 D Grubu (2013 yılı donmuş Adana balları)	53
4.10 Uygulanan Muamele Gruplarına Göre Balların Kristalize Olma Oranları.....	54
BÖLÜM V SONUÇ VE ÖNERİLER	57
KAYNAKLAR	59

ÖZGEÇMİŞ	66
----------------	----

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1. Çiçek ve salgı balının bileşimi	4
Çizelge 2.1. Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği'ne göre balların genel özellikleri	14
Çizelge 4.1 A grubu pH analiz sonuçları	25
Çizelge 4.2 B grubu pH analiz sonuçları	26
Çizelge 4.3 C grubu pH analiz sonuçları	27
Çizelge 4.4 D grubu pH analiz sonuçları	28
Çizelge 4.5 A grubu serbest asitlik sonuçları	29
Çizelge 4.6 B grubu serbest asitlik sonuçları.....	29
Çizelge 4.7 C grubu serbest asitlik sonuçları.....	30
Çizelge 4.8 D grubu serbest asitlik sonuçları	31
Çizelge 4.9 A grubu brix sonuçları	32
Çizelge 4.10 B grubu brix sonuçları	33
Çizelge 4.11 C grubu brix sonuçları	33
Çizelge 4.12 D grubu brix sonuçları	34
Çizelge 4.13 A grubu % kül sonuçları	35
Çizelge 4.14 B grubu % kül sonuçları	36
Çizelge 4.15 C grubu % kül sonuçları	36
Çizelge 4.16 D grubu % kül sonuçları	37
Çizelge 4.17 A grubu diastaz sayısı sonuçları	38
Çizelge 4.18 B grubu diastaz sayısı sonuçları	39
Çizelge 4.19 C grubu diastaz sayısı sonuçları	40
Çizelge 4.20 D grubu diastaz sayısı sonuçları	41
Çizelge 4.21 A grubu HMF analiz sonuçları	42
Çizelge 4.22 B grubu HMF analiz sonuçları	42
Çizelge 4.23 C grubu HMF analiz sonuçları	43
Çizelge 4.24 D grubu HMF analiz sonuçları	44
Çizelge 4.25 A grubu toplam fenolik madde içeriği analiz sonuçları	45
Çizelge 4.26 B grubu toplam fenolik madde içeriği analiz sonuçları.....	46
Çizelge 4.27 C grubu toplam fenolik madde içeriği analiz sonuçları.....	46
Çizelge 4.28 D grubu toplam fenolik madde içeriği analiz sonuçları	47

Çizelge 4.29 A grubu invert şeker (%) analiz sonuçları	48
Çizelge 4.30 B grubu invert şeker (%) analiz sonuçları	49
Çizelge 4.31 C grubu invert şeker (%) analiz sonuçları	49
Çizelge 4.32 D grubu invert şeker (%) analiz sonuçları	50
Çizelge 4.33 A grubu sakkaroz (%) tayini sonuçları	51
Çizelge 4.34 B grubu sakkaroz (%) tayini sonuçları	52
Çizelge 4.35 C grubu sakkaroz (%) tayini sonuçları	53
Çizelge 4.36 D grubu sakkaroz (%) tayini sonuçları	53
Çizelge 4.37 Ultrasonik banyo yöntemi ve Benmari usulü ısıtılan ballarda kristalize olma oranları	55

FOTOĞRAF DİZİNİ

Fotoğraf 2.1 Kristalleşmiş bal örnekleri	11
Fotoğraf 3.1 Laboratuvar ortamında kristalize olan ballar	19
Fotoğraf 3.2 Çalışma öncesi hazırlanan ballar.....	21

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler	Açıklama
Cu	Bakır
Fe	Demir
H	Hidrojen
H ₂ O ₂	Hidrojen Peroksit
HCl	Hidroklorik Asit
M	Molar
mg	Miligram
Mn	Mangan
Ni	Nikel
OH	Hidroksil
OH	Hidroksil radikali
O ₂	Süperoksit radikali
Pb	Kurşun
Se	Selenyum
Zn	Çinko
NaOH	Sodyum Hidroksit

Kısaltmalar	Açıklama
ÇB	Çiçek Balı
EC	Elektriksel İletkenlik
FAO	Gıda Tarım Örgütü
g	Gram
kg	Kilogram
HMF	Hidroksimetilfurfural
mM	Milimolar
µl	Mikrolitre
lt	Litre

mL	Mililitre
nm	Nanometre
SB	Salgı Balı
SA	Serbest Asitlik
TSE	Türk Standartları Enstitüsü
TP	Toplam Fenolik Madde
TGK	Türk Gıda Kodeksi
WHO	Dünya Sağlık Örgütü
Meq	Miliequivalent
vd	ve diğerleri

BÖLÜM I

GİRİŞ

Türkiye coğrafik konumu dolayısıyla farklı iklim özellikleri, zengin florası ve koloni varlığı ile büyük bir arıcılık potansiyeline sahiptir. Arıcılık faaliyetleri sonucu üretilen ürünler; bal, polen, propolis, arı sütü ve balmumudur. Bal insanoğlu tarafından çok eski zamanlardan bu yana tüketilmekte olan besin olmasına karşın; diğer arı ürünlerinin değeri ise son yıllarda yapılan araştırmalarla önem kazanmıştır.

Bal, bitkilerin çiçeklerinde bulunan nektarın veya bitkilerin canlı kısımlarıyla ile bitki üzerinde yaşayan bazı böceklerin şekerli salgılarının, bal arıları tarafından toplanması, vücutlarında bileşimlerinin değiştirilip içerisine bazı maddeler karıştırdıktan sonra petek gözlerine depo edilmesi ve burada fazla suyunun uçurulması ile hazırladıkları koyu kıvamlı tatlı besin maddesidir (Günbey, 2010).

Türk Gıda Kodeksi (TGK) bal tebliğine göre bal; bitki nektarlarının, bitkilerin canlı kısımlarının salgılarının veya bitkilerin canlı kısımları üzerinde yaşayan bitki özsuyu emici böceklerin sindirim atıkları olansalgılarının bal arısı tarafından toplandıktan sonra kendine özgü maddelerle birleştirilerek değişikliğe uğrattığı, su içeriğini düşürdüğü ve petekte depolayarak olgunlaştırdığı doğal ürün olarak tanımlanmaktadır (Anonim, 2012a).

İnsan sağlığı ve beslenmesi yönünden önemli bir gıda ve arı ürünü olan bal, Türk Standartları Enstitüsü tarafından ise; “Bitkilerin çiçeklerinde bulunan nektarların ya da bitkilerin canlı kısımlarından yararlanarak bazı eşkanatlı böceklerin salgıladığı tali maddelerin bal arıları tarafından toplanması, vücutlarında bileşimlerinin değiştirilip petek gözlerine depo edilmesi ve buralarda olgunlaşması sonucunda meydana gelen tatlı bir üründür şeklinde tanımlanmıştır.

Bal, başlıca glikoz ve fruktoz olmak üzere farklı şekerleri içerisinde bulundurur. Balın rengi, su beyazından koyu kahverengiye kadar değişebilir. Bal, akıcı, viskoz, kısmen ya da tamamen kristalize olabilir. Balın tadı ve aroması balın menşesine ve bitkinin türüne göre değişir.

Bal, yüzyıllardır geleneksel biçimde insanlar tarafından kullanılmış önemli bir besin kaynağıdır. Doğada yaşayan canlılar arasında çalışkanlığı ve ürettiği bal ile dikkati çeken arılar insanoğlunun varoluşundan daha eskilere dayanan bir geçmişe sahiptir. Konya sınırlarında yer alan Çatalhöyük'te M.Ö. 9.000–8.000 yıllarına ait ilkel mimaride konutların iç duvar fresklerinde görülen çiçekler ve üzerlerindeki böcek resimleri balın insanlar tarafından tüketildiğini gösteren en eski kanıtlar içerisinde yer alır (Mellaart, 2003). Günümüzde bal, insanlar tarafından gerek besin kaynağı, gerek tatlandırıcı, gerekse de değişik sağlık problemlerine karşı kullanılan ve bilinirliği en fazla olan arı ürünüdür.

Bir arı ürünü olarak balın bu bilinirliği, geçmiş zamanlardan günümüze kadar çok farklı alanlarda kullanılmasından (gıda, sağlık, kozmetik vs.) ve tarımsal faaliyetlerin önemli bir ayağını oluşturmasından ileri gelmektedir. Geçmişten günümüze arıcılık ve bal konusunda üreticilerin ve tüketicilerin edindiği tecrübeler balın çeşitliliğine de yansımıştır. Öyle ki bugün artık balın bölge yada bitki kaynağına bakılarak onlarca bal türünden bahsedilmektedir. Üretildiği kaynağa göre balları içerisindeki polen veya polenlerin birbirine karşı görece yoğunluğuyla birbirinden ayrılan monofloral (tek baskın çiçek), veya multifloral (birbiri aralarında baskın olmayan çiçekler) bal olarak sınıflandırabiliriz.

Monofloral (unifloral) bal, kovanlarının bulunduğu alanın florasında baskın olan çiçek türünün nektarlarının arılar tarafından toplanarak bala dönüştürülmesi ile elde edilir ve bu bal, balın içeriğine polen açısından katkıda bulunan baskın bitki türünün adı ile isimlendirilir. Multifloral (polifloral) bal ise birkaç botanik kaynağa sahip ballardır. Ancak bu balları oluşturan çiçek türlerinden hiçbiri baskın değildir. Yurt dışında monofloral ballar multifloral ballara nazaran daha yüksek fiyatlarda tüketime sunulmaktadır (Anonymous, 2001b).

Dünyada yaklaşık 74 milyon koloni ile 1,4 milyon ton bal üretimi yapılırken Türkiye 2013 yılı itibariyle yaklaşık 6 milyon koloni varlığı ve 95 bin ton/yıl bal üretimi ile dünya sıralamasında üst sıralarda yer almaktadır (Anonim, 2013).

Türkiye dünya üzerindeki bal veren nektarlı bitkilerin 3/4'üne sahiptir. Pamuk, kestane, kır çiçeği, narenciye, ayçiçeği, geven, ülkemizdeki en önemli bal çeşitleri arasındadır (http://www.tarimtv.gov.tr/HD984_turkiye-bal-uretiminde-dunyada-2--sirada.html).

Balın tüketici tarafından en çok aranan ve istenen özelliği tat ve kokusudur. Bal farklı oranda çeşitli şekerleri içerdiğinden tatlılık derecesi farklı olabilir. Kokusu da bitki türlerine göre büyük değişim gösterir (Doğaroğlu vd., 2012). Bal insan sağlığına yararlı birçok makro ve mikro bileşenler içermektedir. Bu bileşim; bitkisel ve coğrafi kaynaktan, mevsim ve çevresel iklim koşullarındaki değişimlerden etkilenmektedir. Bal içerdiği bileşenler sayesinde insan sağlığına pekçok olumlu etki göstermektedir.

Bu çalışma özellikle ülkemizde bal tüketicileri için en büyük problemlerden olan kristalleşme sorununun çözümü için kristalleşmiş balların tekrar sıvı hale getirilmesinde veya balların kristalleşmesinin önlenmesinde farklı sıcaklıklarda uygulanan ultrasonik banyo yönteminin etkinliğini ve bu yöntemin balların biyokimyasal yapısına etkisinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür.

BÖLÜM II

GENEL BİLGİLER

2.1 Balların Kimyasal Bileşimleri

Balın kimyasal bileşimi ve kalitesi arıların çevresinde bulunan bitki örtüsüne, bu bitki örtüsünden aldıkları nektar tipine ve miktarına, bölgenin coğrafik konumuna, yükseltisine, ısı değişimlerine, arı kaynaklarının saflığı gibi birçok özelliğe bağlıdır (Efem, 1988).

Ballar floral kaynağına göre çiçek ve salgı balları olarak sınıflandırılmaktadır (Genç ve Dodoloğlu, 2011). Gül (2008)'e göre; Crane (1975) tarafından yapılan çalışma çiçek ve salgı ballarının kimyasal içeriği hakkında genel olarak bilgi vermektedir (Çizelge 1.1).

Çizelge 1.1. Çiçek ve salgı balının bileşimi (Crane 1975; Gül'2008'den)

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
Diastaz	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

Ayrıca, yapılan bazı çalışmalarda ortalama olarak balın; % 20 nem, % 76 şeker, % 0.18 kül, % 1 gibi küçük miktarlarda fitokimyasal maddeler (başlıca flavonoidler ve fenolik bileşikler), proteinler, enzimler, organik asitler (glukonik asit), aminoasitler (lisin, histidin, arginin, aspartik asit, serin, glutamik asit, prolin, glisin, alanin, valin, metionin, lösin, izolösin, triosin, fenilalanin, triptofan), mineral maddeler (K, Na, Ca, Mg, Fe, Cu, Mn, Cl, P, S, SO₂, I), vitaminler (riboflavin, pantotenik asit, niasin, tiamin, pirodoksin, askorbik asit), enzimler (amilaz, katalaz, glikoz oksidaz, sakkaroz, invertaz, beta glikozidaz, fosfotaz), lipitler ve aroma maddelerinden oluştuğu belirtilmektedir (Crane, 1975; Yaniv ve Rudich, 1996; Sunay vd., 2003; Silici, 2004; Şahinler vd., 2004; Gül, 2008; Alvarez-Suarez vd., 2010).

Peteklerdeki olgunlaşmış bal belli bir miktarda nem içermektedir. Balın olgunlaşmasında (nem miktarı) hava şartları ve nektarın orijinal nem miktarı rol oynamaktadır (White ve Doner, 1980). Balın nem içeriği olgunlaşmış ballarda % 18-20 dolaylarındadır. Nem içeriği daha fazla olan balların fermantasyonu daha hızlı olmaktadır. Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği, Kodeks Alimentarius Komisyonu Bal Standardı ve Avrupa Birliği kriterlerine (2001/110/EC) göre baldaki nem oranı en fazla % 20 olmalıdır (Karadal ve Yıldırım, 2012).

Genç ve Dodoloğlu (2011)'na göre; ballar taşıdıkları nem oranına göre üç gruba ayrılmaktadır. Buna göre;

I.sınıf ballar: Nem oranı en fazla % 17.8

II.sınıf ballar: Nem oranı en fazla % 18.6

III.sınıf ballar:Nem oranı en fazla % 20.0 olan ballar olarak kategorize edilmiştir.

Balın % 70-80'i şekerlerden oluşmaktadır. Bu oranın % 80-90'ını glikoz ve fruktoz oluşturmaktadır (Genç ve Dodoloğlu, 2011). Başka bir deyişle balın kuru ağırlığının % 95'ini başta fruktoz ve glikoz oluşturur. Balda yaklaşık 25 farklı di-trisakkarit olmakla birlikte, total karbonhidratların toplamda % 5-10 kadarını oligosakkaritler meydana getirmektedir (Bogdanov ve ark., 2008). Baldaki şeker içeriği balın elde edildiği kaynağa ve arıların salgıladıkları enzimlerin aktivitelere bağlıdır (Genç ve Dodoloğlu, 2011). White vd. (1961) yaptıkları bir çalışmada balın yaklaşık 2 yıl depolanması durumunda balda mevcut monosakkaritlerin % 9'unun kompleks disakkarit ve yüksek

şekerlere dönüştüğünü belirtmişlerdir. Ayrıca bu araştırmada balların depolama süresi arttıkça yapılarındaki serbest glikoz ve fruktoz miktarı düşerken, baldaki fruktoz/glikoz oranında da artış gözlemlendiği rapor edilmiştir. Balda genel olarak fruktoz oranı glikozdan fazladır (Austin, 1958). Glikoz oda sıcaklığındaki glikoz monohidrat yapısına dönüşerek balı kristalleştirme eğilimindedir (Cavia vd., 2002). Fruktoz/glikoz oranı 1.0-1.2 arasında iken kristalizasyon çabuk, 1.3 veya daha fazlaysa kristalizasyon geç olmaktadır. Yani baldaki fruktoz/glikoz oranı büyüdükçe baldaki kristalizasyon azalmaktadır (Austin, 1958; Merin vd., 1998; Genç ve Dodoloğlu, 2011). Balın kristalize olmasında etkili parametrelerden bir diğeri de glikoz/su oranıdır. Bu oran 1.70 ve daha küçük ise bu tip ballar çok geç kristalize olurken, glikoz/su oranı 2.10 olan ballar çok çabuk kristalize olmaktadır (Ruoff vd., 2006; Genç ve Dodoloğlu, 2011). Bu gibi durumlarda balın fiziksel ve kimyasal yapısında bazı istenmeyen değişimler (kristalizasyon, fermantasyon) olmakta ya da balın raf ömrü azalmaktadır.

Balın pH'sı 3.5-5.5 arasında değişim göstermektedir (Bogdanov vd., 2004). Balın pH değeri, baldaki iyonize asitlere ve mineral maddelere bağlıdır. Bu değer, balda mikroorganizma gelişimine ve enzimatik aktiviteye etki etmektedir (White, 1962; White, 1975; Chandlervd., 1974; Estupinãñ, 1998; Cavia vd., 2007'dan). Salgı ballarının kaynağı olan bitki öz suyunda yüksek miktarda mineral tuzu (kül) bulunduğundan daha düşük bir aktif asitlik (yüksek pH değeri) elde edilmektedir (White ve Doner, 1980)

Balın asitliğini belirleyen başlıca faktörler organik asitler ve mineral maddelerin yanı sıra aminoasitler, peptitler ve karbonhidratlardır (Ötleş, 1995). Ayrıca balda bulunan enzimler asit oluşumuna neden olmaktadır (Crane, 1975). Baldaki en önemli asit glukonik asittir. Glukonik asit glikoz oksidaz enziminin faaliyeti sonucu oluşmaktadır (White ve Doner, 1980). Baldaki glikoz oksidaz enzimini arılar balın olgunlaştırılması esnasında bala eklemektedir (White, 2003). Genel olarak balın yapısındaki diğer asitler; formik, butirik, asetik, sitrik, oksalik, süksinik, laktik, malik, maleik, glikolik, kitoglutarik, pirüvik, tartarik, piroplutomik, 2-3 fosfogliserik, glukoz-6-fosfat ve gliserofosfatdır (White ve Doner, 1980; Tolon, 1999). Balların asitlik derecesi malik asit olarak ölçülmektedir. Bu değer genel olarak % 0.1 ile % 0.4 arasında değişim gösterir (Keskin, 1982; Gül, 2008'den). Baldaki serbest asitlerin artışı balda fermantasyon olayının gerçekleştiğine dair kimyasal bir gösterge olarak kabul

edilmektedir (Crane,1975; Yao vd., 2004; Cavia vd., 2007; Álvarez-Suárez, 2010; Karadal ve Yıldırım, 2012). Bal ile ilgili yapılan birçok çalışmaya göre, balda bulunan mayalar tarafından baldaki şekerler alkollere dönüştürülmektedir. Bu nedenle balın fermantasyonu sırasında zamanla serbest asitlikte artış gözlenir (Gonnet, 1965; White, 1975; Huidobro ve Simal, 1984; Jiménez, 1994; Bath ve Singh, 2000, Caviavd., 2007’ den). Serbest asit miktarı Türk Gıda Kodeksi, AB ve Kodeks’e göre 1000 g balda 50 meq’ den fazla olmamalıdır (Anonim, 2012; Anonymous, 2001a; Anonymous 2001b). Toplam asitlik ise serbest asitlik ve laktonların toplamı olarak ifade edilmektedir (Cavia vd., 2007). Laktonlar, hidroliz olarak asit oluşturduğu için rezerv asit olarak kabul edilebilmektedir.

Bal üzerine yapılan çalışmalarda ortaya konulan bir diğer parametre de kül tayinidir. Kül, bal yakıldıktan sonra kalan materyal olup mineral maddeyi temsil etmektedir. Azot ve enzimler de dahil olmak üzere (nişastayı parçalayan diyastaz enzimi gibi) protein materyalinin bir ölçüsüdür. Azot içeriğini yansıtan aminoasitler ve protein içeriği de salgı ballarında çiçek ballarından fazla miktarlardadır (White ve Doner, 1980).

Balda bulunan enzimlerin bir kısmı bitki kaynaklı olup büyük bir kısmı ise arılar tarafından bala ilave edilmektedir. Enzimler, canlı hücrelerde birçok reaksiyonun gerçekleşmesini sağlayan protein yapılı moleküllerdir. Balda bulunan en önemli enzim şüphesiz ki invertaz enzimidir. Bu enzim nektardaki sakkarozu invert şekere (glukoz ve fruktoz) çevirir. Baldaki diğer bir önemli enzim de diastaz (amilaz) dır. Nektar nişasta içermediği için diastazın fonksiyonu tam anlamıyla bilinmemektedir (White, 2003). Arıların bu enzimi polenin içeriğinde bulunan nişastayı sindirmek için kullandıkları düşünülmektedir (White,1979). Balda diastaz dahil olmak üzere enzimler yaklaşık 35°C’de tahrip olmaktadır (Bogdanov vd., 2008). Analizlerde diastaz bala uygulanan ısı işlemi belirlemede önemli bir ölçüt olarak kullanılmaktadır (Genç ve Dodoloğlu, 2011). Yapılan çalışmaların müşterek sonucu olarak diastaz ve invertaz enzimlerinin kaynağının arıların tükürük salgıları olduğu bildirilmektedir (Vit ve Pulcini, 1996; Won vd., 2009’dan). Katalaz, glukoz oksidaz ve fosfataz da balda bulunan diğer enzimlerdir (White, 1979; White, 2003). Glukoz oksidaz enzimi ise glukozu okside ederek glukonolaktona ve glukonik aside çevirir. Baldaki bu asitlik oluşumu balın fermantasyona karşı dayanıklılığını sağlamaktadır (Krell, 2001, White, 2003’dan). Baldaki diğer bir önemli enzim de katalazdır. Baldaki katalaz enzimi ise hidrojen

peroksiti oksijen ve suya dönüştürür (White vd. 1963, Schepartz, 1964, Rios vd., 2001'dan).

2.2 Balın Fiziksel Özelliği

2.2.1 Higroskopik özelliği

Bal higroskopik bir madde olup bulunduğu ortamın rutubet durumuna göre ortamdan nem çekme veya bulunduğu ortama nem verme özelliğine sahiptir. Balın havadan rutubet alması onun özel yapısına, şeker muhteviyatına ve içerisindeki rutubet yani su miktarına bağlıdır. Havada nem oranı %55-60 olduğu zaman balda su miktarı %17-18 civarında olmaktadır. Eğer balın bulunduğu ortamdaki havanın nem oranı %58'in üzerinde ise, bal denge noktasına gelinceye kadar ortamdaki nemi kendine çeker, havanın nem oranı %58 den aşağı düştükçe bal kendi suyundan bir miktarını ortama verir. Bu özelliğinden dolayı ballar muhafaza edilirken muhafaza edildiği ambalaj malzemesi ve bulunduğu ortamın nem durumuna dikkat edilmelidir.

2.2.2 Renk

Balın rengi arılar tarafından toplanan nektar kaynağına göre değişiklik gösterir. Berrak bir renkten koyu kahverengiye kadar bir varyasyon mevcuttur. Örneğin; ayçiçeği balı yumurta sarısı, kestane balı kırmızımsı, okaliptus balı gri, narenciye balı açık sarı, şalba balı beyaz renk tonlarına çok yakındırlar. Bal rengini nektarda bulunan pigment ve flavonoidlerden alır. Flavonoidler bala antioksidan özellik kazandırır. Kestane balı fazla flavonoid madde içermesi sebebiyle antioksidan özelliği yüksek olan bir baldır. Koyu renkli ballar mineral madde ve aroma bakımından daha zengindirler.

2.2.3 Viskozite

Düşük su oranı ve yüksek şeker içeriği ile aşırı doymuş(süpersadure) bir çözelti olan bal yüksek bir viskoziteye sahiptir. Isıtma ile balın viskozitesi önemli ölçüde düşürülebilir ancak yüksek sıcaklık baldaki enzim ve vitaminleri olumsuz etkilediğinden tavsiye edilmez.

2.2.4 Yoğunluk

Bir maddenin yoğunluğu bir birim hacimdeki ağırlığıdır. Bir başka ifade ile bir hacim maddenin ağırlığının aynı hacimdeki su ağırlığına oranıdır. Balın yoğunluğu; kaynağına, bekleme süresine, üretim sezonuna ve üretim tekniğine göre değişmekle birlikte iyi bir balın yoğunluğu en az 1.41 olması gerekir.

2.2.5 Kırılma oranı

Işığın maddedeki hızının havadaki hızına oranıdır. Bu özellik balın su içeriğinin belirlenmesinde kullanılır.

2.2.6 Optik sapma

Optik sapma balın polarize ışığı sağa yada sola kırma özelliğidir. Çiçek ballarında bulunan şekerlerin polarize ışığı sola kırmalarına karşın, salgı balları sağa kırmaktadır. Bu nedenle optik sapma, bal şekerlerinin analizinde kullanıldığı gibi, bal içerisinde salgı balı bulunup bulunmadığını belirlemede kullanılmaktadır.

2.2.7 Elektriği iletkenlik

Balın kül içeriği ile elektriği iletkenliği arasında doğrusal bir ilişki vardır. Balın bu özelliği bugünkü koşullarda balın üretildiği bitki kaynağını ve kül oranının belirlenmesinde yararlanılan bir özelliğidir. Genelde balın kül ve asit içeriği üzerinden belirlenir. Asit ve kül içeriğinin artması elektriği iletkenliğini artırır.

2.2.8 Nem (%)

Bal içeriğindeki % su oranı olarak bilinmektedir. Baldaki nem oranı balın içeriğini oluşturan kısımlardan birisidir ve bu sebeple sadece kompozisyonu ile ilgili bir kriterdir. Ballarda nem oranı yalnız kalite testinde veya sınıflandırılmasında değil, aynı zamanda kristalize olması veya fermantasyonu yönünden önem arz eder. Su miktarı % 17-18 olan ballar olgunlaşmış bal olarak kabul edilir. Yetiştirici şartlarında balın olgunlaşp

olgunlaşmadığının en sağlıklı tespit yöntemi, ballı çerçevelerin her iki yüzünün 3/4'lük kısmının arı tarafından sırlanmış olmasıdır.

2.3 Biyolojik Özellikleri

2.3.1 Tat ve aroma

Bal çeşitlerinin tat ve aroması kaynağına göre büyük değişim gösterir. Tat ve aroma gerek üretici gerekse tüketici açısından büyük öneme sahiptir. Balın bileşimini oluşturan şekerlerin değişik oranlarda bulunması ve bu şekerlerin farklı tatlılıkta olması tat ve aromanın farklı olmasına neden olur. Balın ihtiva ettiği su oranının da tat üzerinde etkisi vardır. Balın kokusu da alındıkları bitki türüne bağlı olarak değişim gösterir. Arzu edilen durum balın elde edildiği bitki türüne özgü tat ve kokuyasahip olmasıdır. Karma(multifloral) balların kendine özgü tat ve aroması bulunmayacağından, genel olarak bu balların hoşça gidecek tat ve aromada olması arzu edilir. Bala özel bir koku ve aroma veren maddelerin esas kaynağı bitkisel yağlardır. Bunların bazıları terpen bazıları ise aldehit olarak adlandırılmıştır. Balın rengi ile aroması arasındaki ilişki belirlenmiş ve açıkrenkli balların aromalarının daha fazla olduğu belirlenmiştir. Bal ithalatçısı olan ülkelerin büyük çoğunun monofloral olarak nitelenen tek bitkiye özgü bala olan talepleri, bu balların kendilerine özgü tat ve aromaya sahip olmalarındandır. Koyu renkli balların açık renklilere göre daha ağır tat ve aromalı oldukları bilinir. Balın hasat, işleme ve depolama süresince ısıtma, ışığa maruz kalma ve bekletme gibi etmenler tat ve aromanın değişimine neden olabilmektedir.

2.3.2 Balın kristalizasyonu (Donması, şekerlenmesi)

Kristalizasyon balın katılaşıp akıcılığını az veya tamamen kaybetmesi olarak tanımlanmakta ve balın doğal bir özelliği olarak bilinmektedir. Kristalizasyon şekli ve süresi balın elde edildiği bitki kaynaklarına ve depolama şartlarına göre büyük değişim gösterir. Bazı ballar çok kısa sürede kristalize olurken bazı ballar neredeyse hiç kristalize olmamaktadır. Bal süpersature diğer bir ifade ile aşırı doymuş bir çözelti olması nedeniyle sıvı halde kalması çok zor olmakta, sürekli katı hale geçme eğilimi göstermektedir.

Doyma noktası üzerindeki glikoz, kristal hale geçerek balın şekerlenmesini sağlar. Genel olarak tüm doğal ballarda fruktoz miktarı glikoz miktarından fazladır. Fruktoz/glikoz oranı arttıkça şekerlenme gecikir veya gerçekleşmez. Fruktoz/glikoz oranı azaldıkça şekerlenme hızlanır. Fruktozun glikoza oranı 1.0-1.2 arasındayken kristallenme hızlı olurken, bu oran 1.3 veya daha yüksek olduğunda kristallenme gecikmektedir.

Şekerlenmeyi etkileyen bir diğer faktör ise baldaki glikoz/su oranıdır. Glikoz/su oranı 1.70 veya daha az olan bal şekerlenmezken, bu oran 2.10'dan fazla olduğunda bal çok kısa sürede şekerlenmektedir. Örneğin; yonca, pamuk, ayçiçeği, kavun ve püren balları çok çabuk şekerlenirken, adaçayı, tupelo, orman gülü, hardal ve salgı (çam) balları oldukça zor şekerlenmektedir. Arılara verilen sakaroz (çay şekeri)'un balın şekerlenmesi ile bir ilgisi olmadığı gibi şekerlenen veya granüle olan balada kötü bal demek doğru değildir. Ülkemizde kristalleşen ballara hileli bal gözüyle bakılması kesinlikle yanlış bir durumdur. Balın granüle olması tamamen doğal bir olay olup balın elde edildiği kaynağa ve saklama koşullarına göre değişmekle birlikte tüm ballar kristalleşebilir.



Fotoğraf 2.1.Kristalleşmiş bal örnekleri

Balın şekerlenip şekerlenmemesi üzerine; balın su, glikoz ve fruktoz oranları, balın depolanma sıcaklığı, depolama sıcaklığının dalgalanması ve balda bulunan polen gibi katı partiküllerin miktarı etkili olmaktadır. Balın fruktoz oranı düşerken glikoz oranının artması şekerlenmeyi destekler. Ancak, son yapılan çalışmalarda balın şekerlenme

eğiliminin belirlenmesinde daha çok glikoz/su oranı üzerinde durulmaktadır. Buna göre, glikoz/su oranı 1.7'den daha düşük balların şekerlenmediği, bu oranın 2.1'den daha yüksek olan balların ise kısa sürede şekerlendiği bildirilmektedir. Balın kristalleşmesi için en uygun sıcaklık 14-15°C civarındadır. Havaların soğuk olmasından ziyade balın bulunduğu ortamda ani ısı değişimleri balın kristalleşmesini hızlandırmaktadır. Balın kristalleşmesini engellemek için bir çok yöntem önerilmekte ise de bunların bir kısmı balların doğal yapısını bozarak besin değerini düşürmekte bir kısmı ise pratik değildir. Kristalleşmiş balları mümkünse o haliyle tüketmek en doğru yol olmakla birlikte illaki sıvı hale getirilmek isteniyorsa balı bulunduğu kavanozla birlikte Benmari usulü sıcak su banyosuna tabi tutmak mümkündür. Balın bulunduğu kap doğrudan soba veya ateş üzerine koyulursa bal içerisindeki enzimler, vitaminler ve bala aroma veren aromatik yağ asitleri parçalanarak yok olurlar. Baldaki diastaz aktivitesi azalır ve balda hidroksimetilfurfural (HMF) miktarı artar. Doğal balda HMF miktarı en fazla 40 mg/kg olmalıdır. Bazı ülkelerde kristalize ballar daha fazla tercih edilmektedir. Eğer kristaller ufak ise granül hale gelen bal krem veya tereyağı görünümünde olur ve bu tür ballar oldukça değerlidir. Kristalize olacak süzme balın içerisine %5-10 oranında ince kristalli bal ilave edilerek 13-15°C' de muhafaza edilirse süzme ballar yüksek kaliteli kristalize bal haline gelir. Kristalleşme ne kadar kısa zamanda olursa kristaller o kadar ince olur ve balın kalitesi yükselir.

2.4 Antibakteriyel ve Antienflamatuar Etkileri

Balın antibakteriyel etkisi içerdiği bileşenlere ve balın botanik kökenine dayanmaktadır. Balın düşük su aktivitesi bakterilerin oluşumunu engellemektedir. İçeriğindeki glikoz oksidaz enzimi tarafından üretilen antibakteriyel hidrojen peroksitten baldaki katalaz enzim aktivitesine bağlı olarak peroksit üretilmektedir. Bal içerdiği yüksek şeker konsantrasyonu, hidrojen peroksit, flavonoidler ve fenolik asit sayesinde insanlarda hastalık oluşturan birçok bakteri için uygun olmayan bir ortam oluşturmaktadır. Çok sayıda bal türü için, genelde patojen olan bakterilerde hem bakteri gelişimini durduran hemde bakteri öldürücü etkileri bildirilmiştir. Balın antienflamatuar etkisi ise iltihaplı bölgede serbest radikallerin oluşumunu engelleyerek göstermesi şeklindedir. İnflamasyon azaltıcı etkisi balın antibakteriyel özelliği yada doğrudan antienflamatuar özelliği ile oluşabilmektedir.

2.5 Antioksidan Etki

Bal zararlı yan etkileri olmayan doğal bir üründür. Balın antioksidatif etkisi yapısında bulundurduğu askorbik asit ve diğer fenolik enzim bileşenleri ile sağlanmaktadır. İçerdiği flavonoid ve karotinoidleri de içermektedir. Bu bileşiklerin yüksek seviyelerde olması balın antioksidan düzeyinde yüksek olmasını sağlamakta ve bazı kronik hastalıkların önlenmesinde oldukça etkin olabilmektedir.

2.6 Yara ve Yanık Tedavisine Etkisi

Bal, bakteriler üzerine asidik yapısı ve yoğun şeker konsantrasyonu ile iki yönlü etkili olmaktadır. Yüksek şeker konsantrasyonunun ozmotik etkisi sonucu bakterilerin hücre suyu bal tarafından çekilmekte ve su kaybeden bakteriler ölmektedir. Bal bir çok bakteriye karşı etkili olmakta ve bu bakteriler bal içinde herhangi bir gelişme gösterememektedir. Ayrıca yaraya dıştan uygulanması durumunda hava almayı engellemesiyle yara ve yanıkların iyileşmesini hızlandırmaktadır. Yanıklarda ve enfeksiyonlu yaralarda bal kullanılması yaraların temiz ve steril hale gelmesini sağlamakta, böylece yaraların daha çabuk kapanmasına sebep olmaktadır. Balın yüksek oranda hidrojen peroksit oluşturabilme özelliği nedeniyle tarih boyunca iyileşmeyen yaraların tedavisinde kullanımına neden olmuştur.

2.7 Balın Kullanım Alanları

Bal öncelikle gıda maddesi olarak tüketilmekle birlikte bunun dışında tıpta ülser, gastrit, yara ve yanıkların tedavisinde, pastacılık, şekerleme, helva, dondurma, bebek maması, bisküvi, çikolata, meyve suları ve fermente süt üretim sanayinde, et ürünlerinin muhafazasında, eczacılık sektöründe, ilaçların tatlandırılmasında, sirke yapımında tütün sanayinde ve puro yapımında, kozmetik sanayinde ve şampuan yapımında kullanılmaktadır.

Besin amaçlı kullanılan ballarda en büyük sorun balların kristalleşmesidir. Özellikle ülkemizde kristalleşen ballar sahte yada kalitesiz bal olarak değerlendirildiğinden bal satıcıları balların kristalleşmesini önlemek için balı ısıtarak ince filtrelerden geçirip sonra ambalajlama işini yaparlar. Bu işlem balın kristalleşmesini engeller veya geciktirir

ancak balın ısıtılma işlem görmesi ve filtre edilmesi balın besin değerinin önemli oranda zarar görmesine neden olur.

Bal ısıtılacaksa bile içerisindeki enzim ve vitaminlerin olumsuz etkilenmeyeceği düşük ısılarda ve bulunduğu kapla birlikte Benmari usulü ısıtılması gerekmektedir.

2. 8 Önceki Çalışmalar

2.8.1 Balın biyokimyasal analizleri konusunda yapılan önceki çalışmalar

Türk Gıda Kodeksinin Bal Tebliği'nde bal; "Bitki nektarlarının, bitkilerin canlı kısımlarının salgılarının veya bitkilerin canlı kısımları üzerinde yaşayan bitki emici böceklerin salgılarının bal arısı *Apis mellifera* tarafından toplandıktan sonra kendine özgü maddelerle birleştirilerek değişikliğe uğrattığı, su içeriğini düşürdüğü ve petekte depolayarak olgunlaştırdığı doğal ürünü" şeklinde tanımlanmaktadır (Anonim, 2005).

Balın tanımlanmasında kullanılan başlıca kimyasal özellikler; nem içeriği, pH değeri ve asitlik, kül içeriği ve enzim aktivitesi, hidroksi metil furfural (HMF) içeriği ve antioksidan aktivitesidir (Çınar, 2010).

Türk Gıda Kodeksinin Bal Tebliği'nde belirlenmiş bazı biyokimyasal parametrelere ait değerler çizelge 2.1'de gösterilmiştir.

Çizelge 2.1 Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği'ne (2012/58) göre balların genel özellikleri

	Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği	Codex	EU
Suda çözünmeyen madde	≤ %0.1(ÇB) ≤ %0.1(SB)	≤ %0.1(ÇB) ≤ %0.5(SB)	≤ %0.1(ÇB) ≤ %0.5(SB)
Diastaz sayısı	≥8(ÇB) ≥8(SB)	≥8(ÇB) ≥8(SB)	≥8(ÇB) ≥8(SB)
HMF	≤ 40 mg/kg(ÇB) ≤ 40 mg/kg(SB)	≤ 40 mg/kg(ÇB) ≤ 40 mg/kg(SB)	≤ 40 mg/kg(ÇB) ≤ 40 mg/kg(SB)
İnvert şeker	≥65 (Ç B) ≥ 45 (S B)	≥65 (Ç B) ≥ 45 (S B)	≥65 (Ç B) ≥ 45 (S B)
Sakkaroz	≤ % 5(ÇB) ≤ %10(SB)	≤ % 5(ÇB) ≤ %10(SB)	≤ % 5(ÇB) ≤ %10(SB)
Serbest asitlik	≤ 50 meq/ kg(ÇB) ≤ 50 meq/ kg(SB)	≤ 50 meq/ kg(ÇB) ≤ 50 meq/ kg(SB)	≤ 50 meq/ kg(ÇB) ≤ 50 meq/ kg(SB)

Bal; ana bileşen olarak karbonhidrat ve su içerir. Bunların dışında organik asitler, aminoasitler, proteinler, uçucu bileşenler, enzimler ve fenolik bileşenler içermektedir (Boyacıoğluvd., 2012).

Suda çözünebilir kuru madde miktarı “Briks” olarak tanımlanır. Briks derecesi, ağırlıkça suda çözünen maddelerin yüzdesidir ve balın briksi daha çok içediği şekerlerden kaynaklanmaktadır (Caviavd., 2002). Balın doğal briks derecesinin % 78.8-84.0 arasında ve ortalama 81.9 dolayında olduğu belirtilmektedir (Çınar, 2010). Batu vd., araştırmalarında çiçek ballarının briks değerlerinin %81.13 ile % 84.50 aralığında olduğunu , ortalamasının ise % 82.45 olduğunu saptamışlardır.

Balın pH'ı 3.4- 6.1 aralığındadır. Ortalama pH' ı ise 3.9 dur. Balın yapısında asetik asit, butirik asit, sitrik asit, formik asit, glukonik asit, laktik asit, malik asit, maleik asit, oksalik asit, piroplutomik asit, süksinik asit, glikolik asit, kitoglutarik asit, pirüvik asit, tartarik asit, 2-3 fosfogliserik asit, gliserofosfat ve glikoz 6 fosfat bulunmaktadır. Glikoz oksidaz enziminin faaliyeti sonucunda oluşan glikonik asit en önemli bal asitidir. Baldaki asit miktarı pH ve titre edilebilen toplam asitliğin belirlenmesi ile saptanır (Tolon, 1999). Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği'ne göre baldaki asitlik miktarı en fazla 50 meq/kg olabilmektedir. Balın asitliği, mikroorganizmalara karşı kararlılığı arttırırken arılar, bala formik asit ilave ederek balın olgunlaşmasını sağlamaktadır (Günbey ve ark., 2010).

Balın kalite kontrolünde en önemli parametre serbest asittir. Bal içerisinde bulunan mayalar fermentasyon esnasında baldaki şekerleri ve alkolleri asitlere dönüştürürler. Bu sebeple balın serbest asitliğinde fermentasyon sürecinde artış görölmektedir (Caviavd., 2007).

Yılmaz vd.,(1999) çalışmalarında balın pH' ını 3.8; serbest asitlik değerini ise 22.3 meq/kg olarak belirlemişlerdir.

Balın başlıca bileşenlerinden olan karbonhidratlar kuru maddenin % 95'ini oluşturur. Glikoz ve fruktoz balın başlıca karbonhidrat bileşenleridir (Zh,2013). Bal bu yüksek şeker içeriği sebebiyle kolay bozulmayan bir üründür ve kullanılabilirliğini uzun süre korur (Doğaroğluvd.,2012).

Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği'nde invert şeker; herhangi bir hidroliz işlemine tabi tutulmadan hesaplanabilen, çoğunluğu fruktoz olup, fruktoz ve glikozdan oluşan monosakkaritler şeklinde tanımlanmaktadır. Günbey (2010) ve arkadaşları Ordu iline ait üreticilerden aldıkları balların biyokimyasal analizlerinde invert şeker oranını % 56.25 ile %87.94 arasında, ortalama % 69.86 olarak saptamışlardır. Balın içeriğindeki ortalama sakkaroz oranı ise % 4.2 olarak belirlenmiştir. Balların uzun süre depolanması, invert şeker değerinin yüksek olmasına etki etmektedir .

Yılmaz vd., (1999) çalışmalarında balların ortalama invert şeker oranını % 70.3; sakkaroz oranını ise % 1.8 olarak belirlemişlerdir.

Bal, ana bileşen olan karbonhidrat ve su dışında organik asitler, aminoasitler, proteinler, uçucu bileşenler, enzimler ve fenolik bileşenler içermektedir.

Balın bekletilmesi ve ısıtılması sırasında fruktozun parçalanması ile oluşan Hidroksimetilfurfural (HMF) koyu renkli olduğundan ısı ve süreç balın renginde koyulaşmaya neden olmaktadır (Doğaroğlud., 2012).

Balın içeriğinde düşük miktarda da olsa zararlı mikroorganizmalar bulunabilir. Bunların başlıcaları; mayalar, küfler ve sporlu bakterilerdir. Balın kristalize olması; yapısal özelliklerini de etkilemektedir. Bal kristalize olduğunda maya gelişimine karşı da savunmasız kalmaktadır. Isıl işlem bala pastörizasyon amacıyla uygulanır. Amaç mikrobiyal büyümeyi inhibe etmek ve balı sıvılaştırmaktır. (Kabbani, <http://www.icef11.org/content/papers/aft/AFT974.pdf>).

Balın ısıtılması sonucu meydana gelebilecek bazı değişiklikler renkte koyulaşma, diastaz aktivitesinde azalma ve HMF düzeyinde artıştır. HMF değeri ve diastaz sayısı balın uzun süre veya kötü koşullarda depolandığını ve/veya uzun süre yüksek sıcaklığa maruz kaldığını belirten bir parametre olarak kullanılmaktadır. HMF; kolayca ölçülebilmesi, taze balda hemen hemen hiç bulunmaması, balın kompozisyonu ve tipine bağlı olmaması nedeni ile en sık kullanılan parametrelerden birisidir. HMF, fruktoz, glikoz gibi heksozların asidik ortamda parçalanması sonucu oluşan bir üründür. HMF oluşumu etkileyen bazı faktörler; ısıtma sıcaklığı ve süresi, depolama koşulları, balın

tipi ve ph, toplam asitlik, mineral içeriği gibi kimyasal özelliklerdir (Boyacıoğluvd., 2012).

Balın olgunlaştırılması sırasında bal arıları tarafından salgılanan diastaz ısı ile kolayca parçalanabilmektedir (Günbeyvd., 2010). Diastaz; 100 gr balda bulunan amilaz enzimlerinin 38-40°C'de 1 saat içerisinde ve deney koşullarında parçaladığı nişasta miktarıdır (Gül, 2008). Diastaz sayısının Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği ve Avrupa Birliği standartlarının çiçek ve salgıbalları için belirlemiş olduğu en alt değer olan 8 birimden büyük olması gerekmektedir. Balda yüksek asit oluşumu fermantasyona sebep olduğundan yüksek düzeyde diastaz bulunmasında istenmeyen bir durumdur.

Thrasyvoulou (1993) ve arkadaşları yaptıkları çalışmada ultrasonik muameleyle ısıl işlemin (60°C-30dk) bir arada uygulanması ile kristalize balın sıvılaştırılması sonucu diastaz aktivitesinde düşüş, HMF seviyesinde artış olduğunu tespit etmişlerdir. Tolon (1999); ısıya maruz kalan ballarda diastaz sayısının hızla düşmekteyken diastaz sayısı yüksek ballarda yüksek asit oluşumuna bağlı olarak daha hızlı fermantasyon gerçekleştiğini belirtmişlerdir.

Yılmaz vd., (1999) Doğu ve Güney Doğu Anadolu bölgelerinden temin ettikleri taze bal örneklerinin bileşimini incelemiş ve bir yıl süreyle 20±5 ° C'de depolamaları sonucunda balların HMF miktarının ortalama 3.3'ten 19.1'e kadar arttığını, diastaz sayısının ise 14.6'dan 10.7'ye kadar düştüğünü belirlemişlerdir. Depolamanın HMF miktarındaki artışta, diastaz sayısındaki azalmada çok etkin rol aynadığını belirlemişlerdir.

Balın su oranı düştüğünde doyma noktası üzerinde olan glikoz molekülü bir molekül su olarak hidrat formuna dönüşür. Glikoz hidrat kristal hale geçerek çöker ve balın şekerlenmesini sağlar. Isıtılmamış ballarda ince kremi kristaller oluşmasına karşın ısıtıldıktan sonra kristalize olan ballarda kristallerin irileştiği görülür. İnce kristalizasyon balın doğal bir fiziksel özelliği olarak adlandırılırken, iri kristalleşme şekerlenme olarak ayrı bir tanım olarak kullanılır. Özellikle kış aylarında ve soğukta muhafaza edildiği takdirde birkaç ay gibi kısa bir sürede kristalleşebilmektedir. Kristalleşme için en uygun sıcaklık 14 ° C civarındadır. Kristalleşmiş balların ısıtılarak sıvılaştırılmasında; ısı bala doğrudan verilmemeli, sıcak su dolu bir kabın içerisinde ısıtılmalıdır (Doğaroğluvd., 2012).

Organik bileşiklerin önemli bir grubunu oluşturan fenolik bileşikler balın görünümünden ve anti oksidan kapasitesinden sorumludur. Fenolik bileşikler balda flavonoid olarak adlandırılan aroma bileşiklerini oluşturmaktadırlar. Balda bulunan toplam fenolik bileşikler balın antioksidan özelliği ile ilişkilendirilmiştir. (Zh,2013; Buba, 2013).

Balın rengi açık sarıdan siyaha yakın koyu kırmızı ambere kadar geniş bir renk çeşitliliğine sahiptir. Bu renk çeşitliliği; balın bitkisel kaynağıyla ilgilidir. Bitkinin yetiştiği iklim özellikleri veya ısı artışı da renginde koyulaşmaya neden olabilmektedir (White,1980). Balın rengi ile içerdiği kül miktarı birbiriyle ilişkilidir. Balların bitkisel kökeninin belirlemek için kül tayini kullanılmaktadır (Buba, 2013). Balın yanması sonucu geriye kalan mineral madde kül olarak tanımlanmaktadır (White; 1980).

Yılmaz (1999) ülkemiz Doğu ve Güneydoğu bölgelerinden temin ettiği balların analizleri sonucunda içerdikleri kül oranını %0.1 olduğunu belirlemişlerdir. Batu vd. (2013) ise ülkemiz Doğu ve Doğu Karadeniz bölgelerinden temin ettikleri balların kül oranının %0.024-0.189 olduğu belirlemişlerdir.

Alqarni vd., (2012) Suudi Arabistan yerel balları ve ithal balların kül içeriklerini karşılaştırdıklarında; yerel balların kül içeriklerinin (% 0.50) ithal balların kül içeriklerinden (% 0.32) daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir.

BÖLÜM III

MATERYAL VE METOT

3.1 Materyal

3.1.1 Bal örneklerinin temini

2011 yılında Kayseri ve 2012 yılında Adana illerindeki üreticilerden temin edilen bal örnekleri cam kavanozlar içerisinde Niğde Üniversitesi Fen- Edebiyat Fakültesi Biyoloji bölümü Laboratuvarına getirilerek oda sıcaklığında (20-25°C’de) kristalize olana kadar bekletilmiştir (Fotoğraf 3.1).



Fotoğraf 3.1 Laboratuvar ortamında kristalize olan ballar

3.1.2 Araştırmada kullanılan cihaz ve laboratuvar malzemeleri

3.1.2.1 Biyokimyasal analizlerde kullanılan cihazlar

Ultrasonik su banyosu: Everest ultrasonic

Dijital pH metre: WTW, Microprocessor pH meter, Germany

Refraktometre: Atago Refraktometre, Tokyo, Japan

Hassas terazi

Desikatör

Spektrofotometre: UV-VIS

Santrifüj cihazı

Manyetik karıştırıcı

3.1.2.2 Biyokimyasal analizlerde kullanılan çözeltiler

0.05M sodyum hidroksit (NaOH) çözeltisi

0.05M HCl çözeltisi

Derişik HCl çözeltisi

Nişasta tamponu

0.1 N iyot çözeltisi

Para-toluidin çözeltisi

Barbitürik asit çözeltisi

0.2 mol/lit lik Folin-Ciocalteu ayracı

75 gr/lit sodyum karbonat çözeltisi

Carrez 1 çözeltisi

Carrez 2 çözeltisi

Bakır II çözeltisi

Fehling A çözeltisi

Fehling B çözeltisi

Metilen mavisi indikatörü

Fenolftalein indikatörü

3.2 Metot

3.2.1 Bal örneklerinin biyokimyasal analize hazırlanması

Kayseri iline ait ballar öncelikle hasat yılına göre 2011 (B-C Grubu) ve 2012 (A Grubu) olmak üzere üç gruba ayrılmıştır. 2011 hasadı balları ise kendi arasında donmamış (B Grubu) ve donmuş (C Grubu) olmak üzere ayrılmıştır. Adana iline ait 2013 hasadı donmuş pamuk balları ise D grubu olarak adlandırılmıştır. A grubunda 10 adet, B ve C grubunda 6'şar adet, D grubunda ise 5 adet farklı bal örnekleriyle çalışılmıştır. A, B, C ve D grubu balları bir grup kontrol olmak üzere dört farklı işleme tabi tutulduktan sonra incelenmiştir. Ultrasonik su banyosunda 25°C de 2 saat, ultrasonik su banyosunda 50°C de 2 saat, Benmari usulü 50°C de 2 saat ısıtılma muamele edilmiştir (Fotoğraf 3.2).



Fotoğraf 3.2 Çalışma öncesi hazırlanan ballar

3.2.2 Asitlik ve pH analizi

Bal örnekleri belirli miktarda saf suda çözüldükten sonra titrasyon yöntemi ile 0.05M sodyum hidroksit çözeltisinin bal çözeltisine ilave edilmesi ile pH 8.50'ye getirilmiş ve harcanan sodyum hidroksit (mL) serbest asitlik olarak tespit edilmiştir (1.1) . Daha sonra ortama 10 mL 0.05M sodyum hidroksit çözeltisi ilave edilmiş ve hiç geciktirmeden 0.05M HCL çözeltisi kullanılarak pH 8.30'a düşene kadar geri titrasyon yapılmış ve harcanan HCL miktarı (mL) kaydedilerek sonuç meq/kg şeklinde hesaplanmıştır. Balın pH değeri, asitlik ölçümü ile aynı anda yapılmıştır. Ölçümler dijital pH metre yardımı ile gerçekleştirilmiştir (Anonim, 1995).

Serbest asitlik değerinin hesaplanma formülü:

$$A = (\text{mL } 0.05 \text{ NaOH} - \text{mL } \text{şahit}) \times 50 / \text{g bal} (1.1)$$

3.2.3 Suda çözüdür kuru madde analizleri

Baldaki nem ve suda çözüdür kuru madde (Briks) oranları Refraktometre ile tayin edilmiştir. Okuma işlemi 20°C de % kuru madde olarak gerçekleştirilmiştir (Anonim, 2002).

3.2.4 Kül analizi

Bal örneklerinden alınan yaklaşık 3 gram bal, porselen krozelere konularak yakma fırınında 550°C’de beyaz kül oluşuncaya kadar yakılmıştır. Daha sonra cam krozeler fırından çıkartılarak desikatöre alınmış ve oda sıcaklığına gelinceye kadar soğutulduktan sonra hassas terazi ile gerekli tartımlar yapıldıktan sonra oluşan kül miktarı belirlenerek % kül olarak verilmiştir (Anonim 1995; Bogdanov, 2002).

3.2.5 Diastaz sayısı analizi

10 g bal 100 ml’ye seyreltilmiştir. Daha sonra bal çözeltisine nişasta tampon karışımı ilave edilip tüplerin her biri alt-üst edildikten sonra su banyosunda 47°C’de 1 saat bekletilmiştir. Soğutulan her bir tüpe 1’er damla 0.1 N iyot çözeltisi damlatılarak iyice karıştırılmıştır. Mavilik gözlenen tüpten bir önceki tüp bal numunesinin diastaz sayısı olarak kabul edilerek nişastanın tamamı, iyot ile hiç renk vermeyecek şekilde hidrolize edilerek gerçekleştirilmiştir (Anonim, 1995; Bogdanov, 2002).

3.2.6 Hidroksimetilfurfural (HMF) analizi

HMF içeriği, para-toluidin ve barbitürik asit çözeltisi ile aktifleştirilerek renkli bir çözelti oluşturulmuştur. Oluşturulan bu çözelti spektrofotometre ile 550 nm dalga boyunda absorbansı okunarak gerekli formülde yerine yazılarak HMF değeri hesaplanmıştır (Anonim, 1995).

3.2.7 Toplam fenolik madde içeriğinin belirlenmesi

Bal çözeltilerinden 1gr/10ml alınarak santrifüj edildikten sonra filtre kağıdından geçirilerek filtre edilmiştir. Elde edilen çözeltilerden 0,5 ml alınarak 0,2 mol/lit lik Folin-Ciocalteu ayırıcından 2,5 ml karıştırılmış ve üzerine 2 ml (75gr/lit) sodyum karbonat çözeltisi ilave edilmiştir. Oda sıcaklığında karanlıkta 2 saat inkübe edildikten sonra karışımın reaksiyon absorbansı 760 nm dalga boyunda UV-VIS spektrofotometre ile ölçülmüştür. Gallik asit konsantrasyon değerleri için 0-200 mg/lit aralığında standart eğri

oluşturulmuştur. Toplam fenolik madde içeriği mg/100 gr bal örneğinde gallik asit miktarına eşittir (mgGAE/100 g) (Meda, vd.,2005).

3.2.8 İvert şeker analizi

Bal numunesinin analize hazırlanması; bal numunesinden 2 gr alınarak uygun bir beherde 70- 80 ml destile suda çözülmüştür. Karışımdan 250 ml alınarak ölçülü balona alınmıştır. Karışım üzerine 1 ml Carrez1 ve 1 ml Carrez2 çözeltileri ilave edilmiştir. Çözelti hacmi su ilave edilerek 250 ml'ye tamamlanmış, filtre kağıdından geçirilerek süzölmüş ve böylece analize hazır hale getirilmiştir.

Tayin basamakları; hazırlanan numune çözeltisinden 50 ml alınarak 100 ml'lik ölçülü balonda destile su ile 100 ml'ye tamamlanmıştır. Oluşturulan çözeltiden 5 ml uygun bir erlene alınmış, üzerine 5 ml FehlingA, 5 ml Fehling B çözeltisi ve 10 ml su eklenerek karıştırılmıştır. Karışım magnetik karıştırıcı ile ısıtma tablası üzerinde kaynayanaya kadar ısıtılmıştır. Kaynama işleminden 2 dakika sonra 10-12 damla metilen mavisi indikatörü katılmıştır. Bir bürete alınan deney çözeltisi ile 3 dakika içinde renk maviden kırmızıya dönünceye kadar titre edilmiştir. Titrasyonda harcanan deney çözeltisi hacmi ile başta konulan 5 ml deney çözeltisi hacmi toplanarak toplam deney çözeltisi hacmi (V_1 ml) belirlenmiştir. Daha sonra asıl titrasyon işlemine geçilmiştir. Buradaki titrasyon işlemi de takip edilen prosedüre göre yapılmıştır. Deneme titrasyonunda başta alınan 5ml deney çözeltisi yerine titrasyon sonucunda elde edilen toplam deney çözeltisinden (V_1 ml) 2-3 ml eksiği alınarak titrasyon yapılmıştır. Asıl titrasyonda harcanan toplam deney çözeltisi hacmi (V_2 ml) belirlenmiştir (2.1).

Sonuç invert şeker cinsinden;

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

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

m: balın gram cinsinden miktarı

V_2 :asıl titrasyonda harcanan toplam deney çözeltisinin ml cinsinden hacmi

3.2.9 Sakkaroz tayini

Sakkaroz tayininde de invert şeker tayininde kullanılan metottan yararlanılmıştır. Yalnız burada sakkarozun inversiyonundan sonra söz konusu metot aynen uygulanmıştır. Prensip olarak bal numunesi asidik ortamda hidroliz edilerek yapısındaki sakkaroz indirgen aldoz ve ketoz haline dönüşür. Oluşan indirgen şekerler, bazik ortamda bakır II iyonları ile muamele edilmiştir. Şekerler molekül başına iki elektron başına yükseltgenirken, bakır II iyonları da bakır I oksit haline indirgenmiş olurlar. Ayarı ve hacmi belli bir bakır II çözeltisinin, bal numunesinden hazırlanmış indirgen şeker çözeltisi ile metilen mavisi indikatörü eşliğinde titrasyon yapılmıştır. Harcanan bal çözeltisi hacminden, baldaki toplam şeker miktarı bulunmuştur. Bulunan toplam şeker miktarından daha önce bulunan invert şeker miktarı çıkarılarak sakkaroz miktarı hesaplanmıştır. Tayin işleminde; invert şeker tayininde kullanılan ve analize hazır hale getirilen bal numunesinden 50 ml alınarak, 5 ml derişik HCl eklenmiştir ve karışım 65-67°C'de ayarlanmış su banyosunda 10 dakika bekletilmiştir. Sonra su banyosundan çıkartılarak hızla soğutulmuştur. NaOH çözeltisi ile fenolftalein indikatörü eşliğinde hafif pembe renk elde edilinceye kadar titre edilmiştir. Hacim destile su ile 100 ml'ye tamamlanarak deney çözeltisi olarak kullanılmıştır. Bu tayin işleminde de deneme ve asıl titrasyonları yapılarak harcanan toplam deney çözeltisinin hacmi (V_3 ml) bulunmuştur, formüle göre (3.1) hesaplanmıştır.

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

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

m: balın gram cinsinden miktarı

V_3 : asıl titrasyonda harcanan toplam deney çözeltisinin ml cinsinden hacmi

0,95: sakkarozun molekül ağırlığının invert şeker molekül ağırlığına oranı (24. Codex Alimentarius Commission, 1970).

BÖLÜM IV

ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Araştırmada Kayseri ve Adana bölgelerinden farklı yıllarda farklı arıcılardan bal örnekleri toplanmış ve bu örneklerin hepsi aynı özellikteki ambalaj malzemesinde ve aynı ortamda yaklaşık bir yıl bekletildikten sonra değişik süre ve ısıda ultrasonik banyo muamelesi ve normal Benmari usulü ile ısıtıldıktan sonra yaklaşık bir yıl bekledikten sonra tüm örneklerin biyokimyasal analizleri yapılarak yapılan ultrasonik banyo muamelesi ve Benmari usulü yapılan ısıl işlemin ve bekletme süresinin balların biyokimyasal yapısı üzerine etkisi belirlenmeye çalışılmıştır.

4.1 pH İle İlgili Bulgular

4.1.1 A Grubu (2012 Yılı Kayseri Balları)

Yapılan analiz sonuçlarına bakıldığında; A grubu (2012 yılı kayseri balları) balları pH değeri kontrol grubunda ortalama 3.8410 ± 0.010 olup; 3.81- 3.89 aralığında değişim gösterirken, 25 °C de 2 saat ultrasonik su banyosu uygulanan grupta ortalama pH 3.8590 ± 0.007 , 50°C de 2 saat ve ultrasonik su banyosu uygulanan grupta ortalama pH $3.86.00 \pm 0.010$ olurken benmari usulü 50°C de 2 saat ısıl işlem uygulanan grupta ise ortalama Ph değeri 3.8560 ± 0.013 olurken bu grupta minimum Ph 3.79, maximum Ph ise 3.93 olarak belirlenmiştir. (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1 A grubu pH analiz sonuçları

A GRUBU (2012 Kayseri Balları)				
PH Değerleri				
Muamele	n	$\bar{X} \pm S_x$	Min	Max
Kontrol	10	3.841 ± 0.010	3.81	3.89
USB(25 °C de 2 saat)	10	3.859 ± 0.007	3.82	3.89
USB(50°C de 2 saat)	10	3.860 ± 0.010	3.79	3.92
Benmari (50°C de 2 saat)	10	3.856 ± 0.013	3.80	3.93
Genel	40	3.854 ± 0.005	3.80	3.93

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

Muamele grupları arasındaki farklılığın istatistiki olarak önemli olup olmadığını belirlemek için Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmış olup muamele grupları arasındaki farklılık istatistiki olarak önemsiz($P \geq 0.05$) bulunmuştur.

4.1.2 B Grubu (2011 Yılı Donmamış Kayseri Balları)

2011 yılına ait Kayseri ballarında(B Grubu donmamış ballar) yapılan analiz sonuçlarına bakıldığında pH değeri kontrol grubunda ortalama 3.8700 ± 0.02 olup; 3.80- 3.94 aralığında değişim gösterirken, 25 °C de 2 saat ultrasonik su banyosu uygulanan grupta ortalama pH 4.0533 ± 0.17 , 50°C de 2 saat ve ultrasonik su banyosu uygulanan grupta ortalama pH 3.9617 ± 0.10 olurken benmari usulü 50°C de 2 saat ısı işlem uygulanan grupta ise ortalama pH değeri 3.9667 ± 0.15 olurken bu grupta minimum pH 3.74, maximum pH ise 4.73 olarak belirlenmiştir. (Çizelge 4.2). Muamele grupları arasındaki farklılığın istatistiki olarak önemli olup olmadığını belirlemek için Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmış olup muamele grupları arasındaki farklılık istatistiki olarak önemsiz($P \geq 0.05$) bulunmuştur.

Çizelge 4.2 B grubu pH analiz sonuçları

B GRUBU (2011 Donmamış Kayseri) Balları				
PH Değerleri				
Muamele	n	X±Sx	Min	Max
Kontrol	6	3.8700 ± 0.02	3.80	3.94
USB (25°C de 2 saat)	6	4.0533 ± 0.17	3.74	4.71
USB (50°C de 2 saat)	6	3.9617 ± 0.10	3.77	4.44
Benmari (50 °C de 2 saat)	6	3.9667 ± 0.15	3.74	4.73
Genel	24	3.9704 ± 0.06	3.74	4.73

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

4.1.3 C Grubu (2011 Yılı Donmuş Kayseri Balları)

2011 yılına ait ikinci grup Kayseri ballarında(C Grubu donmuş ballar) yapılan analiz sonuçlarına bakıldığında pH değeri kontrol grubunda ortalama 3.9567 ± 0.03 olup; 3.79- 4.02 aralığında değişim gösterirken, 25 °C de 2 saat ultrasonik su banyosu uygulanan grupta ortalama pH 3.8817 ± 0.05 , 50°C de 2 saat ve ultrasonik su banyosu uygulanan

grupta ortalama pH 3.8150 ± 0.06 olurken benmari usulü 50°C de 2 saat ısıtım işlem uygulanan grupta ise ortalama pH değeri 3.8917 ± 0.05 olurken bu grupta minimum pH 3.64, maximum pH ise 4.02 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.3). Muamele grupları arasındaki farklılığın istatistiki olarak önemli olup olmadığını belirlemek için Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmış olup muamele grupları arasındaki farklılık istatistiki olarak önemsiz ($P \geq 0.05$) bulunmuştur.

Çizelge 4.3 C grubu pH analiz sonuçları

C GRUBU (2011 Donmuş Kayseri Balları)				
PH Değerleri				
Muamele	n	X±Sx	Min	Max
Kontrol	6	3.9567 ± 0.03	3.79	4.02
USB (25 °C de 2 saat)	6	3.8817 ± 0.05	3.70	4.01
USB (50 °C de 2 saat)	6	3.8150 ± 0.06	3.64	3.96
Benmari (50 °C de 2 saat)	6	3.8917 ± 0.05	3.70	4.02
Genel	24	3.8863 ± 0.06	3.64	4.02

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

4.1.4 D Grubu (2013 Yılı Donmuş Adana Balları)

2013 yılına ait Adana ballarında(D Grubu donmuş ballar) yapılan analiz sonuçlarına bakıldığında pH değeri kontrol grubunda ortalama 4.022 ± 0.014 olup; 3.99- 4.06 aralığında değişim gösterirken, 25°C de 2 saat ultrasonik su banyosu uygulanan grupta ortalama pH 4.040 ± 0.015 , 50°C de 2 saat ve ultrasonik su banyosu uygulanan grupta ortalama pH 4.042 ± 0.006 olurken benmari usulü 50°C de 2 saat ısıtım işlem uygulanan grupta ise ortalama pH değeri 4.032 ± 0.017 olurken bu grupta minimum Ph 3.99, maximum pH ise 4.07 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.4). Muamele grupları arasındaki farklılığın istatistiki olarak önemli olup olmadığını belirlemek için Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmış olup muamele grupları arasındaki farklılık istatistiki olarak önemsiz ($P \geq 0.05$) bulunmuştur. Gerek muamele grupları gerekse yıl ve bölge olarak gruplar arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemsiz ($P \geq 0.05$) bulunurken; donmuş balların donmamış ballara göre, 2011 yılı ballarının 2012 yılı ballarına göre ve Adana ballarının kayseri ballarına göre biraz daha yüksek pH değerine sahip oldukları belirlenmiştir.

Çizelge 4.4 D grubu pH analiz sonuçları

D GRUBU (2013 Adana Donmuş Balları)				
PH Değerleri				
Muamele	n	X±Sx	Min	Max
Kontrol	5	4.022±0.014	3.99	4.06
USB(25 °C de 2 saat)	5	4.040±0.015	4.00	4.07
USB(50 °C de 2 saat)	5	4.042±0.006	4.03	4.06
Benmari (50 °C de 2 saat)	5	4.032±0.017	3.99	4.06
Genel	20	4.034±0.065	3.99	4.07

pH değeri bakımından muamele grupları arasındaki fark istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur ($P>=0.05$).

Araştırmada tüm grupların pH değerleri 3.64-4.73 arasında değişmiş ve ortalama 3.93 olarak hesaplanmış olup bu değer Tolon(1999)'un bildirdiği(4.23) pH değeri, White(1975)'in bildirdiği(3.91) pH değerine, Gül(2004)'ün bildirdiği(3.94) pH değerleri ve Batu vd. (2013)'nin bildirdiği(4.10) pH değerleriyle uyumlu, Şahinler ve Gül (2004)'ün bildirdikleri(5.6) pH değerinden düşük olduğu görülmüştür.

4.2 Serbest Asitlik ile İlgili Bulgular

4.2.1 A Grubu (2012 Yılı Kayseri Balları)

2012 yılı Kayseri ballarına ait serbest asitlik analizi sonuçlarına bakıldığında; kontrol grubu serbest asitlik değeri ortalama 25.5000 ± 7.654 olmuş, minimum değer 10.00 ve maksimum değer 85.00 olarak ölçülmüştür. 25 °C de 2 saat ve 50 °C de 2 saat ultrasonik su banyosu uygulanan gruplarda ortalama değerler 10.5000 ± 0.624 , minimum değer 7.50 ve maksimum değer ise 12.50 olmuştur. Benmari usulu 50 °C de 2 saat ısıtım işlemi uygulanan grupta ise ortalama serbest asitlik 11.2500 ± 0.672 , minimum değer 7.50, maksimum değer ise 15.00 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.5). Muamele gruplarındaki farklılığın istatistiki olarak önemli olup olmadığını belirlemek için Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır. Buna göre muamele grupları arasındaki farklılık istatistiki olarak ($P=<0.05$) önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.5 A grubu serbest asitlik sonuçları

A GRUBU (2012 Kayseri Balları)				
Serbest Asitlik Değerleri				
Muamele	n	X±Sx	Min	Max
Kontrol	6	25.5000±7.654a*	10.00	85.00
USB(25 °C de 2 saat)	6	10.5000±0.624b	7.50	12.50
USB(50 °C de 2 saat)	6	10.5000±0.624b	7.50	12.50
Benmari (50 °C de 2 saat)	6	11.2500±0.672b	7.50	15.00
Genel	24	14.4375±2.121	7.50	85.00

a*:Farklı harfler farklı istatistiksel grupları temsil etmektedir (P=<0.05).

4.2.2 B Grubu (2011 Yılı Donmamış Kayseri Balları)

2011 yılı donmamış Kayseri balları ile yapılan serbest asitlik (2) analiz sonuçlarına bakıldığında; kontrol grubu ve 25 °C de 2 saat ultrasonik su banyosu uygulanan grubun ortalama serbest asitlik değerleri 24.167 olup, minimum 20.00 ve maksimum 30.00 aralığında değişim göstermektedir. 50 °C de 2 saat ultrasonik su banyosu uygulanan grubun ortalama değeri 27.917±0.77, minimum 25.00 ve maksimum 30.00 olarak belirlenirken; Benmari usulü 50 °C de 2 saat ısı işlem uygulanan grupta ortalama değer 20.000±1.29, minimum 17.50 ve maksimum 25.00 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.6). Muamele gruplarındaki farklılığın istatistiki olarak önemini belirlemek için Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmış ve muamele grupları arasındaki fark (P=<0.01) istatistiki olarak önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.6 B grubu serbest asitlik sonuçları

B GRUBU (2011 Kayseri Donmamış Balları)				
Serbest Asitlik Değerleri				
Muamele	n	X±Sx	Min	Max
Kontrol	6	24.167±1.67ab*	20.00	30.00
USB(25 °C de 2 saat)	6	24.167±1.54ab*	20.00	30.00
USB(50 °C de 2 saat)	6	27.917±0.77a	25.00	30.00
Benmari (50 °C de 2 saat)	6	20.000±1.29b	17.50	25.00
Genel	24	24.063±0.86	17.50	30.00

*:Farklı harfler farklı istatistiksel grupları temsil etmektedir (P=<0.05).

4.2.3 C Grubu (2011 Yılı Donmuş Kayseri Balları)

Yapılan analiz sonuçlarına göre; C grubu (2011 yılı donmuş adana) ballarının serbest asitlik değerleri kontrol grubunda ortalama 21.250 ± 1.407 olup, minimum 17.50 ve maksimum 25.00; 25 °C de 2 saat ultrasonik su banyosu uygulanan grupta ortalama değer 21.667 ± 1.667 , minimum 17.50- maksimum 27.50 aralığında, 50 °C de 2 saat ultrasonik su banyosu uygulanan grupta ortalama 20.417 ± 1.758 , minimum 15.00, maksimum 25.00 olup; Benmari usulü 50 °C de 2 saat ısı işlem uygulanan grupta ise ortalama serbest asitlik değeri 19.167 ± 1.236 , minimum 15.00 ve maksimum 22.50 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.7). Muamele gruplarındaki farklılığın istatistiki önemini belirlemek için Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmış, muamele grupları arasındaki farklılık istatistiki olarak ($P \geq 0.05$) önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.7 C grubu serbest asitlik sonuçları

C GRUBU Donmuş Ballar				
Serbest Asitlik Değerleri				
Muamele	n	X±Sx	Min	Max
Kontrol	6	21.2500 ± 1.407	17.50	25.00
USB(25 °C de 2 saat)	6	21.6667 ± 1.667	17.50	27.50
USB(50 °C de 2 saat)	6	20.4167 ± 1.758	15.00	25.00
Benmari (50 °C de 2 saat)	6	19.1667 ± 1.236	15.00	22.50
Genel	24	20.6250 ± 0.741	15.00	27.50

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

4.2.4 D Grubu (2013 Yılı Donmuş Adana Balları)

2013 yılına ait Adana balları ile yapılan analiz sonuçlarına bakıldığında; kontrol grubu ortalama serbest asitlik değeri 27.00 ± 2.89 olup minimum değer 20.00, maksimum değer 37.50 olmuştur. 25 °C de 2 saat ultrasonik su banyosu uygulanan grupta ortalama değer 21.00 ± 2.31 , minimum 12.50, maksimum 25.00 , 50 °C de 2 saat ultrasonik su banyosu uygulanan grupta ortalama 26.00 ± 2.45 , minimum 17.50, maksimum 32.50 olmuştur. 50 °C de 2 saat Benmari usulü ısı işlem uygulanan grupta ortalama değer 23.50 ± 3.22 , minimum 12.50, maksimum 30.00 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.8). muamele gruplarının farklılıklarının istatistiki önemini belirlemek için yapılan Duncan çoklu

karşılaştırma testi sonucu; muamele gruplarındaki farklılık istatistiki olarak ($P \geq 0.05$) önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.8 D grubu serbest asitlik sonuçları

D GRUBU Donmuş Ballar				
Serbest Asitlik				
Muamele	n	X±Sx	Min	Max
Kontrol	5	27.00±2.89	20.00	37.50
USB(25 °C de 2 saat)	5	21.00±2.31	12.50	25.00
USB(50 °C de 2 saat)	5	26.00±2.45	17.50	32.50
Benmari (50 °C de 2 saat)	5	23.50±3.22	12.50	30.00
Genel	20	24.38±1.38	12.50	37.50

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

Donmamış balların muamele grupları arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemli bulunurken donmuş balların muamele grupları arasındaki farklılık istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. 2011 yılına ait donmuş balların donmamış ballara göre, donmuş Adana ballarının donmuş Kayseri ballarına göre daha yüksek serbest asitlik değerine sahip oldukları belirlenmiştir. Araştırmadaki tüm grupların serbest asitlik değerleri 7.50-85.00 aralığında değişim göstermiş ve ortalama 20.87 olarak hesaplanmıştır. Hesaplanan ortalama serbest asitlik değerleri ve aralığı göz önünde bulundurulursa; Yılmaz ve Küfrevioğlu (2001)'nin bildirdiği (22.3), Doğan(2013)'in bildirdiği (26.56), White (1980)'in bildirdiği (22.03), Çınar (2010)'in bildirdiği (24.97) değerleriyle uyumlu bu bulunmuştur.

4.3 Briks Değeri İle İlgili Bulgular

4.3.1 A Grubu (2012 Yılı Kayseri Balları)

Briks baldaki suda çözünür kuru madde olup bu değerler Refraktometre ile tayin edilmiştir. 2012 yılı Kayseri ballarında belirlenen Briks değerlerine bakıldığında; kontrol grubu ortalama briks değeri 82.464±0.306 olup, minimum 81.25 ve maksimum 84.20 aralığında değişim göstermektedir. 25 °C de 2 saat ultrasonik su banyosu uygulanan grupta ortalama değer 82.631±0.306, minimum 81.54, maksimum 84.45; 50 °C de 2

saat ultrasonik su banyosu uygulanan grupta ortalama 83.114 ± 0.562 , minimum 80.51, maksimum 85.40 olmuştur. Benmari usulü $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ de 2 saat ısıl işlem uygulanan grupta ise ortalama brix 82.988 ± 0.399 , minimum 80.60 ve maksimum 84.56 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.9). Muamele gruplarındaki farklılığın istatistiki önemi Duncan çoklu karşılaştırma testi ile belirlenmiştir. Buna göre; muamele grupları arasındaki farklılık istatistiki olarak ($P \geq 0.05$) önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.9 A grubu briks sonuçları

A GRUBU (2012 Kayseri Balları)				
Briks Değeri				
Muamele	n	$\bar{X} \pm S_x$	Min	Max
Kontrol	10	82.464 ± 0.306	81.25	84.20
USB(25 °C de 2 saat)	10	82.631 ± 0.306	81.54	84.45
USB(50 °C de 2 saat)	10	83.114 ± 0.562	80.51	85.40
Benmari (50 °C de 2 saat)	10	82.988 ± 0.399	80.60	84.56
Genel	40	82.799 ± 0.200	80.51	85.40

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

4.3.2 B Grubu (2011 Yılı Donmamış Kayseri Balları)

2011 yılı Kayseri donmamış balları ile analiz sonuçlarına göre; kontrol grubu ortalama brix değeri 70.760 ± 11.61 , minimum 12.77, maksimum 84.56 olmuştur. $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ de 2 saat ultrasonik su banyosu uygulanan grubun ortalama değeri 82.537 ± 0.25 , minimum 81.56, maksimum 83.36 olmuştur. $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ de 2 saat ultrasonik su banyosu uygulanan grupta ortalama değer 82.795 ± 0.51 , minimum 81.11 ve maksimum 84.59 olurken; Benmari usulü $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ de 2 saat ısıl işlem uygulanan grupta ise ortalama 83.202 ± 0.36 olup, minimum 82.00, maksimum 84.24 olarak belirlemiştir (Çizelge 4.10). muamele gruplarındaki farklılığın istatistiki önemi belirlemek için Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmış olup muamele grupları arasındaki farklılık istatistiki olarak ($P \geq 0.05$) önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.10 B grubu briks sonuçları

B GRUBU (2011 Donmamış Kayseri Balları)				
Briks Değerleri				
Muamele	n	X±Sx	Min	Max
Kontrol	6	70.760±11.61	12.77	84.56
USB(25 °C de 2 saat)	6	82.537±0.25	81.56	83.36
USB(50 °C de 2 saat)	6	82.795±0.51	81.11	84.59
Benmari (50 °C de 2 saat)	6	83.202±0.36	82.00	84.24
Genel	24	79.823±2.92	12.77	84.59

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

4.3.3 C Grubu (2011 Yılı Donmuş Kayseri Balları)

Yapılan analiz sonuçlarına bakıldığında; 2011 yılına ait donmuş Kayseri balları briks değeri kontrol grubunda ortalama 83.962 ± 0.42 olup minimum 82.54, maksimum 85.56 aralığında değişim göstermektedir. 25 °C de 2 saat ultrasonik su banyosu uygulanan grupta ortalama değer 82.747 ± 0.46 , minimum 81.26, maksimum 84.24; 50 °C de 2 saat ultrasonik su banyosu uygulanan grupta ise ortalama briks 82.822 ± 0.47 belirlenirken minimum 81.14, maksimum 84.24 olarak belirlenmiştir. 50 °C de 2 saat Benmari usulü ısı işlem uygulanan grupta ortalama 81.972 ± 0.55 , minimum 80.04 ve maksimum 83.36 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.11). Muamele gruplarındaki farklılığın istatistiki önemi Duncan çoklu karşılaştırma testi ile belirlenmiştir. Buna göre; muamele grupları arasındaki farklılık istatistiki olarak önemli ($P < 0.05$) bulunmuştur.

Çizelge 4.11 C grubu brix sonuçları

C GRUBU (2011 Kayseri Donmuş Balları)				
Briks Değerleri				
Muamele	n	X±Sx	Min	Max
Kontrol	6	$83.962 \pm 0.42a^*$	82.54	85.56
USB(25 °C de 2 saat)	6	$82.747 \pm 0.46ab$	81.26	84.24
USB(50 °C de 2 saat)	6	$82.822 \pm 0.47ab$	81.14	84.24
Benmari (50 °C de 2 saat)	6	$81.972 \pm 0.55b$	80.04	83.36
Genel	24	82.875 ± 0.27	80.04	85.56

*Farklı harfler farklı istatistiksel grupları temsil etmektedir ($P < 0.05$).

4.3.4 D Grubu (2013 Yılı Adana Balları)

Adana balları ile yapılan analiz sonuçlarına bakıldığında ortalama briks değeri kontrol grubunda 82.9920 ± 0.40 olup minimum 82.01 ve maksimum 84.24 aralığında değişim göstermiştir. 25 °C de 2 saat ultrasonik su banyosu uygulanan grupta ortalama briks değeri 82.9960 ± 0.622 olup, minimum 81.01, maksimum 84.64 olurken; 50 °C de 2 saat ultrasonik su banyosu uygulanan grupta ortalama 82.180 ± 0.35 , minimum 81.14 ve maksimum 83.34 olmuştur. Benmari usulü 50 °C de 2 saat ısı işlem uygulanan grupta ise ortalama değer 83.102 ± 0.67 , minimum 81.05 ve maksimum 84.88 olmuştur (Çizelge 4.12). Muamele gruplarındaki farklılığın istatistiki önemi Duncan çoklu karşılaştırma testi ile belirlenmiş olup; muamele grupları arasındaki farklılık istatistiki olarak ($P > 0.05$) önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.12 D grubu briks sonuçları

D GRUBU (2013 Adana Donmuş Balları)				
Briks Değerleri				
Muamele	n	X±Sx	Min	Max
Kontrol	5	82.992±0.40	82.01	84.24
USB(25 °C de 2 saat)	5	82.996±0.62	81.01	84.64
USB(50 °C de 2 saat)	5	82.180±0.35	81.14	83.34
Benmari (50 °C de 2 saat)	5	83.102±0.67	81.05	84.88
Genel	20	82.817±0.26	81.01	84.88

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

Yapılan çalışmada yıl ve bölge olarak muamele grupları arasındaki farklılık istatistiki olarak önemsiz bulunurken sadece 2011 yılı donmuş Kayseri balları muamele grupları arasındaki farklılık istatistiki olarak önemli ($P < 0.05$) bulunmuştur. Donmuş balların donmamış ballara göre ve donmuş Kayseri ballarının donmuş Adana ballarına göre daha yüksek Briks değerine sahip oldukları belirlenmiştir. Tüm grupların Briks değerleri 12.77- 85.56 aralığında değişmiş, ortalama 82.07 olarak hesaplanmıştır. Hesaplanan ortalama briks değeri Doğan (2013)'in bildirdiği (82.09) ve Batu vd.(2013)'nin bildirdiği (82.45) Briks değerleriyle uyumlu bulunmuştur.

4.4 % Kül ile İlgili Bulgular

4.4.1 A Grubu (2012 Yılı Kayseri Balları)

2012 yılı Kayseri balları % kül analiz sonuçları; kontrol grubunda 8.6677 ± 1.49 olup, minimum 3.17 ve maksimum 15.97 aralığında değişmektedir. 25 °C de 2 saat ultrasonik su banyosu uygulanan grupta ortalama değer 9.8763 ± 1.50 , minimum 0.78 ve maksimum 17.09 olarak; 50 °C de 2 saat ultrasonik su banyosunda muamele edilen grubun ise ortalama değeri 7.8772 ± 1.69 , minimum değeri 0.55 olarak, maksimum değeri 16.58 olarak belirlenmiştir. Benmari usulü ile 50 °C de 2 saat ısıtım işlem gören grupta ise ortalama değer 9.2297 ± 2.40 , minimum 0.42 ve maksimum 27.18 olmuştur (Çizelge 4.13). Muamele gruplarındaki farklılığın istatistiki önemi Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanarak belirlenmiş ve muamele grupları arasındaki farklılık istatistiki olarak ($P \geq 0.05$) önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.13 A grubu % kül sonuçları

A GRUBU (2012 Kayseri Balları)				
% Kül				
Muamele	n	$\bar{X} \pm S_x$	Min	Max
Kontrol	10	8.6677 ± 1.49	3.17	15.97
USB(25 °C de 2 saat)	10	9.8763 ± 1.50	0.78	17.09
USB(50 °C de 2 saat)	10	7.8772 ± 1.69	0.55	16.58
Benmari (50 °C de 2 saat)	10	9.2297 ± 2.40	0.42	27.18
Genel	40	8.9135 ± 0.88	0.42	27.18

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

4.4.2 B Grubu (2011 Yılı Donmamış Kayseri Balları)

B grubu ballarının analiz sonucu elde edilen bulgular çizelge 4.4.2'de verilmiştir. 2011 donmamış Kayseri balları kontrol grubu % kül ortalama değeri 15.7797 ± 0.679 olmuş, bu değer minimum 13.01 ve maksimum 17.17 aralığında değiştiği görülmüştür. 25 °C de 2 saat ultrasonik su banyosu uygulanan grubun ortalama değeri 13.6294 ± 1.327 , minimum 9.33, maksimum 17.41 olurken; 50 °C de 2 saat ultrasonik su banyosu uygulanan grubun ortalama değeri ise 11.6977 ± 2.739 , minimum 0.05 ve maksimum

17.35 olmuştur. Benmari usulü 50 °C de 2 saat ısıtım işlem gören grubun ortalama değeri 11.0542±1.822, minimum 3.38 ve maksimum 15.32 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.14). Muamele gruplarındaki farklılığın istatistikî önemi Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanarak belirlenmiş ve muamele grupları arasındaki fark istatistikî olarak ($P \geq 0.05$) önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.14 B grubu % kül sonuçları

B GRUBU (2011 Donmamış Kayseri Balları)				
% Kül Değerleri				
Muamele	n	X±Sx	Min	Max
Kontrol	6	15.7797±0.679	13.01	17.17
USB(25 °C de 2 saat)	6	13.6294±1.327	9.33	17.41
USB(50 °C de 2 saat)	6	11.6977±2.739	0.05	17.35
Benmari (50 °C de 2 saat)	6	11.0542±1.822	3.38	15.32
Genel	24	13.0403±0.926	0.05	17.41

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

4.4.3 C Grubu (2011 Yılı Donmuş Kayseri Balları)

2011 yılı donmuş Kayseri ballarının analiz sonuçlarına bakıldığında; % kül değeri kontrol grubunda ortalama 15.249±0.54 olup, minimum 13.85, maksimum 17.25 olmuştur. 25 °C de 2 saat ultrasonik su banyosu uygulanan grubun ortalama % kül değeri 16.992±0.16, minimum 16.42, maksimum 17.41 olarak; 50 °C de 2 saat ultrasonik su banyosu uygulanan grubun ortalama değeri 14.768±1.23, minimum 8.86, maksimum 17.50 olarak belirlenirken; Benmari usulü 50 °C de 2 saat ısıtım işlem uygulanan grupta ise ortalama 10.413±1.10, minimum 8.44, maksimum 15.67 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.15).

Çizelge 4.15 C grubu % kül sonuçları

C GRUBU Donmuş Ballar				
% Kül Değerleri				
Muamele	n	X±Sx	Min	Max
Kontrol	6	15.249±0.54a*	13.85	17.25
USB(25 °C de 2 saat)	6	16.992±0.16a	16.42	17.41
USB(50 °C de 2 saat)	6	14.768±1.23a	8.86	17.50
Benmari (50 °C de 2 saat)	6	10.413±1.10b	8.44	15.67
Genel	24	14.356±0.65	8.44	17.50

*: Farklı harfler farklı istatistiksel grupları temsil etmektedir ($P < 0.01$). Gruplardaki farklılığın istatistiki olarak önemli olup olmadığı Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanarak belirlenmiştir. Buna göre; muamele grupları arasındaki farklılık istatistiki olarak önemli ($P < 0.01$) bulunmuştur.

4.4.4 D Grubu (2013 Yılı Adana Balları)

Adana ballarına ait % kül analiz sonuçlarına bakıldığında; kontrol grubunun ortalama değeri 13.841 ± 1.26 , minimum 9.71, maksimum 17.18 olmuştur. $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ de 2 saat ultrasonik su banyosu uygulanan grupta ortalama değer 14.831 ± 0.57 , minimum 12.79, maksimum 16.06 olurken; $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ de 2 saat ultrasonik su banyosu uygulanan grupta ortalama 14.851 ± 0.38 , minimum 13.63, maksimum 15.93 olmuştur. $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ de 2 saat Benmari usulü ısı işlem uygulamsı yapılan grupta ortalama değer 14.283 ± 0.64 , minimum 13.07 ve maksimum 16.12 olmuştur (Çizelge 4.16). muamele gruplarındaki farklılığın istatistiki olarak önemli olup olmadığını belirlemek için Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmış olup muamele grupları arasındaki farklılık istatistiki olarak ($P > 0.05$) önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.16 D grubu % kül sonuçları

D GRUBU (2013 Donmuş Adana Balları)				
% Kül Değerleri				
Muamele	n	$\bar{X} \pm S_x$	Min	Max
Kontrol	5	13.841 ± 1.26	9.71	17.18
USB($25\text{ }^{\circ}\text{C}$ de 2 saat)	5	14.831 ± 0.57	12.79	16.06
USB($50\text{ }^{\circ}\text{C}$ de 2 saat)	5	14.851 ± 0.38	13.63	15.93
Benmari ($50\text{ }^{\circ}\text{C}$ de 2 saat)	5	14.283 ± 0.64	13.07	16.12
Genel	20	14.452 ± 0.37	9.71	17.18

$P > 0.05$: Kül değeri bakımından muamele grupları arasındaki fark istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur.

Yapılan çalışmada yıl ve bölge olarak muamele grupları arasındaki farklılık istatistiki olarak önemsiz bulunurken sadece 2011 yılı donmuş Kayseri balları muamele grupları arasındaki farklılık istatistiki olarak önemli ($P < 0.01$) bulunmuştur. Adana ballarının Kayseri ballarına göre, donmuş balların donmamış ballara göre ve 2013 ballarının 2012 ballarına göre daha yüksek %kül değerine sahip oldukları belirlenmiştir. Araştırmada tüm grupların % kül değerleri 0.05- 27.18 aralığında değişmiş, ortalama 12.68 olarak

hesaplanmıştır. Hesaplanan bu değer; Yılmaz ve Küfrevioğlu (2001)'nın bildirdikleri (0.1), Batu vd.(2013)'nın bildirdikleri (0.07), Buba vd. (2013)'nın bildirdiği (0.42) ve White (1980)'in bildirdikleri(0.169) % kül değerleriyle uyumlu bulunmuştur.

4.5 Diastaz Sayısı İle İlgili Bulgular

Bal içeriğinde bulunan enzimlerin başında diastaz gelmektedir. Diastaz aynı zamanda bir kalite kriteridir. Yapılan çalışma sonucunda donmuş ballara uygulanan ultrasonik su banyosu ve Benmari usulü ısıtma işlem uygulamaları sonucu diastaz aktivitesinde bir miktar düşüş olduğu belirlenmiştir. Buna karşın kristalize olmayan balların diastaz aktivitelerinin hesaplanan ortalama değerden düşük olduğu görülmüştür.

4.5.1 A Grubu (2012 Yılı Kayseri Balları)

2012 yılına ait Kayseri balları ile yapılan diastaz sayısı analizi sonucu; kontrol grubunda ortalama değer 12.24 ± 0.78 olup, minimum 8.00, maksimum 15.60 olmuştur. 25 °C de 2 saat ultrasonik su banyosu uygulanan grupta ortalama değer 12.56 ± 0.67 , minimum değer 8.80 ve maksimum değer ise 15.70 olmuştur. 50 °C de 2 saat ultrasonik su banyosu uygulanan grupta ortalama 11.11 ± 0.67 , minimum 8.70, maksimum 13.60; 50 °C de 2 saat Benmari usulü ısıtma işlem uygulanan grupta ise ortalama 12.30 ± 0.66 , minimum 10.10 ve maksimum 15.70 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.17). Muamele gruplarındaki farklılığın önemi Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulaması ile belirlenmiş, muamele grupları arasındaki farklılık istatistiksel olarak ($P \geq 0.05$) önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.17 A grubu diastaz sayısı sonuçları

A GRUBU (2012 Kayseri Balları)				
Diastaz Sayısı Değerleri				
Muamele	n	X±Sx	Min	Max
Kontrol	10	12.24±0.78	8.00	15.60
USB(25 °C de 2 saat)	10	12.56±0.67	8.80	15.70
USB(50 °C de 2 saat)	10	11.11±0.67	8.70	13.60
Benmari (50 °C de 2 saat)	10	12.30±0.66	10.10	15.70
Genel	40	12.05±0.35	8.00	15.70

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

4.5.2 B Grubu (2011 Yılı Donmamış Kayseri Balları)

2011 Yılı Donmamış Kayseri Balları diastaz sayısı analizi sonuçlarına bakıldığında; kontrol grubunda ortalama 8.750 ± 0.697 olmuş 6.50-11.50 aralığında değişim göstermiştir. 25 °C de 2 saat ultrasonik su banyosu uygulanan grupta 8.80-15-90 aralığında değişim görülürken ortalama değer 11.950 ± 1.050 olurken, 50 °C de 2 saat ultrasonik su banyosu uygulanan grupta ortalama değer 13.500 ± 1.288 olmuş, minimum 9.40, maksimum 16.50 olmuştur. Benmari usulü 50 °C de 2 saat ısı işlem uygulanan grubun ortalama diastaz sayısı 12.0833 ± 0.558 olarak belirlenmiş, minimum 10.50 ve maksimum 13.60 olarak belirlenmiştir. Muamele grupları arasındaki farklılığın istatistiki olarak önemli olup olmadığını belirlemek için Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmış ve bu farklılığın istatistiki olarak önemli ($P < 0.05$) bulunmuştur.

Çizelge 4.18 B grubu diastaz sayısı sonuçları

B GRUBU (2011 Donmamış Kayseri Balları)				
Diastaz Sayısı Değerleri				
Muamele	n	$\bar{X} \pm S_x$	Min	Max
Kontrol	6	11.750 ± 0.697	6.50	11.50
USB(25 °C de 2 saat)	6	11.950 ± 1.050	8.80	15.90
USB(50 °C de 2 saat)	6	13.500 ± 1.288	9.40	16.50
Benmari (50 °C de 2 saat)	6	12.083 ± 0.558	10.50	13.60
Genel	24	11.571 ± 0.570	6.50	16.50

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

4.5.3 C Grubu (2011 Yılı Donmuş Kayseri Balları)

Yapılan analiz çalışmalarında 2011 yılına ait donmuş Kayseri ballarının kontrol grubu diastaz sayıları ortalama 14.750 ± 1.118 olup minimum 10.80 ve maksimum 18.40 aralığında değişim göstermektedir. 25°C de 2 saat ultrasonik su banyosu uygulanan grubun ortalama değeri 13.783 ± 0.751 , minimum 11.60, maksimum 15.60 olmuştur. 50°C de 2 saat ultrasonik su banyosu uygulanan grupta ortalama 13.250 ± 0.853 ,

minimum 10.80, maksimum 15.90; Benmari usulü 50°C de 2 saat ısıtım işlem gören grupta ise ortalama 11.817±1.138, minimum 9.70, maksimum 16.80 olarak belirlenmiştir. Muamele grupları arasındaki farklılığın istatistikî önemini belirlemek için Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır. Bu test sonucunda muamele grupları arasındaki farklılık istatistikî olarak önemsiz ($P \geq 0.05$) bulunmuştur.

Çizelge 4.19 C grubu diastaz sayısı sonuçları

C GRUBU (2011 Donmuş Kayseri Balları)				
Diastaz Sayısı Değerleri				
Muamele	n	X±Sx	Min	Max
Kontrol	6	14.7500±1.118	10.80	18.40
USB(25 °C de 2 saat)	6	13.7833±0.751	11.60	15.60
USB(50 °C de 2 saat)	6	13.2500±0.853	10.80	15.90
Benmari (50 °C de 2 saat)	6	11.8167±1.138	9.70	16.80
Genel	24	13.4000±0.507	9.70	18.40

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

4.5.4 D Grubu (2013 Yılı Adana Balları)

Adana balları ile yapılan analiz sonuçlarına bakıldığında ortalama diastaz sayısı kontrol grubunda 12.6000±0.960 olmuş, minimum değer ve maksimum değer 10.20- 15.70 aralığında değişim göstermiştir. 25°C de 2 saat ultrasonik su banyosu uygulanan grupta ortalama 14.640±0.56, minimum 12.50 olurken maksimum 15.60 olmuştur. 50°C de 2 saat ultrasonik su banyosu uygulanan grupta ortalama 11.530±0.71, minimum 9.20, maksimum 13.60; Benmari usulü 50°C de 2 saat ısıtım işlem uygulanan grupta ise ortalama değer 10.740±0.58, minimum 9.60 ve maksimum 12.90 olarak belirlenmiştir. Muamele grupları arasındaki farklılığın istatistikî önemi Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanarak belirlenmiş ve muamele grupları arasındaki farklılık istatistikî olarak önemli ($P < 0.01$) bulunmuştur.

Çizelge 4.20 D grubu diastaz sayısı sonuçları

D GRUBU (2013 Donmuş Adana Balları)				
Diastaz Sayısı Değerleri				
Muamele	n	X±Sx	Min	Max
Kontrol	5	14.640±0.96a*	12.50	15.60
USB(25 °C de 2 saat)	5	12.600±0.56ab	10.20	15.70
USB(50 °C de 2 saat)	5	11.530±0.71bb	9.20	13.60
Benmari (50 °C de 2 saat)	5	10.740±0.58	9.60	12.90
Genel	20	12.378±0.47	9.20	15.70

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

Çalışmada 2012 yılı balları ve 2011 yılı donmuş balları muamele grupları arasındaki farklılık istatistiki olarak önemsiz bulunurken 2011 yılı donmamış ballarının ve 2013 yılı Adana ballarının muamele grupları arasındaki farklılık istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Donmuş balların donmamış ballara göre ve donmuş Kayseri ballarının donmuş Adana ballarına göre daha yüksek diastaz sayısı değerlerine sahip oldukları belirlenmiştir. Bütün grupların içerdikleri diastaz sayı değerleri 6.50- 18.40 arasında değişim göstermiş ve ortalama değer 12.34 olarak hesaplanmış, bu değer Günbeyvd. (2010)'in belirttiği (8.84) değer, Çetin vd. (2011)'in bildirdiği (8.93) diastaz değeriyle, Batu vd. (2013)'nin bildirdiği (13.9), Şahinler ve Gül (2005)'ün bildirdikleri (17.9) diastaz değerleriyle uyumlu bulunmuş; White (1980) tarafından bildirilen diastaz değerinden (20.8) düşük bulunmuştur.

4.6 HMF ile İlgili Bulgular

4.6.1 A Grubu (2012 Yılı Kayseri Balları)

2012 Kayseri ballarının HMF analizleri sonucunda; kontrol grubunda ortalama HMF değeri 17.742±1.91 mg/kg olup, minimum 9.70, maksimum 26.70 olmuştur. 25°C'de ve 50°C'de 2 saat ultrasonik su banyosu uygulanan iki grupta da ortalama değer 19.791 olarak belirlenmiş, 25°C'de ultrasonik su banyosu uygulanan grubun minimum 14.50 ve maksimum 24.14 aralığında değişim göstermiş, 50°C'de ultrasonik su banyosu uygulanan grupta ise 10.53- 26.47 aralığında değişim göstermiştir. Benmari usulü 50°C'de 2 saat ısıtma işlemi uygulanan grupta ortalama HMF 16.738±1.53 olarak, minimum 8.96, maksimum 24.00 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.21).

Çizelge 4.21 A grubu HMF analiz sonuçları

A GRUBU (2012 Kayseri Balları)				
HMF (mg/kg) Değerleri				
Muamele	n	X±Sx	Min	Max
Kontrol	10	17.742±1.91	9.70	26.70
USB(25 °C de 2 saat)	10	19.791±1.15	14.50	24.14
USB(50 °C de 2 saat)	10	19.791±1.68	10.53	26.47
Benmari (50 °C de 2 saat)	10	16.738±1.53	8.96	24.00
Genel	40	18.551±0.80	8.96	26.70

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

Muamele grupları arasındaki farklılığın istatistiki önemini belirlemek için Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmış ve muamele grupları arasındaki fark istatistiki olarak önemsiz ($P \geq 0.05$) bulunmuştur.

4.6.2 B Grubu (2011 yılı donmamış Kayseri balları)

2011 yılı donmamış Kayseri ballarının muamele HMF analiz sonuçlarında; kontrol grubunun ortalama değeri 18.548 ± 2.82 mg/kg olurken minimum değer 12.69, maksimum değer 28.90 olmuştur. 25°C 'de 2 saat ultrasonik su banyosu uygulanan grupta ortalama 24.872 ± 1.85 mg/kg olurken bu değer minimum 19.97, maksimum 32.25 aralığında değişim göstermiştir. 50°C 'de 2 saat ultrasonik su banyosu uygulanan grubun ortalama değeri 22.620 ± 3.03 mg/kg, minimum 8.97, maksimum 30.87; 50°C 'de 2 saat Benmari usulü ısıtma işlemi uygulanan grupta ortalama 22.047 ± 2.45 mg/kg, minimum 11.47, maksimum 27.87 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.22). Muamele grupları arasındaki farklılığın istatistiki önemi Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanarak belirlenmiştir. Gruplar arasındaki farklılık istatistiki olarak önemsiz ($P \geq 0.05$) bulunmuştur.

Çizelge 4.22 B grubu HMF analiz sonuçları

B GRUBU (2011 Donmamış Kayseri Balları)				
HMF (mg/kg) Değerleri				
Muamele	n	X±Sx	Min	Max
Kontrol	6	18.548±2.82	12.69	28.90
USB(25 °C de 2 saat)	6	24.872±1.85	19.97	32.25
USB(50 °C de 2 saat)	6	22.620±3.03	8.97	30.87
Benmari (50 °C de 2 saat)	6	22.047±2.45	11.47	27.87
Genel	24	22.022±1.29	8.97	32.25

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

4.6.3 C Grubu (2011 yılı donmuş Kayseri balları)

Donmuş Kayseri ballarının analizleri sonucunda; kontrol grubunda ortalama HMF değeri 13.975 ± 2.51 mg/kg, minimum 8.60, maksimum 25.65 olarak belirlenmiştir. 25°C 'de 2 saat ultrasonik su banyosu uygulanan grupta ortalama HMF değeri 18.762 ± 2.79 mg/kg, minimum 8.74, maksimum 25.70; 50°C 'de 2 saat ultrasonik su banyosu uygulanan grupta ise ortalama 21.817 ± 2.51 mg/kg, minimum 13.60, maksimum 30.05 olmuştur. Benmari usulü 50°C 'de 2 saat ısı işlem uygulanan grupta ise ortalama 26.010 ± 0.97 mg/kg, minimum 23.69, maksimum 29.70 belirlenmiştir (Çizelge 4.23). Muamele grupları arasındaki farklılığın istatistik olarak önemli olup olmadığını belirlemek için Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmış olup muamele grupları arasındaki farklılık istatistik olarak önemli ($P < 0.05$) bulunmuştur.

Çizelge 4.23 C grubu HMF analiz sonuçları

C GRUBU (2011 Donmuş Kayseri Balları)				
HMF (mg/kg) Değerleri				
Muamele	n	$\bar{X} \pm S_x$	Min	Max
Kontrol	6	$13.975 \pm 2.51c^*$	8.60	25.65
USB(25 °C de 2 saat)	6	$18.762 \pm 2.79bc$	8.74	25.70
USB(50 °C de 2 saat)	6	$21.817 \pm 2.51ab$	13.69	30.04
Benmari (50 °C de 2 saat)	6	$26.010 \pm 0.97a$	23.69	29.70
Genel	24	20.141 ± 1.41	8.60	30.04

*: Farklı harfler farklı istatistiksel grupları temsil etmektedir ($P < 0.05$).

4.6.4 D Grubu (2013 yılı Adana balları)

2013 Adana balları HMF analiz sonuçlarına bakıldığında; kontrol grubunda ortalama 16.628 ± 2.15 mg/kg, minimum 12.54, maksimum 22.31 olarak belirlenmiştir. 25°C 'de 2 saat ultrasonik su banyosu uygulanan grupta ortalama 17.832 ± 2.33 , minimum 13.36, maksimum 26.40 arasında değişim göstermiştir. 50°C 'de 2 saat ultrasonik su banyosu uygulanan grupta ortalama değer 18.982 ± 1.85 , minimum 13.36, maksimum 26.40; Benmari usulü 50°C 'de 2 saat ısı işlem uygulanan grupta ortalama 22.394 ± 3.38 mg/kg, minimum 12.54, maksimum 29.70 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.24). Muamele

grupları arasındaki farklılığın istatistiki önemi Duncan çoklu karşılaştırma testi ile belirlenmiş ve bu farklılık istatistiki olarak önemsiz ($P \geq 0.05$) bulunmuştur.

Çizelge 4.24 D grubu HMF analiz sonuçları

D GRUBU (2013 Donmuş Adana Balları)				
HMF (mg/kg) Değerleri				
Muamele	n	X±Sx	Min	Max
Kontrol	5	16.628±2.15	11.44	22.31
USB(25 °C de 2 saat)	5	17.832±2.33	12.60	23.36
USB(50 °C de 2 saat)	5	18.982±1.85	13.36	26.40
Benmari (50 °C de 2 saat)	5	22.394±3.38	12.54	29.70
Genel	20	18.959±1.25	11.44	29.70

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

Muamele grupları incelendiğinde; 2012 ve 2013 yıllarına ait balların ve 2011 yılına ait donmamış balların muamele grupları arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemsiz bulunurken, 2011 yılı donmuş Kayseri balları muamele grupları arasındaki farklılık istatistiki olarak önemli ($P < 0.05$) bulunmuştur. 2011 yılı donmamış ballarının donmuş ballara göre, 2013 yılı ballarının 2011 ve 2012 yılı ballarına göre daha düşük HMF değerine sahip oldukları belirlenmiştir. Araştırmadaki tüm grupların HMF değerleri 8.60-32.25 aralığında değişmiş, ortalama 19.91 mg/kg olarak hesaplanan HMF değeri; Yılmaz ve Küfrevioğlu (2001)'nin bildirdiği (3.30) HMF değerinden, Şahinler ve Gül (2005)'ün bildirdiği (5.73) değerinden, Batu vd. (2013)'nin bildirdiği (5.50) HMF değerlerinden yüksek bulunmuştur. Bu çalışmada bulunan HMF değerlerinin diğer araştırmacıların bildirdiği değerlerden yüksek olmasında balların en az bir yıl bazı balların ise daha uzun bir süre bekletildikten sonra analiz edilmesinden kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

4.7 Toplam Fenolik Madde İçeriği Analiz Bulguları

4.7.1 A Grubu (2012 yılı Kayseri balları)

2012 Kayseri balları ile yapılan toplam fenolik madde içeriği analiz sonuçlarına bakıldığında; kontrol grubunda ortalama 181.790±15.60 olup, bu değer 117.00- 254.54

aralığında değişim göstermiştir. 25°C’de 2 saat ultrasonik su banyosu uygulanan grupta ortalama 154.897±11.10, minimum 114.54, maksimum 210.55; 50°C’de 2 saat ultrasonik su banyosu uygulanan grupta ise ortalama 166.837±11.14 olmuş, minimum 110.58, maksimum 214.60 olmuştur. Benmari usulü 50°C’de 2 saat ısıtma işlemi uygulanan grupta ortalama 169.098±10.39, minimum 113.09, maksimum 216.34 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.25). Muamele grupları arasındaki farklılığın istatistiksel olarak önemli olup olmadığını belirlemek için Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmış olup bu farklılığın istatistiksel olarak önemsiz ($P \geq 0.05$) olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.25 A grubu toplam fenolik madde içeriği analiz sonuçları

A GRUBU (2012 Kayseri Balları)				
T.Fenolik M. (mg GAE/g)				
Muamele	n	X±Sx	Min	Max
Kontrol	10	181.790±15.60	117.00	254.54
USB(25 °C de 2 saat)	10	154.897±11.10	114.54	210.55
USB(50 °C de 2 saat)	10	166.837±11.14	110.58	214.60
Benmari (50 °C de 2 saat)	10	169.098±10.39	113.09	216.34
Genel	40	168.156±6.07	110.58	254.54

Toplam fenolik madde bakımından muamele grupları arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($P \geq 0.05$).

4.7.2 B Grubu (2011 yılı donmamış Kayseri balları)

2011 yılına ait donmamış Kayseri balları ile yapılan analizler sonucu kontrol grubu ortalama değeri 184.307±13.19, minimum 141.75, maksimum 226.64 olarak belirlenirken 25°C’de 2 saat ultrasonik su banyosu uygulanan grupta ise ortalama 169.903±14.47, minimum 125.25, maksimum 217.70 olarak belirlenmiştir. 50°C’de 2 saat ultrasonik su banyosu uygulaması sonucunda ortalama değeri 214.293±50.32, minimum 125.25, maksimum 457.88; Benmari usulü 50°C’de 2 saat ısıtma işlemi uygulanan grupta ise ortalama 174.925±17.04 olarak belirlenen değerin 119.95- 236.36 aralığında değiştiiği tespit edilmiştir. Muamele grupları arasındaki farklılığın istatistiksel önemini belirlemek için Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmış, gruplar arasındaki farklılığın istatistiksel olarak önemsiz ($P \geq 0.05$) olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.26 B grubu toplam fenolik madde içeriği analiz sonuçları

B GRUBU (2011 Donmamış Kayseri Ballar)				
Toplam Fenolik Madde (mg GAE/g)				
Muamele	n	X±Sx	Min	Max
Kontrol	6	184.307±13.19	141.75	226.64
USB(25 °C de 2 saat)	6	169.903±14.47	117.14	217.70
USB(50 °C de 2 saat)	6	214.293±50.32	125.25	457.88
Benmari (50 °C de 2 saat)	6	174.925±17.04	119.95	236.36
Genel	24	185.857±13.68	117.14	457.88

P>=0.05: Toplam fenolik madde bakımından muamele grupları arasındaki fark istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur.

4.7.3 C Grubu (2011 yılı donmuş Kayseri balları)

2011 yılına ait donmuş Kayseri balları ile yapılan analiz sonucu; kontrol grubu ortalama değeri 187.865±15.73 olarak belirlenirken, bu değer minimum 124.01 ve maksimum 236.98 olduğu belirlenmiştir. 25°C’de 2 saat ultrasonik su banyosu uygulaması sonucu ortalama değeri 182.293±9.70, minimum 154.70, maksimum 216.32, 50°C’de 2 saat ultrasonik su banyosu uygulanan grupta ortalama 188.950±7.03, minimum 162.36, maksimum 214.21 olmuştur. Benmari usulü 50°C’de 2 saat ısı işlem uygulanan grubun ortalama değeri 153.170±22.50, minimum 98.26, maksimum 214.42 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.27). Muamele grupları arasındaki farklılık uygulanan Duncan çoklu karşılaştırma testi sonucu istatistiki olarak önemsiz (P>=0.05) bulunmuştur.

Çizelge 4.27 C grubu toplam fenolik madde içeriği analiz sonuçları

C GRUBU (2011 Donmuş Kayseri Balları)				
Toplam Fenolik Madde (mg GAE/g)				
Muamele	n	X±Sx	Min	Max
Kontrol	6	187.865±15.73	124.01	236.98
USB(25 °C de 2 saat)	6	182.293±9.70	154.70	216.32
USB(50 °C de 2 saat)	6	188.950±7.03	162.36	214.21
Benmari (50 °C de 2 saat)	6	153.170±22.50	98.26	214.42
Genel	24	178.070±7.62	98.26	236.98

Toplam fenolik madde bakımından muamele grupları arasındaki fark istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur (P>=0.05).

4.7.4 D Grubu (2013 yılı Adana balları)

Adana ballarının analiz sonuçlarına bakıldığında; kontrol grubunda ortalama 143.0320 ± 15.68 , minimum 100.54, maksimum 198.14 olmuş, 25°C 'de 2 saat ultrasonik su banyosu uygulanan grupta ortalama 171.7600 ± 18.77 , minimum 126.32, maksimum 231.01 olarak belirlenmiştir. 50°C 'de 2 saat ultrasonik su banyosu uygulanan grupta ortalama 158.080 ± 13.41 , minimum 126.36, maksimum 191.24 olmuştur. Benmari usulü 50°C 'de 2 saat ısıtma işlemi uygulanan grupta ise ortalama 125.678 ± 10.27 , minimum 102.21, maksimum 157.14 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.28). Muamele grupları arasındaki farklılığın istatistiksel önemi Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanarak belirlenmiştir. Bu uygulama sonucu muamele grupları arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemsiz ($P \geq 0.05$) bulunmuştur.

Çizelge 4.28 D grubu toplam fenolik madde içeriği analiz sonuçları

D GRUBU (2013 Donmuş Adana Balları)				
Toplam Fenolik Madde (mg GAE/g)				
Muamele	n	$\bar{X} \pm S_x$	Min	Max
Kontrol	5	143.032 ± 15.68	100.54	198.14
USB(25 °C de 2 saat)	5	171.760 ± 18.77	126.32	231.01
USB(50 °C de 2 saat)	5	158.080 ± 13.41	126.36	191.24
Benmari (50 °C de 2 saat)	5	125.678 ± 10.27	102.21	157.14
Genel	20	149.638 ± 7.88	100.54	231.01

Toplam fenolik madde bakımından muamele grupları arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($P \geq 0.05$).

Gerek muamele grupları gerekse yıl ve bölge olarak gruplar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemsiz ($P \geq 0.05$) bulunmuştur. Kayseri ballarının Adana ballarına göre, donmamış balların donmuş ballara göre, 2011 ballarının 2012 ve 2013 ballarına göre daha yüksek toplam fenolik madde içerdiği belirlenmiştir. Tüm grupların içerdikleri toplam fenolik madde miktarları 10.54- 457.88 arasında değişmiştir. Ortalama değer ise 170.42 olarak hesaplanmış; Çapar vd.(2013)'nin belirttiği (391.24) değer ve Buba vd. (2013)'nin belirttiği (65.31) değeriyle uyumlu bulunmuştur.

4.8 İvert Şeker (%) Analizi ile İlgili Bulgular

4.8.1 A Grubu (2012 yılı Kayseri balları)

2012 yılına ait Kayseri ili balları ile yapılan invert şeker (%) analiz sonuçlarına göre; kontrol grubunda ortalama değer 58.881 ± 1.81 olup bu değer 50.25- 64.41 aralığında değişim göstermiştir. 25°C 'de 2 saat ultrasonik su banyosu uygulanan grupta ortalama 50.387 ± 2.80 , minimum 30.21, maksimum değer 64.41 olurken; 50°C 'de 2 saat ultrasonik su banyosu uygulanan grupta ortalama 54.461 ± 2.23 , minimum 41.13, maksimum 62.49 olmuştur. Benmari usulü 50°C 'de 2 saat ısı işlem uygulanan grubun ise ortalama değeri 50.099 ± 2.48 , minimum 35.25, maksimum 61.25 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.29). Muamele grupları arasındaki farklılığın istatistiksel olarak önemli olup olmadığını belirlemek için Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmış ve bu testin sonucunda gruplar arası farklılık istatistiksel açıdan önemli (50.099 ± 2.48) bulunmuştur.

Çizelge 4.29 A grubu invert şeker (%) analiz sonuçları

A GRUBU (2012 Kayseri Balları)				
İvert Şeker (%) Değerleri				
Muamele	n	X±Sx	Min	Max
Kontrol	10	$58.881 \pm 1.81a^*$	50.25	64.41
USB(25 °C de 2 saat)	10	$50.387 \pm 2.80b$	30.21	64.41
USB(50 °C de 2 saat)	10	$54.461 \pm 2.23ab$	41.13	62.49
Benmari (50 °C de 2 saat)	10	$50.099 \pm 2.48b$	35.25	61.25
Genel	40	53.457 ± 1.27	30.21	64.41

a*:Farklı harfler farklı istatistiksel grupları temsil etmektedir ($P < 0.01$).

4.8.2 B Grubu (2011 yılı donmamış Kayseri balları)

Donmamış 2011 yılı Kayseri balları ile yapılan analiz sonuçlarına bakıldığında; kontrol grubu ortalama değeri 53.943 ± 2.77 , minimum 45.52, maksimum 63.41 olmuştur. 25°C 'de 2 saat ultrasonik su banyosu uygulanan grupta ortalama 52.573 ± 3.43 , minimum 42.17, maksimum 63.35; 50°C 'de 2 saat ultrasonik su banyosu uygulanan grupta ise ortalama değerin 51.527 ± 3.95 , minimum 36.67, maksimum 62.35 olduğu tespit edilmiştir. Benmari usulü 50°C 'de 2 saat ısı işlem uygulanan grupta ise ortalama değer 43.842 ± 4.28 , minimum 32.27, maksimum 62.25 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.30).

Muamele grupları arasındaki farklılığın istatistiki önemini belirlemek için Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmış ve gruplar arasındaki fark istatistiki olarak önemsiz ($P \geq 0.05$) bulunmuştur.

Çizelge 4.30 B grubu invert şeker (%) analiz sonuçları

B GRUBU (2011 Donmamış Kayseri Balları)				
İnvert Şeker (%) Değerleri				
Muamele	n	X±Sx	Min	Max
Kontrol	6	53.943±2.77	45.52	63.41
USB (25 °C de 2 saat)	6	52.573±3.43	42.17	63.35
USB (50 °C de 2 saat)	6	51.527±3.95	36.67	62.35
Benmari (50 °C de 2 saat)	6	43.842±4.28	32.27	62.25
Genel	24	50.471±1.89	32.27	63.41

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

4.8.3 C Grubu (2011 yılı donmuş Kayseri balları)

Donmuş 2011 yılıbalları ile yapılan analiz sonuçlarında kontrol grubu ortalama değeri 50.9167±4.030 olup bu değer 36.40- 63.32 aralığında değiştiği görülmüştür. 25°C’de 2 saat ultrasonik su abnyosu uygulanan grubun ortalama değeri 50.8183±4.699 olup, minimum 36.10, maksimum 71.10 aralığında değişmektedir. 50°C’de 2 saat ultrasonik su banyosu uygulanan grupta ortalama 52.9133±1.937, minimum 45.50, maksimum 60.35 olarak belirlenirken; 50°C’de 2 saat Benmari usulü ısı işlem uygulanan grupta ortalama 57.3817±1.265, minimum 52.23, maksimum ise 61.03 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.31).

Çizelge 4.31 C grubu invert şeker (%) analiz sonuçları

C GRUBU (2011 Donmuş Kayseri Balları)				
İnvert Şeker (%) Değerleri				
Muamele	n	X±Sx	Min	Max
Kontrol	6	50.9167±4.030	36.40	63.32
USB (25 °C de 2 saat)	6	50.8183±4.699	36.10	71.10
USB (50 °C de 2 saat)	6	52.9133±1.937	45.50	60.35
Benmari (50 °C de 2 saat)	6	57.3817±1.265	52.23	61.03
Genel	24	53.0075±1.637	36.10	71.10

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

Muamele grupları arasındaki farklılığın istatistiki önemi Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanarak belirlenmiş gruplar arası farklılık istatistiki olarak önemsiz ($P \geq 0.05$) bulunmuştur.

4.8.4 D Grubu (2013 yılı Adana balları)

Adana ballarına ait invert şeker (%) analiz sonuçlarına bakıldığında; kontrol grubu ortalama değeri 53.536 ± 4.98 olup bu değer 36.64- 66.32 aralığında değişim göstermiştir. 25°C 'de 2 saat ultrasonik su banyosu uygulanan grupta ortalama değer 50.676 ± 7.23 , minimum 31.28, maksimum 67.74 olarak; 50°C 'de 2 saat ultrasonik su banyosu uygulanan grupta ortalama 54.646 ± 3.84 , minimum 41.13, maksimum 63.39 olarak belirlenmiştir. Benmari usulü 50°C 'de 2 saat ısı işlem uygulanan grupta ise ortalama 50.644 ± 4.95 , minimum 39.67, maksimum 67.89 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.32). Muamele grupları arasında farklılığın istatistiki olarak önemli olup olmadığını belirlemek için Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmış ve gruplar arasındaki farklılık istatistiki olarak önemsiz ($P \geq 0.05$) bulunmuştur.

Çizelge 4.32 D grubu invert şeker (%) analiz sonuçları

D GRUBU (2013 Donmuş Adana Balları)				
İnvert Şeker (%)				
Muamele	n	$\bar{X} \pm S_x$	Min	Max
Kontrol	5	53.536 ± 4.98	36.64	66.32
USB (25 °C de 2 saat)	5	50.676 ± 7.23	31.28	67.74
USB (50 °C de 2 saat)	5	54.646 ± 3.84	41.13	63.39
Benmari (50 °C de 2 saat)	5	50.644 ± 4.95	39.67	67.89
Genel	20	52.376 ± 2.51	31.28	67.89

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

2011 yılı ve 2013 yıllarına ait muamele grupları arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemsiz bulunurken, 2012 yılı balları muamele grupları arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemli bulunmuştur. 2011 yılı donmamış Kayseri ballarının, donmuş Kayseri

ballarına göre, 2013 Adana ballarının 2011 Kayseri donmuş ballarına göre, 2013 Adana ballarının 2012 Kayseri ballarına göre daha düşük invert şeker içeriğine sahip oldukları belirlenmiştir. Tüm muamele gruplarının invert şeker (%) değerleri 30.21-71.10 aralığında değişim göstermiş, ortalama 52.32 olarak hesaplanmıştır. Hesaplanan ortalama 52.32 ortalama değeri; Batu vd. (2013)'nın bildirdiği (71.01) değerle, Şahinler ve Gül (2005)'ün bildirdiği (65.87) değerle, Yılmaz ve Küfrevioğlu (2001)'nin bildirdiği (70.3) ve Günbeyvd., (2010)'in belirttiği (69.86) değerleriyle uyumlu bulunmuştur.

4.9 Sakkaroz Tayini İle İlgili Bulgular

4.9.1 A Grubu (2012 yılı Kayseri balları)

A grubu 2012 balları analiz sonuçlarına bakıldığında; kontrol grubunda ortalama değer 2.1130 ± 0.35 olup bu değer 0.78- 4.12 aralığında değişim göstermiştir. 25°C 'de 2 saat ultrasonik su banyosu uygulanan grubun ortalama değeri 1.6300 ± 0.19 , minimum 0.56, maksimum 2.46 olmuş, 50°C 'de 2 saat ultrasonik su banyosu uygulanan grupta ortalama 1.4050 ± 0.17 , minimum 0.65, maksimum 2.14 olmuştur. Benmari usulu 50°C 'de 2 saat ısı işlem uygulanan grupta ise ortalama 1.2430 ± 0.13 , minimum 0.65, maksimum 1.92 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.33). Muamele grupları arasındaki farklılığın istatistiki olarak önemli olup olmadığını belirlemek için Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmış olup gruplar arasındaki farklılık istatistiki olarak önemli ($P \geq 0.0$) bulunmuştur.

Çizelge 4.33 A grubu sakkaroz (%) tayini sonuçları

A GRUBU (2012 Kayseri Balları)				
Sakkaroz (%) Değerleri				
Muamele	n	$\bar{X} \pm S_x$	Min	Max
Kontrol	10	$2.1130 \pm 0.35a^*$	0.78	4.12
USB(25°C de 2 saat)	10	$1.6300 \pm 0.19ab$	0.56	2.46
USB(50°C de 2 saat)	10	$1.4050 \pm 0.17b$	0.65	2.14
Benmari (50°C de 2 saat)	10	$1.2430 \pm 0.13b$	0.65	1.92
Genel	40	1.5978 ± 0.12	0.56	4.12

a*:Farklı harfler farklı istatistiksel grupları temsil etmektedir ($P < 0.01$)

4.9.2 B grubu (2011 Yılı Donmamış Kayseri Balları)

2011 yılı B grubu ballarıyla yapılan sakkaroz (%) tayini sonucu; kontrol grubunda ortalama 1.417 ± 0.29 , minimum 0.50, maksimum 2.32 olarak belirlenmiştir. 25°C 'de 2 saat ultrasonik su banyosu uygulanan grupta ortalama 1.120 ± 0.26 , minimum 0.32, maksimum 2.16 olmuş; 50°C 'de 2 saat ultrasonik su banyosu uygulanan grupta ortalama 1.352 ± 0.30 , minimum 0.41, maksimum 2.21 olmuştur. Benmari usulü 50°C 'de 2 saat ısı işlem uygulanan grupta ise ortalama değer 1.695 ± 0.11 olmuş, 1.41- 2.14 aralığında değişim göstermiştir (Çizelge 4.34). Muamele grupları arasındaki farklılığın istatistiki önemini belirlemek için Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmış, gruplar arası farklılık istatistiki olarak önemsiz ($P \geq 0.05$) bulunmuştur.

Çizelge 4.34 B grubu sakkaroz (%) tayini sonuçları

B GRUBU (2011 Donmamış Kayseri Balları)				
Sakkaroz (%) Değerleri				
Muamele	n	$\bar{X} \pm S_x$	Min	Max
Kontrol	6	1.417 ± 0.29	0.50	2.32
USB(25 °C de 2 saat)	6	1.120 ± 0.26	0.32	2.16
USB(50 °C de 2 saat)	6	1.352 ± 0.30	0.41	2.21
Benmari (50 °C de 2 saat)	6	1.695 ± 0.11	1.41	2.14
Genel	24	1.396 ± 0.13	0.32	2.32

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

4.9.3 C grubu (2011 Yılı Donmuş Kayseri Balları)

Kayseri iline ait 2011 yılı ikinci grup balların analiz sonuçlarında kontrol grubu ortalama değeri 1.198 ± 0.26 olup, 0.32- 2.14 aralığında değişim göstermiştir. 25°C 'de 2 saat ultrasonik su banyosu uygulanan grupta ortalama 1.142 ± 0.34 , minimum 0.36, maksimum 2.56 olmuş, 50°C 'de 2 saat ultrasonik su banyosu uygulanan grupta ise ortalama 1.477 ± 0.27 , minimum 0.46 olmuş, maksimum ise Benmari usulü ısı işlem uygulanan grupta olduğu gibi 2.36 olmuştur. Benmari usulü 50°C 'de 2 saat ısı işlem uygulanan grupta ise ortalama 1.197 ± 0.25 , minimum 0.69 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.35). muamele grupları arasındaki farklılığın istatistiki önemi Duncan çoklu

karşılaştırma testi ile belirlenmiş, gruplar arasındaki fark istatistiki olarak ($P \geq 0.05$) önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.35 C grubu sakkaroz (%) tayini sonuçları

C GRUBU (2011 Donmuş Kayseri Balları)				
Sakkaroz (%) Değerleri				
Muamele	n	X±Sx	Min	Max
Kontrol	6	1.198±0.26	0.32	2.14
USB(25 °C de 2 saat)	6	1.142±0.34	0.36	2.56
USB(50 °C de 2 saat)	6	1.477±0.27	0.46	2.36
Benmari (50 °C de 2 saat)	6	1.197±0.25	0.69	2.36
Genel	24	1.252±0.13	0.32	2.56

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

4.9.4 D grubu (2013 Yılı Adana Balları)

Adana ballarının sakkaroz tayini sonuçlarında kontrol grubunda ortalama 1.208 ± 0.29 olmuş minimum 0.38, maksimum 1.88 olmuştur. 25°C 'de 2 saat ultrasonik su banyosu uygulanan grupta ortalama 1.854 ± 0.39 olmuş bu değer 0.45- 2.58 aralığında değişim göstermiştir. 50°C 'de 2 saat ultrasonik su banyosu uygulanan grupta ise ortalama 1.730 ± 0.24 , minimum 1.23, maksimum 2.51 olarak, benmari usulü 50°C 'de 2 saat ısıtım işlem uygulanan grupta ortalama 1.276 ± 0.27 , minimum 0.51, maksimum 2.14 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.36). Muamele grupları arasındaki farklılığın istatistiki olarak önemli olup olmadığı Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanarak belirlenmiş, gruplar arası farklılık istatistiki olarak önemsiz ($P \geq 0.05$) bulunmuştur.

Çizelge 4.36 D grubu sakkaroz (%) tayini sonuçları

D GRUBU Donmuş Ballar				
Sakkaroz (%) Değerleri				
Muamele	n	X±Sx	Min	Max
Kontrol	5	1.208±0.29	0.38	1.88
USB(25 °C de 2 saat)	5	1.854±0.39	0.45	2.58
USB(50 °C de 2 saat)	5	1.730±0.24	1.23	2.51
Benmari (50 °C de 2 saat)	5	1.276±0.27	0.51	2.14
Genel	20	1.517±0.15	0.38	2.58

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

2011 yılı ve 2013 yıllarına ait muamele grupları arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemsiz bulunurken, 2012 yılı balları muamele grupları arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemli bulunmuştur. 2011 yılı ballarının 2012 ve 2013 yılı ballarına göre, donmuş Kayseri ballarının donmamış Kayseri ballarına ve donmuş Adana ballarına göre düşük sakkaroz (%) değerine sahip oldukları belirlenmiştir. Araştırma gruplarının sakkaroz (%) değerleri 0.32-4.13 aralığında değişim göstermiş ve ortalama değer 1.43 olarak hesaplanmıştır. Hesaplanan ortalama sakkaroz (%) değeri; Batu vd.(2013)'ün bildirdiği (3.75) değerle, Yılmaz ve Küfrevioğlu (2001)'nin bildirdiği (1.8) değerle, Buba (2013)'ün bildirdiği (1.84) değeriyle, White (1980)'in bildirdiği (1.31) değeriyle Günbeyvd., (2010)'nın bildirdiği (4.12) değerleriyle uyumlu görülmüş, Şahinler ve Gül (2005)'in bildirdiği (6.54) değerinden ve Çetin (2011)'in bildirdiği (5.53) değerinden düşük bulunmuştur.

4.10 Uygulanan Muamele Gruplarına Göre Balların Kristalize Olma Oranları

Çalışmada elde edilen bulgulara göre; kontrol gruplarında balların kristalize olma oranı %70' dir. 25 °C de 2 saat Ultrasonik su banyosu uygulamaları sonrasında donmamış ballar kristalize olmamış, donmuş bal örneklerinde muamele sonrasında ise bu oran Kayseri yöresi balları için %33.3, Adana yöresi balları için %20 olarak hesaplanmıştır. 50°C de 2 saat ultrasonik su banyosu uygulanan grupta ise kristalize olma oranı %0 olarak belirlenmiştir. Benmari usulü 50°C de 2 saat ısıtım işlemi uygulanan donmuş Kayseri ballarının % 50'si kristalize olurken, donmuş Adana ballarının %40'ı kristalize olmuştur (Çizelge 37).

Çizelge 4.37 Ultrasonik banyo yöntemi ve Benmari usulü ısıtılan ballarda kristalize olma oranları

Ultrasonik Banyo Yöntemi ve Benmari Usulü Isıtılan Ballarda Kristalize Olma Oranları													
Muamele	Bal Örnekleri												
	A Grubu(Donmamış Kayseri Balı 2013)			B Grubu(Donmamış Kayseri Balı 2012)			C Grubu(Donmuş Kayseri Balı 2012)			D Grubu(Donmuş Adana Balı 2013)			Genel
	n	Donan	% Donma	n	Donan	% Donma	n	Donan	% Donma	n	Donan	% Donma	
Kontrol	10	7	70	6	3	50	6	6	100	5	3	60	%70
USB(25 °C de 2 saat)	10	0	0	6	0	0	6	2	33,3	5	1	20	%11
USB(50 °C de 2 saat)	10	0	0	6	0	0	6	0	0	5	0	0	%0,0
Benmari (50 °C de 2 saat)	10	0	0	6	0	0	6	3	50	5	2	40	%18,5
Genel	40	7	17,5	24	3	12,5	24	11	45,8	20	6	30	%25

BÖLÜM V

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma; kristalleşmiş veya sıvı halde bulunan ballara 25°C ve 50°C sıcaklıkta 2 saat süre ile uygulanan ultrasonik banyo yöntemi ve yine aynı sıcaklıklarda aynı süre ile uygulanan Benmari yönteminin balların kristalleşmesi üzerine etkisini ve bu yöntemlerin balın biyokimyasal yapısında bir değişim meydana getirip getirmediğinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüş olup; 50°C’ de ultrasonik banyo muamelesi uygulanan tüm gruplarda tekrar kristalleşme olmazken, 25°C’ de ultrasonik banyo uygulanan gruplarda ortalama kristalleşme oranı %11, 50°C’ de Benmari usulü ısıtma yapılan gruplarda ortalama %18.5 ve hiçbir işlem yapılmayan kontrol grubunda ise kristalleşme oranı % 70 olarak belirlenmiştir. Sonuçlara baktığımızda her türlü ısıtma işleminin kristalleşme üzerine etkili olduğunu ancak; en iyi sonucun 50 °C’ de ultrasonik banyo muamelesinden alındığı görülmektedir. Yapılan analizler sonucunda ortalama pH, asitlik, briks, %kül, diastaz, HMF, toplam fenolik madde, invert şeker ve sakkaroz değerleri sırasıyla; 3.93, 20.87meq/kg, 82.07, 12.68, 12.34, 19.91mg/kg, 170.42, 52.32, 1.43 olarak hesaplanmıştır.

Biyokimyasal analiz sonuçlarına bakıldığında uygulanan ultrasonik banyo muamelesinin balların pH, asitlik, briks, diastaz, HMF, toplam fenolik madde, invert şeker ve sakkaroz değerleri üzerine fazla bir olumsuz etkisi olmadığı görülmüştür. Ultrasonik muamele uygulanan balların tekrar kristalleşmemesi ve balların biyokimyasal özelliklerinde önemli bir değişiklik olmaması nedeniyle donmuş balların tekrar sıvı hale getirilmesinde önerilecek bir yöntem olarak değerlendirilebileceği görülmüştür. Yapılacak daha kapsamlı çalışmalarla balların kristalleşmesinin önlenmesi veya kristalleşmiş balların tekrar eski hale getirilmesinde kullanılacak bir yöntem oluşturulabileceği düşünülmektedir.

Fenolik madde içeriği yüksek olan balların renginin koyu olduğu bilinmektedir. Yapılan çalışma sonucunda elde edilen verilere göre kontrol grupları toplam fenolik madde içeriği ortalama 174.25 olarak tespit edilirken, muamele sonrası Benmari usulü ısıtma işlem ve ultrasonik su banyosu muameleleri sonucunda ortalama değerin 170.42’ ye

düştüğü görülmüştür. Balın depolama süresindeki artışla ve kristalizasyonla toplam fenolik madde içeriğinin azaldığı tespit edilmiştir.

Elde edilen verilere göre balların invert şeker oranlarında depolama ile azalma görülürken, kristalize balların depolanması sonucu invert şeker oranlarında artış tespit edilmiştir. Kontrol grupları baz alındığında ortalama invert şeker değerlerinde 54.2'den 52.3'e düşüş görülmüştür. Şahinler vd. (2001) Hatay iline ait bal örnekleri ile yaptıkları invert şeker analizleri sonucunu %56.65 olarak belirlemişlerdir. Bulunan değerlerin bal standartlarına uygun olduğu belirlenmiştir.

Çalışma sonucunda, bal örneklerinin biyokimyasal özellikler yönünden, Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği, Avrupa Birliği Standardive Kodeks Standartlarına uygun olduğu belirlenmiştir.

KAYNAKLAR

Alqarni, A.S., Owayss, A.A., Mahmoud, A.A. and Hannan, M.A., “Mineral Content and Physical Properties of Local and Imported Honeys In Saudi Arabia”, *Journal of Saudi Chemical Society*, 18, 618- 625, 2012.

Alvarez-Suarez, J.M., Tulipani, S., Romandini, S., Bertoli, E., Battino, M., “Contribution of Honey in Nutrition and Human Health: a review”, *Mediterr J Nutr Metab*, 3: 15-23, 2010.

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

Anonim, 2002. Bal Standardı. Türk Standartları Enstitüsü, TS 3036.

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

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

Austin, G.H., “Maltose Content of Canadian Honey Suggests Probable Effects on Crystallization”, *Tenth International Congress of Entomology*, 1956:1001-1006p, 1958.

Bath, P.K. and Singh, N., “A Research Note Chemical Changes in Helianthus annuus and Eucalyptus lanceolatus Honey During Storage”, *Journal of Food Quality*, 23:4, 443-451, 2000.

Batu, A., Küçük, E. ve Çimen, M., “Doğu Anadolu ve Doğu Karadeniz Bölgeleri Çiçek Ballarının Fizikokimyasal ve Biyokimyasal Değerlerinin Belirlenmesi”, *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, cilt: 8:1, 52-62, 2013.

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.

Bogdanov S., Martin P., Lüllmann C. (1997) “Harmonised Methods of the European Honey Commission”, *Apidologie extra issue*, 1–59, available online at: http://www.apis.admin.ch/host/doc/pdfhoney/IHCmethods_e.pdf (accessed on 16 August 2004).

Bogdanov, S., Jurendic, T., Sieber, R., “Honey for Nutrition and Health: A Review. *Am J Coll Nutr*, 27, 677-689, 2008.

Boyacıoğlu, D., Güven, E.Ç., Durmuş, E.F. ve Gedikli, T., Arı Ürünleri ve Sağlığımız, *BAL-DER Arı Ürünleri ile Sağlıklı Yaşam Platformu Derneği*, 2012.

Buba, F., Gidado, A. ve Shugaba, A., “Analysis of Biochemical Compositio of Honey Samples From North-East Nigeria”, *Biochemistry & Analytical Biochemistry*, 2:3, 2013.

Cavia, M. M., Fernandez-Muino, M. A., Gómez-Alonso, E., Montes-Perez, M. J., Huidobro, J.F. and Sancho, M.T., “Evolution of fructose and glucose in honey over one year: influence of induced granulation”, *Food Chemistry*, 78,157–161, 2002.

Cavia, M. M., Fernandez-Muino, M. A., Alonso-Torre, S. R., Huidobro, J. F. and Sancho, M. T., “Evolution of acidity of honeys from continental climates: Influence of induced granulationr one year: influence of induced granulation”, *Food Chemistry Analytical, Nutritional and Clinical Methods*, 100, 1728–1733, 2007.

Chandler, B.V., Fenwick, D., O’Hara, T. and Reynolds, T. “Composition of Australian Honeys”, *CSIRO Aust. Div. Fd. Res. Tech. Pap*, No. 38, 1-39p, 1974.

Crane, E., Honey: A Comprehensive Survey, *Crane, Russak & Co.Inc. in co-operation with the International Bee ResearchAssociation*; NewYork ,USA; 608pp, 1975.

Codex Alimentarius Commission, 24, 1970.

Çapar, D.D., Akbulut, M., Çoklar, H., “Some Physicochemical Properties of Pine Honey in Muğla and Their Changes During Storage”, *International Journal of Health Nutrition*, 4(3), 32-59, The International 2nd Halal and Healthy Food Congress, 2013.

Çetin, K., Alkın, E. and Uçurum, H.Ö., “Piyasada Satılan Çiçek Ballarının Kalite Kriterlerinin Belirlenmesi”, *Gıda ve Yem Bilimi- Teknoloji Dergisi*, 11, 49-56s, 2011.

Çınar, S.B., Türk Çam Balının Analitik Özellikleri, Doktora Tezi, *Ankara Üniv. Fen Bil. Enst.*, Ankara, 81 s, 2010.

Doğan, M., Ege Bölgesinde Üretilen Hayıt Ve Çam Ballarında Isıtmanın Ve Depolama Süresinin Hidroksimetilfurfural Miktarı Ve Diastaz Sayısı Üzerine Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, *Adnan Menderes Üniv. Fen Bil. Ens.*, Aydın, 107 s, 2013,

Doğaroğlu, M., Sunay, A.E., Samancı, T., Arı Ürünleri Üreticileri İçin İyi Hijyen Uygulamaları Rehberi, *BAL-DER Arı Ürünleri ile Sağlıklı Yaşam Platformu Derneği*, 2012.

Efem, S.E., “Clinical Observations on the Wound Healing Properties of Honey”, *Br. J. Surg.*, 75(7): 679-81p, 1988.

Estupinon, S. and Sanjuan E. “Quality Parameters of Honey II Chemical Composition”, *Alimentaria*, 297: 117-122p, 1998.

Genç, F. ve Dodololu, A., Arıcılığın Temel Esasları. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitabı*, 2011.

Gül, A., Türkiyede Üretilen Balların Yapısal Özelliklerinin Gıda Güvenliği Bakımından Araştırılması, Doktora tezi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Zootekni Anabilim Dalı, Hatay, 2008.

Gül, A. ve Şahinler, N., “Balın Yapısına ve Kalitesine Etki Eden Faktorler”, **IV. Ulusal Zootekni Bilim Kongresi**. 1-3 Eylül, Isparta, 2004.

Günbey, V.S., Günbey, B., Güney, F. ve Yılmaz, Ö., “Ordu İli Bal Üreticilerinden Elde Edilen Balların Biyokimyasal Yapısının İncelenmesi”, **Arıcılık Araştırma Dergisi**, 2 (4), 20- 23, 2010.

Huidobro, J.F. and Simal, J., “Determinación del color y la turbidez en las mieles”, **Anales de Bromatologica, Apicultural Abstracts** ,36 (2): 225-245, 648/1988.

Jimenez, M., Matheo, H., Huerta, T. And Matheo, R., “Influence of The Storage Conditions on Some Physicochemical and Mycological Parameters of Honey”, **Journal of the Science of Food and Agriculture**, vol 64, Issue 1, 67-74p, January 1994.

Karadal, F. ve Yıldırım, Y., Balın Kalite Nitelikleri, Beslenme ve Sağlık Açısından Önemi, **Erciyes Üniv Vet Fak Derg**, 9(3) 197-209, 2012.

Keskin, H., **Besin Kimyası**, 4. Baskı. Cilt II, 101- 117p, 1982.

Krell, R., “Value Added Products from Beekeeping”, **Food and Agricultural Organization of the United Nations**, Rome, 2001.

Meda, A., Lamien, C. E., Romito, M., Millogo, J. and 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.

Mellaart, J., Çatalhöyük Anadolu’da Bir Neolitik Kent, **Yapı Kredi Yayınları**, İstanbul, 2003.

Merin, U., Bernstein, S. And Rosenthal, I., “A Parameter for Quality of Honey”, **Food Chemistry**, Vol 63, Issue 2, 241-242, 1998.

Ötleş, S., “Bal ve Bal Teknolojisi (Kimyası ve Analizleri)” **Alaşehir Meslek Yüksek Okulu Yayınları** No:2, İzmir, 89 s, 1995.

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

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.

Schepartz, A.I. and Subers, M.H., “The Glucose Oxidase of Honey I. Purification and Some General Properties of the Enzyme”, *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Specialized Section on Enzymological Subjects*, Vol 92, Issue 3, Pages 421-643p, 1964.

Silici, S., “Türkiye’nin farklı bölgelerine ait bal örneklerinin kimyasal ve palinolojik özellikleri”, *Mellifera Dergisi*, 4;(7), s.,13-18, 2004

Sunay, E. A., Altıparmak,O., Doğaroğlu, M., Gokcen, J., “Türkiye’de ve Dünyada Bal Üretimi, Ticareti ve Karşılaşılan Sorunlar”, *II. Marmara Arıcılık Kongresi*, Yalova, 28-30 Nisan 2003.

Şahinler,N., Gül, A., Şahinler,S., “Hatay yöresi ballarının bileşimi ve biyokimyasal analizi” *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*(6), s,93-108, 2001

Şahinler, N., Gül, A., “Effect of Heating and Storage on Honey Hydroxy Methylfurfural and Diastase Activity” *Journal of Food Technology*, 3(2), 152-157, 2005.

Thrasylvoulou, A., Manikis, J. and Tselios, D., “Liquefying crystallized honey with ultrasonic waves”, *Apidologie*, 25, 297- 302, 1993.

Tolon, B., 1999, Muğla ve Yöresi Çam Ballarının Biyokimyasal Özellikleri Üzerine Bir Araştırma.Doktora Tezi, *Ege Üniv. Fen Bil. Enst.*117 s, İzmir.

Üreten, H., 2011. Eski Anadolu’da Arı ve Bal.*History Studies.* 3(3): 363-382.

White, J.W.JR., Riethof, M.L. and Kushnir, L., Composition of honey. VI. The effect of storage on carbohydrates, acidity and diastase content. *Journal of Food Science*, 26: 63–66, 1961.

White, J.W. Jr., Riethof, M.L., Subers, M.H., Kusihnr, I., “Composition of American Honeys”, *Technical Bulletin of the United States Department of Agriculture*, No.1261, 124pp, 1962.

White, J.W., Subers, M.H., Schepartz A.I., “The identification of inhibine, the antibacterial factor in honey, as hydrogen peroxide and its origin in a honey glucoseoxidase system” *Biochim. Biophys. Acta*, 73, 57–70p, 1963.

White, J. W. Jr. , Honey, In Grout, R. A., ed., “The hive and the honey bee”, *Dadant & Sons, Inc., Hamilton*, Ill, 491-530p, 1975.

White, J.W.Jr., “Determination of Hydroxymethylfufural (HMF)”, *J. Assoc. Anal. Chem.*, 62 (3): 509-511p, 1979.

White, J. W. Jr. , Doner, L. W., “Honey Composition and Properties”, *Beekeeping In The United States Agriculture Handbook*, 335, 82-91p, 1980.

White, J.W., “Honey, in The Hive and The Honey Bee”, Eds. *Graham, J.M., Dadant and Sons. Inc.*, Ohio, p: 869-918, 2003.

Won, S.R., Li, C.Y., Kim, J.W. and Rhee, H.I., “Immunological Characterization of Honey Major Protein and Its Application” *Food Chemistry*, Vol 113, Issue 4, 1334-1338, 2009.

Vit, P. ve Pulcini, P., 1996. Diastase and invertase activities in Meliponini and Trigonini honeys from Venezuela. *Journal of Apicultural Research*, 35(2): 57–62.

Yao, L., Jiang, Y., D’Arcy, B., Singanusong, R., Datta N., Caffin, N. And Raymont, K., “Quantitative High-Performance Liquid Chromatography Analyses of Flavonoids in Australian Eucalyptus Honeys”, *J. Agric. Food Chem.*, 52 (2), 210–214p, 2004.

Yaniv Z., Rudich M., “Medicinal Herbs as a Potential Source of High Quality Honeys”
In: Mizhrari A., Lensky Y. (eds.): *Bee Products. Plenum Press*, New York. 77–79p,
1996.

Yılmaz, H. And Yavuz, Ö., “Content of Some Trace Metals in Honey From South-
Eastern Anatolia”, *Food Chemistry*, Vol 65, Issue 4, 475- 476p, 1999.

Yılmaz, H. ve 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 Agriculture & Forestry*, 25, 347-349, 2001.

Zh, S., M, S. and My, Y.A., “Honey: Food or Medicine?”, *Med & Health*, 8(1), 3-18,
2013.

http://www.tarimtv.gov.tr/HD984_turkiye-bal-uretiminde-dunyada-2--sirada.html2012.
<http://gidatarim.com/bal-uretimi-100-bin-tonu-asti/>, 2015.
<http://www.icef11.org/content/papers/aft/AFT974.pdf> , Kabbani, 2015.

ÖZ GEÇMİŞ

05.05.1985 tarihinde Kayseri’de doğan Volkan ÇAKIR ilk ve orta öğrenimini Kayseri’de tamamladı. 2005 yılında girdiği Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümünden 2009 yılında mezun oldu. Kayseri Uğur Dershanesi, Kayseri Özel Kulvar Dershanesi, Kayseri Kavram VİP Dershanesi, Ankara Zafer Dershanesi ve Ankara Çankaya Doğa Koleji Biyoloji Öğretmenliği görevine devam eden ÇAKIR 2010 yılında girdiği Niğde Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji anabilim dalında Yüksek lisans çalışmalarına devam etmektedir.

