T. C.
DİCLE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MUHAFAZA SICAKLIĞININ BALLARDA HMF OLUŞUMUNA VE BAZI KİMYASAL ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ

Ümit SAYLAK

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ZOOTEKNİ ANABİLİM DALI

DİYARBAKIR
Temmuz-2019

T.C.

DİCLE ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ

DİYARBAKIR

Ümit SAYLAK tarafından yapılan "MUHAFAZA SICAKLIĞININ BALLARDA HMF OLUŞUMUNA VE BAZI KİMYASAL ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ" konulu bu çalışma, jürimiz tarafından Zootekni Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Başkan : Prof. Dr. Nevzat ARTIK

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Halit Deniz ŞİRELİ

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Ali Murat TATAR

Tez Savunma Sınavı Tarihi: 16/07/2019

Yukarıdaki bilgilerin doğruluğunu onaylarım.

...../...../2019

Prof. Dr. Sevtap SÜMER EKER

ENSTİTÜ MÜDÜR V.

TEŞEKKÜR

Tez çalışmamın tüm aşamalarında benden yardım ve desteklerini esirgemeyen danışman hocam sayın Dr. Öğr. Üyesi H. Deniz ŞİRELİ, ikinci danışmanım sayın Prof. Dr. U. Tansel ŞİRELİ, yine özellikle Yüksek Lisans ders aşamasında yardımlarını esirgemeyen sayın Prof. Dr. Ahmet GÜLER' e, Tezimin istatistik analizlerin yapımında yardımlarını gördüğüm sayın Prof. Dr. Muhip ÖZKAN ve sayın Dr. Öğr. Üyesi Ali Murat TATAR' a ve Samsun İl Tarım Müdürlüğü'nde görev yapan sayın Dr. Ali KORKMAZ' a sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca tezimin her aşamasında ve özellikle bal örneklerinin teminini sağlayan Beyçeri Tarımsal Üretim İşletmeleri Gıda Arıcılık San. ve Tic. Aş. Yönetim Kurulu Başkanı kıymetli babam Fahri SAYLAK'a ve kimyasal analizleri yapımında çalışan sevgili eşim Bahire SAYLAK'a da teşekkürlerimi sunarım.

Temmuz 2019

Ümit SAYLAK

İÇİNDEKİLER

		Sayfa
TEŞEKKÜR……..…..		**I**
İÇİNDEKİLER……..		**II**
ÖZET……..		**III**
ABSTRACT……..		**IV**
ÇİZELGE LİSTESİ …….		**V**
ŞEKİL LİSTESİ …….		**VI**
KISALTMA VE SİMGELER		**VII**
1.	**GİRİŞ…….**	**1**
2.	**ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....**	**11**
3.	**MATERYAL VE METOT.....**	**19**
3.1.	Materyal.....	19
3.2.	Metot…….....	19
3.2.1.	Nem Tayini.....	21
3.2.2.	Suda Çözünür Kuru Madde (Briks) Tayini	21
3.2.3.	pH ve Serbest Asitlik……....	22
3.2.4.	Diastaz Sayısı Tayini.....	22
3.2.5.	HMF Tayini…….....	23
4.	**BULGULAR VE TARTIŞMA.....**	**25**
5.	**SONUÇ……..**	**35**
6.	**KAYNAKLAR……..**	**37**
ÖZGEÇMİŞ.....		**43**

ÖZET

MUHAFAZA SICAKLIĞININ BALLARDA HMF OLUŞUMUNA VE BAZI KİMYASAL ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Ümit SAYLAK

DİCLE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ZOOTEKNİ ANABİLİM DALI

Temmuz 2019

Bu araştırma, iki farklı bal tipinde (normal ve pastörize) ve farklı sıcaklık derecelerinde (4, 21, ve 36 °C) depolanan ballarda; HMF (hidroksimetilfurfural) değerleri, diastaz sayıları, nem oranları, pH değerleri, brix değeri ve serbest asitlik değerleri gibi özelliklerin tespit edilmesi amacı ile yapılmıştır. Çalışmada elde edilen sonuçlara göre ölçümü yapılan özelliklerden HMF değerleri ile diastaz sayıları istatistiki olarak önemli ($P<0.05$) bulunmuştur. Buna göre farklı depolama sıcaklık değerlerindeki (4, 21, ve 36 °C) tespit edilen HMF ortalamaları sırasıyla; 2.794±3.080, 4.366±3.080 ve 184.177±3.080 elde edilirken, diastaz sayıları ise sırasıyla; 9.483±0.390, 8.515±0.390 ve 1.464±0.390 olarak tespit edilmiştir. Farklı bal tipi ortalamaları arasında ki fark istatistik olarak önemsiz tespit edilmiştir. Çalışmada ölçümleri yapılan diğer özelliklerinde (pH, brix değeri, nem oranı ve serbest asitlik) ortalamaları arasındaki fark hem farklı depolama sıcaklıkları (4, 21, ve 36 °C) hem de bal tiplerinde istatistik olarak önemsiz bulunmuştur. Sonuç olarak, bal kalitesinin tespit edilmesinde kullanılan HMF değerinin depolama sıcaklık değerlerinin artması ile artış gösterdiği ve diastaz sayılarının ise depolama sıcaklıklarının artması ile değerlerinin düştüğü tespit edilmiştir. Çalışmada ölçümü yapılan diğer özelliklerin ise ballarda olması gereken değerlerde olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Bal, HMF, diastaz sayısı, ph değeri, brix değeri, serbest asitlik, nem oranı

ABSTRACT

EFFECT OF STORAGE TEMPERATURE ON HMF FORMATİON AND SOME CHEMİCAL PROPERTİES İN THE HONEY

MASTER THESIS

Ümit SAYLAK

DEPARTMENT OF ANIMAL SCIENCE
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
UNIVERSITY OF DİCLE

July 2019

In this research, honey is stored in two different types of honey (normal and pasteurized) and at different temperatures (4, 21, and 36 °C); HMF (hydromethylfurfural) values, diastase numbers, humidity, pH values, brix value and free acidity values were made to determine the properties. According to the results obtained in the study, HMF values and diastase numbers were statistically significant (P <0.05). Accordingly, the mean HMF values determined at different storage temperature values (4, 21, and 36 °C) were as follows; 2.794 ± 3.080, 4.366 ± 3.080 and 184.177 ± 3.080 were obtained, while the diastase numbers were respectively; 9.483 ± 0.390, 8.515 ± 0.390 and 1.464 ± 0.390. The statistical difference between the different honey type means was found to be insignificant. The difference between the averages (pH, brix value, humidity and free acidity) in the other measured properties of the study was found to be statistically insignificant both in different storage temperatures (4, 21, and 36 °C) and in honey types. As a result, it was determined that the HMF value used in the determination of the quality of honey increased with the increase of the storage temperature values and the number of diastases decreased with the increase of the storage temperatures. In the study, it was determined that the other properties that were measured were in the values that should be in the honey.

Key words: Honey, HMF, diastase number, ph, brix value, free acidity, humidity

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge No		Sayfa
Çizelge 1.1.	Türkiye'de Yıllara Göre Arıcılık ile Uğraşan İşletme Sayıları, Toplam Kovan Sayıları, Bal Üretimleri ve Koloni Başına Bal Verimi Değerleri	3
Çizelge 1.2.	Yıllar İtibariyle Türkiye'nin Toplam Bal İhracatı	4
Çizelge 1.3.	Tük Gıda Kodeksi, Bal Tebliği (2012/58). Bal Tebliği'ne göre ballara ait özellikler	6
Çizelge 4.1.	Farklı Sıcaklıklarda Farklı Bal Tiplerinin Fizyokimyasal Özelliklerine Ait Tanımlayıcı Değerler	28
Çizelge 4.2.	Farklı Sıcaklık ve Bal Tipleri Ortalamalarının Duncan Tesit ile Karşılaştırılması	29

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil No		Sayfa
Şekil 1.1.	Arıcılık Faaliyetinden Bir Görünüş	1
Şekil 1.2.	Hidroksimetilfurfural Oluşumu	8
Şekil 3.1.	Bal Numunelerinin 36 °C' de Etüvdeki Görünümü	19
Şekil 3.2.	Refraktometre ile Balda Briks ve Nem Tayini Görünümü	21
Şekil 3.3.	PH Metrede Değer Okuma Görünümü	22
Şekil 3.4.	Spektrofotometre Görünümü	23

KISALTMA VE SİMGELER

ARK	:	Arkadaşlar
°C	:	Santigrat Derece
g	:	Gram
HMF	:	Hidroksimetilfurfural
FAO	:	Food And Agriculture Organization (Dünya Gıda Örgütü)
kcal	:	Kilokalori
kg	:	Kilogram
MEQ	:	Miliekivalen
mg	:	Milligram
ms	:	Mili Siemens
N	:	Normalite
NaOH	:	Sodyum Hidroksit
SPSS	:	Statistical Package For The Social Sciences
TGK	:	Türk Gıda Kodeksi
TS	:	Türk Standartları
TSE	:	Türk Standartları Enstitüsü
TUİK	:	Türkiye İstatistik Kurumu

1.GİRİŞ

Arıcılık faaliyeti insanoğlunun varoluşundan itibaren her çağda ilgisini çeken bir uğraş olmuştur. Başta bal olmak üzere arılardan elde edilen ürünler insan beslenmesinde ve bazı hastalıkların tedavisinde kullanılmıştır. Bilimsel gelişmeler ışığında yeni teknolojilerin arıcılıkta kullanılması arıcılık faaliyetine önemli bir ekonomik değer kazandırmıştır (Erkan ve ark, 2001).

Günümüzde arıcılık faaliyeti büyük ilerlemeler göstererek sektörel bir hayvancılık kolu haline gelmiştir. Türkiye'de önceleri geleneksel yöntemlerle yapılan arıcılık faaliyeti ekonomik önemlerinden dolayı son yıllarda modern gezginci arıcılık halini almıştır. Küreselleşme yolunda hızla ilerlerken, sanayi ve hizmet sektöründeki gelişmeler nüfusun kırsaldan kentlere göç etmesiyle yeterli ve kaliteli tarımsal üretimin geliştirilmesi ve uygulanması ülkeler için oldukça önem arz etmektedir. Bu anlamda kendi gıdalarını yeterli düzeyde üretebilen ülkeler dünyada ki varlıklarını sürdürmenin yanında güçlü aktörler olacaklardır. Tarımsal üretimdeki gelişmeler bir yandan hızlı bir şekilde sürdürülürken diğer yandan kirlilik ve doğanın tahrip edilmemesi de göz ardı edilmemelidir. Bu anlamda arıların varlığı, dünya ve insanlar için küçümsenmeyecek öneme sahiptir (Çankaya ve ark, 2008).



Şekil 1.1. Arıcılık Faaliyetinden Bir Görünüş

Arıcılık tarımsal faaliyetler içerisinde teknik olarak daha kolay yapılması, birçok ürünün elde edilmesi, belli bir toprağa gereksinim duyulmaması, çok düşük yatırım ve işletme sermayesi ile kurulabilmesi, ilk sezonda bile gelir sağlaması, işgücü ihtiyacının az olması, toplumun her kesimi tarafından yapılabilmesi gibi özelliklerinden dolayı alternatif bir ekonomik faaliyet olmuştur (Çelik ve ark, 2014). Bu duruma paralel olarak günümüzde arıcılık faaliyeti büyük ilerlemeler göstererek sektörel bir hayvancılık kolu haline gelmiştir (Vural ve ark, 2007).

Arı ürünlerini kıymetli yapan bileşenler esasında içermiş oldukları vitamin, mineral madde, organik asit düzeyleri ve en önemlisi enzim düzeyleri olması nedeniyle daha kolay sindirilebilir ve besleyici olmasının yanı sıra hastalıklara karşı koruma, bağışıklık ve tedavi edici özelliklerinden dolayı tercih edilen gıdalardandır (Özmen ve ark, 2006). Arıların üretmiş oldukları en önemli ürün olan balın yanı sıra diğer arı ürünlerinin de insan sağlığının korunması üzerine olumlu etkilerinin bilinmesi arı ürünlerine olan talebi her geçen gün daha da artırmaktadır (Çelik ve ark, 2014).

Arı üretmiş olduğu birçok değerli ürünün yanı sıra, doğadaki en önemli polinatör olma özellikleri ile de doğa florasının vazgeçilmez unsurları ve tarımsal üretimi desteklemeleri anlamında tartışılmaz öneme sahiptir. Bu nedenle arılar, Türkiye'nin sahip olduğu biyolojik çeşitliliğin sürdürülmesi ve doğal dengenin korunması bakımından oldukça önemlidir. Arıcılık, varlığı ve üretimiyle ballı bitki florasına bağlıdır. Bu bitki florası Türkiye için milli servet niteliğindedir ve en uygun koşullarda değerlendirilmesi gerekmektedir (Fıratlı ve ark, 1995). Türkiye sahip olduğu farklı iklim ve doğa koşulları, ballı bitki florası ve her bölgeye uyum sağlamış farklı genetik çeşitlilik ile arıcılık faaliyeti için bulunmaz bir bölgedir. Türkiye, üç kıtanın taşıdığı genetik çeşitliliğe bakıldığında önemli gen merkezlerinden biridir. Ayrıca, dünya ballı bitkiler florasının dörtte üçüne sahip ve dört mevsimin aynı anda yaşandığı bir ülke konumundadır. Bugün Avrupa'da mevcut yaklaşık 11 bin çiçekli bitki çeşidinin, 3 bini endemik olmakla birlikte toplamda, 9 binden fazlası Türkiye'de mevcuttur (Terzioğlu, 1994). Türkiye'de bulunan zengin meralarımızın dışında önemli olan yem bitkileri; yonca, fiğ, korunga, üçgül çeşitleri vs ile yağ bitkilerinden; ayçiçeği, soya, kolza vs, yine Türkiye'de yetiştiriciliği yapılan meyve ağaçlarından; elma, narenciye çeşitleri, kaysı vs ile tarımsal alanların varlığı, Türkiye'yi arı yetiştiriciliği bakımından eşsiz kılmaktadır. Ayrıca salgı balı (çam balı) kaynağı olarak Ege Bölgesindeki ormanlarda

mevcut bulunan özellikle çam ve köknar ağaçları ile yine farklı orman ağaçlarından akasya, kestane, akça ağaç, ıhlamur vs çok zengin nektar içeren ağaçlar, Türkiye'nin önemli değeridir (Fıratlı ve ark., 2000; Erkan ve ark, 2001).

Tarım ülkesi özelliklerini taşıyan ve nüfusunun büyük bir kısmı (%21) köylerde yaşayan ülkemiz için arıcılık, oldukça önemlidir. TUİK verilerine göre 2018 yılı itibariyle ülkemizde 81.230 adet arıcılık işletmesi mevcut olup, bal üretimi 107.920 ton, olarak bildirilmiştir (Çizelge 1.1).

Çizelge 1.1. Türkiye'de Mevcut Arıcılık Yapan İşletme Sayısı, Toplam Kovan Sayısı, Bal Üretimi ve Koloni Başına Bal verimi Değerleri (TUİK 2019).

Yıllar	Arıcılık Yapan İşletme Sayısı	Toplam Kovan Sayısı (adet)	Üretim Miktarı (Ton)	Koloni Başına Bal Verimi (Kg)
2009	21.469	5.339.224	82.002,555	15,4
2010	20.845	5.602.669	81.114,741	14,5
2011	21.131	6.011.332	94.245,168	15,7
2012	21.307	6.348.009	89.162,221	14,0
2013	79.934	6.641.348	94.693,879	14,3
2014	81.108	7.082.732	103.525,168	14,6
2015	83.475	7.748.287	108.128,357	14,0
2016	84.047	7.900.364	105.727,435	13,4
2017	83.210	7.991.072	114.471,45	14,3
2018	81.830	8.108.424	107.920	13.3

Arıcılık faaliyeti, kırsal kalkınma yönünden dünyada oldukça öneme sahip olduğu gibi Türkiye'de de oldukça önemli olmuştur. Çok sayıda üretici için geçim kaynağı olmuştur. Bununla birlikte dünyada bal ticareti hızla gelişmekte ve ülkeler arası rekabet artmaktadır.

FAO'ya göre 2016 yılında, Almanya (1322 ton), Fransa (198 ton), başta olmak üzere birçok Avrupa ülkesine, Suudi Arabistan (280 ton), Amerika Birleşik Devletlerine

(1331 ton), bal ihracatı gerçekleşmiştir. Türkiye 2012 yılına ait bal ihracat değeri 1263 ton iken, 2016 yılında ise bal ihracat değeri 3623 ton'a yükselmiştir (Çizelge 1.2).

Çizelge 1.2. Yıllara Göre Türkiye Toplam Bal İhracat Değerleri (FAO 2019).

Yıl	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**
Miktar (ton)	1 263	3 564	4 969	7 192	3 623
Değer (bin $)	6 007	12 956	18 919	25 072	14 926

Türk Gıda Kodeksinin 2000/39 sayılı tebliğine göre "bal arılarının çiçek nektarlarını, bitkilerin veya bitkiler üzerinde yaşayan bazı canlıların salgılarını topladıktan sonra, kendine özgü maddeler karıştırarak değişikliğe uğratıp, bal peteklerine depoladıkları tatlı madde" şeklinde tanımlanmaktadır. TSE bal standardına göre ise "bitkilerin çiçeklerinde bulunan nektarların veya bitkilerin canlı kısımlarından yararlanarak bazı eş kanatlı böceklerin salgıladığı tali maddelerin bal arıları *(Apismellifera)* tarafından toplanması vücutlarında bileşimlerinin değiştirilip petek gözlerine depo edilmesi ve buralarda olgunlaşması sonucunda meydana gelen tatlı bir ürün" olarak tanımlanmaktadır (Anonim 2012).

Balın rengi, tadı ve aroması nektar alındığı bitkinin türüne göre farklılık gösterir. Bal akıcı, viskoz, yoğun ve bulunduğu ortamın sıcaklığında kısmen veya tamamen kristalize olabilir. Balın kristalize olarak tanımlanması, balda mevcut olan şekerin belli sıcaklık derecelerinde doyması sonucunda dibe çökmesi olarak tanımlanır. Bal genellikle oda sıcaklığında kristalize olmaz ama yine de bazı türler oda sıcaklığında da kristalize olabilir. Arı kovan içerisinde, topladıkları nektarı bazı işlemlerden geçirirken (bala dönüştürürken) balın içerdiği suyu uçurarak olgunlaştırır. Balın su içeriği ne kadar az olursa kristalize olması da o kadar zor olur. Bu anlamda petekli ballarda kristalize ya hiç görülmez ya da çok geç ve kısmen görülebilir. Kristalize olan bal tüketiciler için tercih edilmeyen, şekerli (dışardan şeker ile besleme) diye algılanıyor. Ancak yapısı gereği kristalize olma balın doğal bir sürecidir. Kristalize olan ballar belli sıcaklıklarda ve denetimli bir şekilde su banyosu içerisinde eski haline dönüştürülebilirler. Tabi ısıl işlem uygulanırken yüksek sıcaklıkta uzun süre kalan ballar için, içerdiği enzimler bozulmaya uğrayarak HMF miktarında artışlar meydana gelecektir (Günbey 2009). HMF miktarının artması istenmeyen bir durumdur.

Dünya nüfusunun hızla artması ve nüfus yoğunluğunun büyük kentlerde görüldüğü günümüzde, hazır gıdaya duyulan ihtiyaç nüfus ile orantılı bir şekilde artmaktadır. Ancak hazır gıdaların işlenmesi, paketlenmesi ve tüketicilerle buluşması sırasında, raf ömrünü uzatmak için uygulanan ısıl işlem ve eklenen katkı maddelerinin doğurduğu endişeler daha dikkat çekici olmaktadır. Artık günümüzde gıda güvenliği kavramı ve sağlıklı yaşamın kaynağı olan doğal beslenme isteği uyanmış ve bunu sağlama adına ciddi çabalar harcanmaktadır (Koç ve ark. 2015).

Gıda sektörü içerisinde oldukça seçkin bir yere sahip olan, gıda ve şifa olma özelliğini bir arada barındıran bal, günümüzde de bu önemini korumaktadır. Tüketici tarafından yüksek bedeller ödenerek alınan veya alınabilecek bir ürün konumunda olan bal, Türkiye'de tüketiciler için hala yoğun bir şekilde talep edilmektedir. Ancak zaman zaman sektörde yaşanan bazı sıkıntılar bal arz ve talebinde dalgalanmalara yol açmaktadır. Ayrıca bal üzerinde oluşturulan spekülasyonlar ile yanlış ve eksik bilgilendirmeden kaynaklanan birtakım sorunlar da yaşanmaktadır. Özellikle balın kristalizasyonu sürecinde tüketici de oluşan yanlış algı sektörü olumsuz düzeyde etkilemekte, önemli ekonomik kayıplara yol açmaktadır. Hatta bu durum zaman zaman sektör üzerinden haksız kazançlar elde edilmesine de olanak tanımaktadır (Güney 2010).

Çizelge 1.3. Tük Gıda Kodeksi, Bal Tebliği (2012/58). Bal Tebliği'ne göre ballara ait özellikler (Anonim 2012)

	Çiçek Balı	**Salgı Balı**	**Çiçek ve Salgı Balı Karışımı**	**Fırıncılık Balı**
Nem (en fazla)	% 20 % 23 (püren-*Calluna* ballarında)	% 20	% 20	% 23 %25 (püren-*Calluna*kaynaklı fırıncılıkballarında)
Sakaroz (en fazla)	5 g/100g 15 g/100g (Yalancı akasya – *Robina psedoacacia*, adi yonca-*Medicago sativa, Banksia meziesii* çiçek balı, tatlı yonca- 10 g/100g (Lavanta çiçeği-*Lavandula spp., Boraga officinalis*ballarında)	5 g/100g 10 g/100g (Kızıl çam *Pinus brutia*ve fıstık çamlarından *Pinus pinea*elde edilen salgı ballarında)	5 g/100g	5 g/100g
Fruktoz +Glukoz(en az)	100g'da 60 gram	100g'da 45 gram	100g'da 45 gram	-
Fruktoz / Glukoz	0,9 - 1,4	1,0 - 1,4	1,0 - 1,4	-
Suda çözünmeyenmadde (en fazla)*	0,1 g/100g	0,1 g/100g	0,1 g/100g	0,1 g/100g
Serbest asitlik (en fazla)	50 meq/kg	50 meq/kg	50 meq/kg	80 meq/kg
Elektrik iletkenliği	En fazla 0.8 mS/cm En az 0.8 mS/cm (Kestane balında)	En az 0.8 mS/cm	En fazla 0.8 mS /cm	En fazla 0.8 mS/cm
Diastaz sayısı (en az)	8 3 (Narenciye balı gibi yapısında doğal olarak düşük miktardaenzim bulunan ve doğal olarak HMF miktarı 15 mg/kg'danfazla olmayan balda)	8	8	-
HMF (en fazla)**	40 mg/kg	40 mg/kg	40 mg/kg	-
Balda protein veham bal delta Cl3 değerleriarasındaki fark	-1.0 veya daha pozitif	- 1.0 veya daha pozitif – 1,6 veya daha pozitif (Kızılçam *Pinus brutia* ve fıstık çamlarından*Pinus pinea* elde edilen salgıballarında)	- 1.0 veya daha pozitif	- 1.0 veya daha pozitif
Balda protein veham bal delta Cl3 değerlerindenhesaplanan C4 şekerleri oranı (en fazla)	%7	%7 %10 (Kızılçam *Pinus brutia* vefıstık çamlarından *Pinus pinea* eldeedilen salgı ballarında)	%7	%7
Prolin miktarı (en az)	180 mg/kg	180 mg/kg	180 mg/kg	180 mg/kg
Naftalin miktarı (en fazla)***	10 ppb	10 ppb	10 ppb	10 ppb

* Pres balında suda çözünmeyen madde miktarı 0.5 g/100g'ı geçemez.
** Üretildiği bölge etiketinde belirtilmek koşulu ile tropikal iklim bölgeleri kaynaklı ballarda HMF miktarı en çok 80 mg/kg olmalıdır.
*** Balmumunda naftalin miktarı 10 ppb'den fazla olamaz.

Balın pazarlanması ve tüketilmesi sürecinde yaşanan en önemli sorunlardan bir tanesi de balda HMF düzeyidir. Yanlış depolama ve ısıl işlem uygulanması sonucunda ortaya çıkan HMF'nin arı ve insan sağlığı açısından olumsuz etkileri bu maddenin balda sınırlandırılmasının da temelini oluşturmaktadır. Türkiye'de en fazla 40 mg/kg düzeyinde olması gereken HMF miktarı zaman zaman yapılan denetimlerde oldukça yüksek çıkmakta ve ceza uygulamalarıyla olayın önlenmesine çalışılmaktadır (Güney 2010).

Sıcak bölgelerde balların pazarlanması aşamasında gün boyunca güneş altında tutulması ile başlayan HMF oluşum süreci, daha sonra yapılan bazı yanlış uygulamalar sonucunda insan sağlığını tehdit edebilecek boyuta taşınabilmektedir. Bu nedenle balların tüketiciye ulaşıncaya kadar depolanmasında ve tüketicinin ev koşullarında saklama işlemi esnasında da HMF yükselebilmektedir. Hatta kristalize olmuş balları kontrollü koşullardan ziyade kaynayan su içerisinde bekleterek çözme girişimi de bu süreçte olumsuz rol oynamaktadır. Ayrıca HMF ile birlikte diastaz başta olmak üzere birtakım maddelerin de bozulmaya uğradığı, balın gıda olma özelliği yanında şifa değerini belirleyen özeliklerinin de kaybolmaya yüz tuttuğu bilinen bir gerçektir. (Karadal ve ark. 2012).

Arıların yararlandığı bölge florası ve iklim koşullarının gösterdiği farklılık, balın kimyasal bileşimini de farklılaştırmaktadır. Balın yaklaşık olarak %80'ini çeşitli karbonhidratlar, %17'sini su ve geri kalan %3'ünü ise balı bal yapan enzimler, mineraller, vitaminler, organik asitler, aminoasitler ve aroma maddeleri gibi bileşenlerden meydana gelmektedir (Khan ve ark. 2008).

Balın içerisinde tespit edilen yaklaşık 15 ayrı aminoasit (Prolin, Tirosin, Triptofan, Lisin, Glutamik Asit, Histidin, Arjinin, Treonin, Serin, Glisin, Valin, Metionin, Lösin, Alanin, Fenilalanin) bulunmaktadır. Koyu renkli ballarda tirosin ve triptofan'a rastlarken açık renkli ballarda bu iki aminoasit tespit edilmemiştir. Aynı zamanda, balda en fazla bulunan aminoasit prolin olmuştur (Hışıl ve ark. 1986).

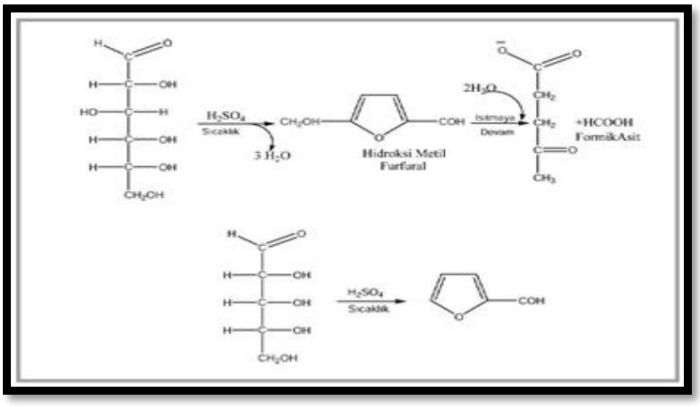
Beslenme değeri oldukça yüksek olan ve 100 g balda 303 kcal. enerjiye sahip olup, karbonhidratlarının direk emilim formlarında (monosakkarit) olması, her yaştaki insan tarafından rahatlıkla tüketilebilmektedir.

Balın, su aktivitesinin düşük olması ve asit oranının ise yüksek olması yapısında bulunan hidrojen peroksit, fenolik asit ve flavonoid gibi bileşikleri bünyesinde

bulundurmasından kaynaklı olarak antimikrobiyal özellik gösterdiği bilinmektedir. Balın bu özelliklerinden kaynaklı, insan sağlığını tehdit eden hastalık yapıcı bakterilerin gelişmesini önleyerek, inhibe edici bir ortam halini alır (Mutlu ve ark. 2017).

Depolama sıcaklığı ve maruz kaldığı sürenin baldaki şeker kompozisyonu üzerinde etkilerinin tespit çalışmalarında, depolama süresi boyunca monosakkaritlerde azalma görülürken, disakarit ve trisakkaritlerde bir artış olduğu gözlenmiştir. Depolama sıcaklığının 35 °C'de tutulduğu örneklerde ise ortaya çıkan farkın önemli olduğu, 4 °C'de tutulan örneklerde ise çok küçük farkların oluştuğunu bildirmişlerdir (Hışıl ve ark. 1994). HMF (hidroksimetilfurfural), ısıl işlem sonucunda şekerlerin ve aminoasitlerin arasında gerçekleşen tepkime ile oluşmaktadır. HMF, balın ısıtılması ile oluştuğu gibi uzun süre depolanan ya da diğer süzme, taşıma, ambalajlama gibi işlemler sonucu balda zamanla oluşabilmektedir. HMF, yeni sağılmış ballarda bile doğal olarak çok düşük düzeylerde bulunurken, HMF oluşumunu, balların pH derecesi, ortam sıcaklığı, ısıl işlem süresi ile şeker konsantrasyonları gibi kriterlere bağlı olarak, HMF değeri balların değerlendirilmesinde kullanılan en önemli kalite kriterlerinden biri olarak kabul edilir (Yıldız ve ark. 2010).

HMF oluşumu, monosakkaritler sıcak ortamda seyreltik mineral asit çözeltileri içerisinde bozunma olmadan kalırlar. Fakat yoğun mineral asitler, şekerlerin su kaybetmesine neden olup furfurallar oluşur. Glukoz kuvvetli bir asit olan HCL ile ısıtıldığında hidroksimetilfurfural (Şekil 1.2.) meydana gelir (Artık ve ark. 2011).



Şekil 1.2. Hidroksimetilfurfural Oluşumu (Artık ve ark. 2011).

Oroian ve ark. (2016a), biyoindikatör olarak değerlendirilmesi amacıyla yürüttüğü çalışmalar sonucunda balın, içerdiği ağır metal bakımından ait olduğu coğrafi

koşullardan etkilendiğini ve bu verilerin balın orijinini belirlemede büyük fayda sağlayacağını bildirmişlerdir. Balın yapısındaki enzimler balın en değerli maddeleri kabul edilirler. Enzimlerin bir kısmı arının kendi salgı bezlerinden kattığı ve diğer kısmı da nektar kaynağından geldiği bildirilmektedir. Doğal ve yeni sağılmış (taze) ballarda, herhangi başka bir işleme tabi tutulmamışsa, (ısıtma, filitrasyon, pastörizasyon, paketleme gibi) diastaz sayısı (enzim miktarı) yüksek ve aynı zamanda kaliteli bal olarak kabul edilir. Bal, işlem gördüğü oranda diastaz sayısında kayıplar olur. Yine balların yapısında 15 çeşit şeker (Glikoz, Früktoz, Sakaroz, Maltoz, İzomaltoz, Erloz, Kestoz, Melezitoz, Rafinoz, Nigeroz, Turanoz, Kojibiyoz, Melibiyoz, Laktoz ve Galaktobiyoz) mevcuttur. Şekerler sindirim sisteminde monosakkarit formuna kadar sürekli değişime uğramaktadırlar ve monosakkarit formunda emilime uğrarlar. Bu anlamda bal sindirime uğramadan hızlı bir şekilde vücutta emilime geçerek dolaşım sistemine geçer. Balın kristalleşmesi ve kristalleşme süresi baldaki früktoz ile glikoz oranına ve su miktarına bağlı olarak değişmektedir. Balın içerisinde genel olarak früktoz miktarı glikoz miktarından fazladır. Früktoz/glikoz oranı arttıkça geç kristalleşme olurken, oran azaldıkça erken kristalleşme gerçekleşir. Olgunlaşmamış ballarda sakkaroz miktarı fazla olması sebebiyle kristalleşme daha yavaş oluşurken, olgunlaşmış ballarda ise sakkaroz miktarı daha az olacağından daha hızlı bir kristalleşme söz konusudur. Kimyasal bileşimi bakımından ballar, dekstrin, enzim, mum, azotlu madde, uçucu yağ, organik asit, polen taneleri ve az miktarda sakkaroz içermektedir. Sıcaklık ile ya da sağımdan tüketilene kadar geçen süre arttıkça HMF miktarında artış görülür. HMF seviyesi depolama ve sıcaklık koşulları hakkında bize bilgi verir (Akçadağ 2014). Souza ve ark. (2012) balın ısıl işlem görmesi sonucunda HMF içeriğinin yükseldiğine vurgu yapmışlardır. Oroian ve ark. (2016b) farklı sıcaklık koşullarının balın yapısına etkisi üzerine yaptıkları çalışmada balın su içeriğinin azalmasına bağlı olarak akışkanlığının da sıcaklık arttıkça arttığını saptamışlardır.

Şahinler ve ark. (2005) depolama koşulları ile sıcaklığın balın diastaz sayısı ve HMF düzeyi üzerine etkisinin araştırdıkları çalışmada depo sıcaklığı ve bekleme süresinin birlikte baldaki HMF düzeyi üzerine artırıcı yönde etki ettiğini saptamışlardır.

İnsanlar eski zamanlardan bu yana balı, tadı ve sağlığa yararı nedeniyle gıda ve ilaç olarak tüketmişlerdir. İnsanların bal tercihleri bazı kimyasal ve fiziksel kalite faktörleri tarafından etkilenebilmektedir. Kristalizasyon söz konusu bu faktörlerden bir

tanesidir. Bazı tüketiciler kristalize balı tüketmeyi istemelerine rağmen genel anlamda tüketiciler kristalize olmuş balı tüketmeyi istememektedirler. Isıl işlem sıvı bal formunu sağlamaktadır fakat ısıl işlemle birlikte bal kalitesi etkilenmektedir. Isıtma ile yapılan işlemde, bazı aroma maddelerinin kaybolmasının yanı sıra diğer istenmeyen bileşikler oluşmaktadır. Bu bileşiklerden bir tanesi de Hidroksimetilfurfural (HMF) olup zararlı kanserojen etkileri nedeniyle balda sınırlandırılmıştır (Anonim 2012). Ultrasonikasyon, çoğu sıvı gıda ürünleri için alternatif işleme metotlarından bir tanesidir. Söz konusu metot, mikrobiyal in aktivasyon ve partikül boyutu küçültme üzerine etkili olmakla beraber balda mevcut kristalleri yok etme ve ileri kristalleşmeyi engelleme üzerine de etkili olabilmektedir. Böylece HMF gibi istenmeyen bileşikler ısıl işlem olmaksızın oluşmamaktadır. Söz konusu teknoloji sadece bal kristalleşmesinde değil aynı zamanda laboratuvar araştırmalarında da kullanılabilmektedir. Bu amaçla bazı bileşiklerin laboratuvar tespitlerinde ultrasound destekli ekstraksiyon metotları geliştirilmiştir. Balın işlenmesinde ultrasonik uygulamanın, kullanımının ve öneminin incelenmesi gerekmektedir (Mortaş ve ark. 2013).

Doğal beslenme denilince aklımıza gelen önemli gıdalardan arı ürünleri, son yıllarda daha da önem kazanmıştır. Vücudun temel ihtiyacı olan enerji ve besin madde bileşenlerinin doğal kaynaklardan sağlama eğilimi arıcılık faaliyetinin önem kazanmasını ve aynı zamanda gelişmesini sağlamıştır (Bölüktepe ve ark. 2008).

Balın kimyasal bileşimi ve kalitesi, kovan içi mevcut durum ve kovan dışı (bal hasadı sonrası) mevcut durum, ambalaj ve muhafaza koşullarının yanında coğrafik ve botanik orjine göre değişim göstermektedir. Üreticiler tarafından elde edilen ballar, tüketici sofralarına ulaşıncaya kadarki işleme, paketleme, muhafaza etme sürecinde balın kimyasal içeriği ve dinamik yapısındaki değişimlerin belirlenmesi hakkında bir takım kimyasal analizler yapılması ihtiyaç haline gelmiştir (Kukurova ve ark. 2008).

Bu tez çalışması; Türkiye, Güneydoğu Anadolu bölgesinden temin edilen çiçek ballarının, farklı muhafaza sıcaklığında depolanmasının, bala özgü özelliklere etkisinin belirlenmesi ve böylece muhafaza sıcaklığının balın kalitesi, raf ömrü ve insan tüketimi için olumsuz etki oluşturup oluşturmayacağını saptamak amacıyla yürütülmüştür. Çalışma sonunda HMF düzeyinin yükselmesini ve diastaz sayısının düşmesini önleyecek optimal depolama koşulları saptanmaya çalışılmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Balda ısıl işlem uygulaması, balın kristalleşmesini önlemek veya baldaki kristal görünüşün ortadan kaldırılması ve balın mikroorganizmalarını yok edebilmek için uygulamaktadır. Ballarda ısıl işlem uygulamasında, sıcaklığın derecesi ve süresi önemlidir. Böylece diastaz sayısının düşmesi ve HMF değerinin artmasının, kontrol altında tutulması gerekmektedir. Sıcaklık derecelerinin artması ve depolama sürelerine bağlı olarak ısıl işlem uygulanmasının yapılması, diastaz sayılarında düşmeler görülürken, HMF değerlerinde ise yükselmelere neden olmaktadır (Kaplan 2014). Bu nedenle diastas sayısı değeri ile HMF oranları doğal balın olgunlaşması ile ısıl işlem uygulamalarının durumu hakkında bilgi vermektedir (Serrano ve ark. 2006).

Ballarda meydana gelen reaksiyonların hızını en fazla etkileyen ve en önemli çevresel faktörün sıcaklık olduğu ve depolama sıcaklığında her 10 °C' lik sıcaklık artışına karşılık, Maillard reaksiyonunun hızını dört kat artırdığını bildirmektedir (Elmastaş 2011). Maillard reaksiyonunda ortam sıcaklığının artışı kadar balların depolanma süresi de etkili olmaktadır. Buna göre ballarda depolama süresinin artması balların renklerinin de koyulaşmasına neden olduğu bildirilmiştir (Toribio ve ark. 1984). Ayrıca ballarda depolama sıcaklığının ve sürelerinin artması HMF oranının artmasına neden olmaktadır (Lee ve ark. 1988). Türk Gıda Kodeksinde (Anonim 2012) bal tiplerinin HMF içeriğini en fazla 40 mg/kg olduğu bildirilmiştir.

Akyüz ve ark. (1995) çalışmalarında Van ilinde pazara sunulmuş 20 bal örneği üzerinde fiziksel ve kimyasal analizleri yapmışlar, HMF değerini ortalama 25.87 mg/kg olarak bildirmişlerdir.

Sunay (2006), Ege ve Urfa Bölgesinde üretilen pamuk ballarında yıllara (2003, 2004, 2005) göre kimyasal analizlerini yapmış, Ege yöresine ait pamuk ballarında HMF oranlarını sırasıyla; 4.1, 7.1 ve 0; Urfa yöresi için ise aynı sırayla, 5.56, 6.58 ve 10.08 mg/kg olarak bildirmiştir.

Aydın ve ark. (2008) çalışmalarında, Kars ilinde pazara sunulan 20 bal örneği üzerinde, Türk Standartları ve Türk Gıda Kodeksine bağlı Bal Tebliğine uygunluklarını incelemişler ve bu bal örneklerinde HMF oranlarını en düşük 2.49, en yüksek ise 205.15 mg/kg arasında tespit etmişlerdir.

Çınar (2010), Türk Çam balının doğal analitik özelliklerini incelemiş ve HMF oranını ortalama 2.45 mg/kg olarak tespit etmiştir.

Güney (2010) çalışmasında 10 ºC sıcaklıkta bekletilen ballarda HMF düzeyi 10-20 yıl içerisinde kodeksin belirlediği 40 mg düzeyine ulaşmasına karşılık, 20 ºC' de 2-4 yıl, 30 ºC' de ise 6 ay - 1 yıllık bir sürede erişmektedir.

Uçkun (2011), Narenciye ve Geven ballarında HMF oranlarını sırasıyla; 1.33 ve 10.7 mg/kg olarak tespit etmiştir.

Elmastaş (2011) 12 farklı bal örneğinde HMF oranlarını tespit etmiş ve sonuçları 4.84 ve 214.06 mg/kg olarak tespit etmiştir.

Turan (2012), Kırklareli yöresi ballarında yaptığı kalite özelliklerinin belirlenmesi çalışmasında; Kırklareli izole bölgeden alınan bal örneklerinde HMF değerlerini 1.1 ile 0.7 mg/kg arasında belirlemiştir.

Batu ve ark. (2013), Doğu Anadolu ve Doğu Karadeniz Bölgelerinde üretilen balların fizikokimyasal ve biyokimyasal özelliklerinin tespiti çalışmasında, balın alındığı merkezlere (Sivrice, Malatya, Ovacık, Erzurum, Muş, Artvin, Rize ve Bayburt) göre HMF oranını sırasıyla; 19.9, 0.96, 3.45, 1.91, 1.94, 24.39, 4.04 ve 4.87 mg/kg olarak tespit etmişlerdir.

Kowalski ve ark. (2013) çeşitli gıda maddelerinde HMF varlığı ve düzeyine yaptığı derleme çalışmasında HMF' nin insan sağlığı üzerine olumsuz etkide bulunan bir kimyasal olduğunu ve bunun da ısıl işlem sonucunda belli bir süre sonunda ortaya çıktığını vurgulamaktadırlar.

Alak (2015) yapmış olduğu çalışmasında, bal örneklerini orijinlerine illere göre nem yüzdelerini tespit etmiş ve bal örneklerinin orijinlerine göre HMF değerini 1.35-57.12 mg/kg arasında değiştiğini belirtmiştir. Balları orijinlerine göre değerlendirdiğinde çiçek ballarındaki HMF değerini 19.76–57.12 mg/kg arasında olduğunu belirtirken, çam balındaki HMF değerini 4.27–6.5 mg/kg, funda balındaki HMF değerini 1.35-28.29 mg/kg, kargan balındaki HMF değerini ortalama 28.81 mg/kg, narenciye balındaki HMF değerini ortalama 15.42 mg/kg, kestane balındaki HMF değerini ortalama 14.37 mg/kg, hayıt balındaki HMF değerini ortalama 47.75 mg/kg, kekik balındaki HMF değerini ortalama 32.04 mg/kg, bozağan balındaki HMF değerini ortalama 20.66 mg/kg ve lavanta balındaki HMF değerini ise ortalama 31,36 mg/kg olarak bildirmiştir.

Kambur ve ark. (2015) çalışmalarında Yığılca ilçesindeki bal üreticilerinden aldıkları 10 bal örneğinde kimyasal analizlerini yapmışlar ve ballardaki HMF değerini en düşük 11.81, en yüksek ise 36.01 mg/kg arasında olduğunu bildirmişlerdir.

Yılmaz ve ark. (2017) çalışmalarında, Erzincan ilinde 50 adet çiçek balını analiz etmişler ve HMF oranını 1.54 ile 47.81 mg/kg arasında tespit etmişlerdir.

Briks değeri, ağırlık bakımından suda çözünen maddelerin yüzdesi olarak tanımlanır. Balın briks değeri içermiş olduğu şekerden kaynaklanmaktadır. Ballarda hile olması, briks değeri ve içermiş olduğu şekerin, doğal ballardakinden farklı olabilirliği ile açıklanmaktadır. Ayrıca balın nem içeriği ile şeker oranı arasında bir ilişki olduğunu bildirmiştir (Cavia ve ark. 2002).

Conti (2000) çalışmasında doğal balın briks değerini %78.8 ile %84.0 arasında olduğunu bildirmiş, ortalama briks değerini 81.9 olduğu tespit etmiştir.

Anupama ve ark. (2003) Hindistan piyasasından satın alınarak yapmış olduğu bal analizlerinde briks değerlerini %76 ile %81.5 arasında olduğunu bildirmiştir.

Haroun (2006)'un çalışmasında çam ballarına ait briks değeri %81.34-83.35 arasında değiştiğini bildirmiştir.

Silva ve ark. (2009), Portekiz'in Luso bölgesinden temin ederek yapmış oldukları çalışmalarında briks değerinin %80.7 olduğu bildirmişlerdir.

Çınar (2010), üç farklı hasat yılı (2006, 2007 ve 2008) ile dokuz farklı bölgede üretilen 100 çam balı örneği ile yapmış olduğu çalışmasında briks değerini ortalama %82.45 olarak tespit ederken, briks değerinin değişim aralığının ise %81.34 ile %83.35 arasında olduğunu bildirmiştir.

Batu ve ark. (2013) Doğu Anadolu ve Doğu Karadeniz'de üretilmiş bal örneklerinde fizikokimyasal ve biyokimyasal özelliklerinin tespiti için çalışmışlar ve balların alındığı merkezlere (Sivrice, Malatya, Ovacık, Erzurum, Muş, Artvin, Rize ve Bayburt) göre Briks değerlerini (%) sırasıyla; 83,17, 81.13, 81.77, 82.37, 82.53, 80.33, 81.93 ve 81.73 olarak hesaplamışlardır.

Akyüz ve ark. (1995) çalışmalarında Van piyasasında pazara sunulan 20 bal örneği üzerinde fiziksel ve kimyasal analizlerini yapmışlar ve pH değerini ortalama 4.11 olarak tespit etmişlerdir.

Aydın ve ark. (2008) çalışmalarında, Kars İlinde satışı yapılan ballardan 20 örnek üzerinde, Türk Standartları (TS 3036) ve Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliğine

uygunluk bakımından incelemişler ve bu bal örneklerinde pH değerini en düşük 2.21, en yüksek ise 3.34 olarak tespit etmişlerdir.

Çınar (2010) çalışmasında, Türk Çam balının doğal analitik özelliklerini incelemiş ve ortalama pH değerini 4.47 olarak tespit etmiştir.

Uçkun (2011), Narenciye ve Geven ballarında pH değerini sırasıyla; 3.10 ve 3.11 olarak tespit etmiştir.

Batu ve ark. (2013) Doğu Karadeniz ve Doğu Anadolu Bölgelerinde toplanan balların fizikokimyasal ve biyokimyasal özellikleri üzerinde araştırmışlardır. Çalışmada balın alındığı merkezlere (Sivrice, Malatya, Ovacık, Erzurum, Muş, Artvin, Rize ve Bayburt) göre pH değerini sırasıyla; 3.83, 4.09, 4.90, 3.83, 3.87, 4.02, 4.06 ve 4.59 olarak hesaplamışlardır.

Ateş (2014), çalışmasında, Bingöl ve çevresinde üretilmiş olan bal örneklerinde biyokimyasal analizlerini yapmış ve pH değerini ortalama 2.81 olarak tespit etmiştir.

Alak (2015) yapmış olduğu çalışmasında, bal örneklerini orijinlerine göre nem yüzdelerini tespit etmiş ve balları orijinlerine göre değerlendirdiğinde pH değerlerinin 3.66-5.61 arasında değişim gösterdiğini bildirmiştir. Balların orijinleri dikkate alındığında ise Çiçek ballarında pH ortalaması 3.66 ile 4.72 arasında olduğunu, çam ballarında pH ortalamasının 4.62 ile 5.61, funda ballarında pH ortalamasının 3.98 ile 5.17, kargan ballarında pH ortalamasının 3.66, narenciye ballarında pH ortalamasının 3.8, kestane ballarında pH ortalamasının 3.93, hayıt ballarında pH ortalaması 3.95, kekik balında pH ortalaması 3.92, bozağan balında pH ortalamasının 3.96, lavanta ballarında ise pH ortalamasını 3.89 olarak tespit etmiştir.

Sunay (2006), Urfa yöresi ile Ege Bölgelerinde üretilmiş olan pamuk ballarında yıllar (2003;2004;2005) göz önüne alınarak kimyasal analizlerini yapmış ve Ege yöresine ait pamuk ballarında diastaz sayısını (Gothe birimi) sırasıyla; 18.91, 15.26 ve 17.25; Urfa yöresi için ise sırasıyla, 17.60, 12.51 ve 17.75 olarak tespit etmiştir.

Aydın ve ark. (2008) çalışmalarında, Kars ilinde pazara sunulan 20 bal örneği üzerinde, Türk Standart Enstitüsü ve Türk Gıda Kodeksinin Bal Tebliğine uygunluğu bakımından incelenmişler ve bu bal örneklerinde diastaz sayısını en düşük 0, en yüksek ise 13.9 olarak tespit etmişlerdir.

Çınar (2010) çalışmasında, Türk Çam balının doğal analitik özelliklerini incelemiş ve ortalama diastaz sayısını 19.43 olarak tespit etmiştir.

Turan (2012) Kırklareli yöresi ballarında yaptığı kalite özelliklerinin belirlenmesi çalışmasında; Kırklareli izole bölgeden alınan bal örneklerinde diastaz sayılarını 15.2 ve 38.5 olarak tespit etmiştir.

Batu ve ark. (2013) çalışmalarında balın alındığı merkezlere (Sivrice, Malatya, Ovacık, Erzurum, Muş, Artvin, Rize ve Bayburt) göre diastaz sayısını (Gothe birimi) sırasıyla; 10.9, 17.9, 13.9, 13.9, 13.9, 8.3, 17.9 ve 10.9 olarak hesaplamışlardır.

Ateş (2014), çalışmasında, Bingöl çevresinde üretilen balların biyokimyasal analizlerini yapmış ve diastaz aktivitesini ortalama 0.0074 U/ml olarak tespit etmiştir.

Kambur ve ark. (2015) çalışmalarında Yığılca ilçesindeki bal üreticilerinden aldıkları 10 bal örneğinde kimyasal analizlerini yapmışlar ve ballardaki diastas değerini en düşük 8.45 ve en yüksek ise 13.95 olarak tespit etmişlerdir.

Yılmaz ve ark. (2017) çalışmalarında, Erzincan ilinde 50 adet çiçek balını analiz etmişler ve balların Diastaz sayısını 4.5 ile 19.4 Gothe birimi arasında tespit etmişlerdir.

Sunay (2006), Ege Bölgesi ile Urfa yöresinde elde ettikleri pamuk ballarında yıllar (2003, 2004, 2005) itibarı ile kimyasal analizlerini yapmıştır. Ege yöresine ait pamuk ballarında Serbest asitlik miktarı (meq/kg) sırasıyla; 35.45, 37.20 ve 28.16; Urfa yöresi için ise sırasıyla, 35.12, 29.73 ve 17.60 olarak tespit etmiştir.

Aydın ve ark. (2008) çalışmalarında, Kars ilinde pazara sunulan 20 bal örneği üzerinde, TS 3036 (Türk Standart) ve TGK (Türk Gıda Kodeksi) Bal Tebliğine uygunluk bakımından incelenmişler ve bu bal örneklerinde Serbest asitlik miktarını en düşük 6, en yüksek ise 22.5 meq/kg olarak tespit etmişlerdir.

Çınar (2010) çalışmasında, Türk Çam balının doğal analitik özelliklerini incelemiş ve ortalama serbest asitlik değerini 24.97 meq/kg olarak tespit etmiştir.

Turan (2012) Kırklareli yöresi ballarında yaptığı kalite özelliklerinin belirlenmesi çalışmasında; Kırklareli izole bölgeden alınan bal örneklerinde serbest asitlik değerlerini 12 ile 40 meq/kg, arasında saptamıştır.

Batu ve ark. (2013) farklı merkezlerden sağlamış oldukları ballarda (Sivrice, Malatya, Ovacık, Erzurum, Muş, Artvin, Rize ve Bayburt) Serbest asitlik miktarlarını (meq/kg) sırasıyla; 10.9, 17.9, 13.9, 13.9, 13.9, 8.3, 17.9 ve 10.9 olarak hesaplamışlardır.

Alak (2015) yapmış olduğu çalışmasında, bal örneklerini orijinlerine göre nem yüzdelerini tespit etmiş ve bal örneklerinin orijinlerine göre serbest asit miktarlarını

formik asit olarak 4.46 ile 41.11 meq/kg arasında tespit etmiştir. Balların orijinleri dikkate alarak çiçek ballarındaki serbest asitlik değerlerinin ortalamasını 4.46 ile 29.44 arasında tespit etmiştir. Çam ballarında bu değerleri; 4.97 ile 28.59, funda ballarında 17.68 ile 20.58 arasında, kargan ballarında 32.01, narenciye ballarındaki serbest asitlik değerini 15.52, kestane balında 36.56, hayıt balında 20.06, kekik balında 41.11, bozağan balında 19.29, lavanta balında ise 26,51 meq/kg olarak tespit etmiştir.

Kambur ve ark. (2015) çalışmalarında Yığılca ilçesindeki bal üreticilerinden aldıkları 10 bal örneğinde kimyasal analizlerini yapmışlar ve ballarda en düşük serbest asitlik değerini 21 meq/kg tespit ederken en yüksek serbest asitlik değerini ise 70 meq/kg olarak tespit etmişlerdir.

Yılmaz ve ark. (2017) çalışmalarında, Erzincan ilinde 50 adet çiçek balını analiz etmişler ve balların Serbest asitlik miktarını 11.04 ile 28.89 meq/kg arasında tespit etmişlerdir.

Akyüz ve ark. (1995) çalışmalarında Van ili ve çevresindeki üreticilerden temin etmiş oldukları ballardan 20 örnek üzerinde, fiziksel ve kimyasal analizlerini yapmışlar ve nem %' lerini ortalama 17.80 olarak tespit etmişlerdir.

Sunay (2006), Ege Bölgesi ile Urfa ili ve çevresinde üretilen pamuk ballarında farklı yıllarda (2003, 2004, 2005) toplanan örneklerin kimyasal analizlerini yapmıştır. Ege yöresine ait pamuk ballarında Nem oranı % ; 18.55, 18.27 ve 17.70; Urfa yöresi için ise sırasıyla, 17.56, 17.28 ve 17.28 olarak tespit etmiştir.

Aydın ve ark. (2008) çalışmalarında, Kars ilinde pazara sunulan 20 bal örneği üzerinde, fiziksel ve kimyasal analizler yapmışlar, çalışmalarında ballardaki nem içeriklerini en düşük %13.2, en yüksek ise %19.2 olarak tespit etmişlerdir.

Çınar (2010) çalışmasında, Türk Çam balının doğal analitik özelliklerini incelemiş ve ortalama nem %' sini 15.62 olarak tespit etmiştir.

Uçkun (2011), Narenciye ve Geven ballarında Nem oranını sırasıyla; %15.6 ve %13.1 olarak tespit etmiştir.

Turan (2012) Kırklareli yöresi ballarında yaptığı kalite özelliklerinin belirlenmesi çalışmasında; nem oranları %14.2 - %17.4 tespit etmiştir.

Batu ve ark. (2013) yapmış oldukları çalışmalarında balın alındığı merkezlere (Sivrice, Malatya, Ovacık, Erzurum, Muş, Artvin, Rize ve Bayburt) göre Nem oranını

% sırasıyla; 14.51, 17.12, 15.55, 15.35, 16.09, 15.56, 15.55 ve 15.34 olarak tespit etmişlerdir.

Ateş (2014), çalışmasında, Bingöl ve yöresinde üretilen bal örneklerinin bireysel biyokimyasal analizleri yapmış ve nem ortalama %15.43 olarak tespit etmiştir.

Alak (2015) yapmış olduğu çalışmasında, bal örneklerini orijinlerine illere göre nem yüzdelerini tespit etmiş ve bal örneklerinde nem oranlarını %14.6 ile %18.4 arasında değiştiğini bildirmiştir. Ayrıca çiçek ballarındaki nem oranlarını ortalama %14.6 ile 17.2 arasında, çam ballarının nem oranlarını %15.4 ile %18.4 arasında, funda ballarındaki nem oranlarını %16 ile %17.8 arasında, kargan balının nem oranlarını %15.4, narenciye ballarının nem oranını %16, kestane balının nem içeriğini %17.8, hayıt balının nem içeriğini %15.8, kekik balının nem oranını %16.4, bozağan balının nem oranlarını %17.2 ve lavanta balının nem oranını ise %16.2 olarak tespit etmiştir.

Kambur ve ark. (2015) çalışmalarında Yığılca ilçesindeki bal üreticilerinden aldıkları 10 bal örneğinde kimyasal analizlerini yapmışlar ve ballardaki nem %'sini en düşük 16.20, en yüksek ise 19.40 arasında tespit etmişlerdir.

Yılmaz ve ark. (2017) çalışmalarında, Erzincan ilinde 50 adet çiçek balını analiz etmişler ve balların nem içeriklerini %16.9 ile %21.4, arasında bildirmişlerdir.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

Bu çalışma, Ankara'nın Kahraman Kazan ilçesinde faaliyetini sürdüren Beyçeri Tarımsal Üretim İşletmeleri Gıda Arıcılık Sanayi ve Ticaret AŞ'nin katkılarıyla, Türkiye'nin bal üretimi yapılan Güneydoğu Anadolu bölgesi üretici ballarından temin edilen 20 farklı çiçek balları seçilmiştir. Bu 20 bal örneği 2 ayrı (normal ve pastörize) grupta ve yine 3 farklı ortam için hazırlanmış ve toplamda 120 örnek haline getirilerek materyal olarak kullanılmıştır.



Şekil 3.1. Bal Numunelerinin 36 °C 'de Etüvdeki Görünümü

3.2. Metot

Bal örnekleri, 3 farklı muhafaza sıcaklığında (4 – 6 °C, 20 – 22 °C, 35 – 37 °C) 1 yıl boyunca depolanmıştır. Daha sonra bal örnekleri işletmeye geldiği ilk gün kayıt altına alınarak her numune ayrı ayrı numaralandırılmış ve değişebilecek özellikleri açısından kimyasal analizlere tabi tutulmuşlardır. Analizler dörder aylık periyotlar halinde tekrarlanarak bir yıllık muhafaza süresi sonunda değişiklikler belirlenerek istatistiksel olarak değerlendirilmesi yapılmıştır.

Çalışmanın istatistik analizi, üç faktörlü ve faktörlerden birinin seviyelerinde tekrarlanan ölçümlerin yer aldığı deneme düzeni şeklinde SPSS 21 programında yapılmıştır.

Matematik model:

$$y_{ijkm} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \pi_{m(ij)} + \gamma_k + (\alpha\gamma)_{ik} + (\beta\gamma)_{jk} + (\pi\gamma)_{km(ij)} + (\alpha\beta\gamma)_{ijk} + \varepsilon_{ijkm}$$

μ: genel ortalama

α_i : Bal tipinin i. (1. , 2.) seviyesinin etkisi,

β_j: Sıcaklığın j. (4°C, 24°C, 36°C) seviyesinin etkisi,

$(\alpha\beta)_{ij}$: Bal tipi x Sıcaklık interaksiyonunun etkisi

$\pi_{m(ij)}$: Bal tipinin i. seviyesinde ve Sıcaklığın j. Seviyesindeki deneme ünitesinin etkisi

γ_k : Nemin k. Seviyesinin etkisi,

$(\alpha\gamma)_{ik}$: Bal tipi x Nem interaksiyonunun etkisi

$(\beta\gamma)_{jk}$: Nem x Sıcaklık interaksiyonunun etkisi

$(\pi\gamma)_{km(ij)}$: Deneme ünitesi x Nem interaksiyonunun etkisi

$(\alpha\beta\gamma)_{ijk}$: Bal tipi x Sıcaklık x Nem interaksiyonunun etkisi

ε_{ijkm} : Hata

Bu çalışmada, muhafaza sıcaklıklarının etkisinin belirlenmesi için aşağıda belirtilen kimyasal analiz yöntemleri uygulanmıştır.

3.2.1. Nem Tayini

Bal numunelerinin nem analizleri TS 13365 yöntemine göre yapılmıştır. Bal numunelerinin ortam ve kendi sıcaklıkları 20°C'de Homojen hale getirilerek refraktometrenin prizmaları arası boşluk kalmayacak şekilde numuneden örnek alınarak, ATC refraktometrenin prizmaları arasına konularak, alet uygun şekilde kapatılarak olarak okuma yapılmıştır (Anonymous 2006a).



Şekil 3.2. Refraktometre İle Balda Briks ve Nem Tayini Görünümü

3.2.2. Suda Çözünür Kuru Madde (Briks) Tayini

Briks değeri, su içerisinde çözünen madde miktarıdır. Baldaki kuru madde miktarı daha çok, balın bünyesindeki şekerlerden kaynaklandığı bilinmektedir (Cavia vd. 2002). Hileli ballardaki briks değeri, doğal ballardaki briks değeri ile farklılık gösterebilmektedir. Doğal balın kuru madde oranının %78.8 ile %84.0 arasında olup ortalama kuru madde miktarı %81.9 olduğu bildirilmektedir. Yine baldaki nem yüzdesi ve kuru madde oranları arasında pozitif bir korelasyon olduğunu bildirilmektedir (Conti 2000) .

Ballardaki kuru madde analizleri, ATC refraktometresinin prizmaları arasına 5gr numune konularak, alet uygun şekilde kapatılır ve numunenin kuru madde miktarı göstergeden okunmuştur (Anonymous 2006b).

3.2.3. pH ve Serbest Asitlik

Ballardaki pH analizleri TS 1728 yöntemine göre yapılmıştır. 10 g bal örneği, 50 ml suda çözündürülmüş ve sension +pH 1 model pH metrede okuma yapılmış ve ekranda okunan pH değerleri kayıt altına alınmıştır (Anupama 2002). Balların pH değerlerinin tespit edilmesinde kullanılan bal çözeltisi 0.1 N NaOH ile pH değeri 8.2' ye ulaşıncaya kadar titre edilmiştir. Analizde kullanılan 0.1 N NaOH seviyesindeki serbest asitlik miktarı hesaplanmıştır (AOAC 1995).



Şekil 3.3. pH metrede Değer Okuma Görünümü

3.2.4. Diyastaz Sayısı Tayini

Bal örneklerindeki diastaz aktivitesinin tespitini, T80+ UV/VIS Spektrometer aleti kullanılarak TS 13364 yöntemine göre yapılmıştır. Öncelikle 10 g bal örneği 100 ml' ye kadar seyreltildikten sonra, bal çözeltisi içerisine asetat tampon çözeltisi ilave edilmiş ve tüp içerisindeki örnekler altüst edilerek karıştırıldıktan sonra benmari

yöntemine göre 40 °C' deki su banyosunda 15 dakika bekletilmiştir. Örneklerdeki iyot stok çözeltisi ve seyreltik iyot çözeltisinin optik yoğunluğu fotometrik olarak 600nm dalga boyunda ölçülür ve zamana karşı (0,235 absorba ulaşmak için gereken süre) ölçme değerlerinin yer aldığı deney eğrisi yardımıyla, 1 g nişastaya uygun gelen absorbans değeri bulunmuş ve elde edilen değer okunmuştur. Diastaz aktivitesi, DS, diastaz sayısı gerekli formül ile hesaplanmıştır. Diastaz sayısı = 300/geçen süre (dakika) (Anonim 2009).



Şekil 3.4. Spektrofotometre Görünümü

3.2.5. HMF Tayini

HMF içeriği, su katılan tüpteki çözelti kalibrasyon çözeltisi (kontrol grubu) olarak kullanılacaktır. Öncelikle 10 gr bal örneği tartılır (100 ml beherde) ve üzerine bir miktar saf su eklendikten sonra, bal örneği saf su ile karıştırılarak çözelti haline getirilerek 50 ml'lik balon jojeye alınır ve örnek üstü saf su ile tamamlanır.

Hazırlanan örneklerden, 2 ayrı deney tüpüne 2'şer ml alınır ve üzerine 5 ml para-toluidin eklenir. Daha sonra 1. deney tüpü içerisine 1 ml kaynatılmış ve soğumuş saf su ilave edilerek ters-düz edilerek, spektrofotometre'de 550 nm dalga boyundaki değer okunur ve 1. örnek olarak kayıt edilir. 2. deney tüpüne ise 1 ml barbitürikasit

çözeltisi eklenerek ters düz edilir ve spektrofotometre'de değer okunarak kontrol grubu olarak kayıt edilir.

Oluşturulan bu çözeltiler T80+ UV/VIS spektrometre ile 550 nm. Dalga boyunda absorbansları okunarak, kontrol grubunun absorbans değeri çıkartılarak 192 katsayısıyla çarpılır ve HMF değeri olarak kayıt edilir (Anonim 1995).

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışmada, bal örnekleri, 3 farklı muhafaza sıcaklığında (4 – 6 °C, 20 – 22 °C, 35 – 37 °C) hazırlanmış olan depolarda 1 yıl boyunca bekletilmiş ve daha sonra balların değişebilecek özellikleri açısından kimyasal ve fiziksel analizleri yapılmıştır. Analizlerde her bir tekerrür, dörder aylık periyotlar halinde tekrarlanarak bir yıllık muhafaza süresi sonunda değişiklikler belirlenerek istatistiksel olarak değerlendirilmesi yapılmıştır. Çalışmada özelliklere ait elde edilen tanımlayıcı değerler çizelge 4.1' de verilmiş olup üzerinde durulan özelliklerden HMF (Hidroksimetilfurfural) değeri depolama sıcaklıkları arttıkça her iki bal tipinde de artış gösterdiği görülmüştür. Balların depolanması sırasında tekerrürler arasındaki 4 er aylık sürelerde en yüksek sıcaklık olan 36 ºC depolama sıcaklığında en yüksek HMF değeri tespit edilirken, aynı sıcaklık derecelerinde ise en düşük diastaz değerleri elde edilmiştir. Çizelge 4.1.' de bildirilen 1. tekerrür depolama sıcaklık değerleri (4, 21, ve 36 ºC) ve iki farklı bal tipi (Normal ve pastörize) değerlerindeki HMF sayısı değerleri sırasıyla; 1.65±0.621, 2.43±0.835, 2.04±0.826, 2.33±2.076, 2.77±1.238, 2.55±1.702, 94.87±28.347, 122.38±31.626 ve 108.62±32.754. 2. tekerrür depolama sıcaklık değerleri (4, 21, ve 36 ºC) ve iki farklı bal tipi (Normal ve pastörize) değerleri ise sırasıyla; 2.06±0.642, 2.79±0.858, 2.42±0.835, 4.50±1.912, 5.33±1.705, 4.91±1.837, 150.38±31.610, 175.31±32.890 ve 162.85±34.252. 3. tekerrür depolama sıcaklık değerleri (4, 21, ve 36 ºC) ve iki farklı bal tipi (Normal ve pastörize) değerleri sırasıyla; 3.52±1.311, 4.31±1.370, 3.92±1.383, 5.38±1.621, 5.89±1.683, 5.63±1.651, 269.56±54.898, 292.56±55.896 ve 281.06±55.912 olarak tespit edilmiştir. Diastas değeri ise depolama sıcaklıklarının artması ile HMF değerinin aksine düşüş göstermekte olup çalışmanın 2. ve 3. tekerrüründe depolama sıcaklık değerleri 36 ºC'ye çıkarıldığında diastas değerlerinin 0 olduğu tespit edilmiştir. Çizelge 4.1.' de bildirilen 1. tekerrür depolama sıcaklık değerleri (4, 21, ve 36 ºC) ve iki farklı bal tipi (Normal ve pastörize) değerlerindeki diastaz sayıları sırasıyla; 10.10±3.500, 9.83±3.539, 9.96±3.477, 9.37±3.149, 9.05±3.106, 9.21±3.092, 4.60±1.454, 4.19±1.248 ve 4.39±1.354. 2. tekerrür depolama sıcaklık değerleri (4, 21, ve 36 ºC) ve iki farklı bal tipi (Normal ve pastörize) değerlerindeki diastaz sayıları sırasıyla; 9.37±2.928, 9.29±2.612, 9.33±2.739, 8.78±3.049, 8.59±3.023, 8.69±2.998, 0, 0 ve 0 dır. 3. tekerrür depolama sıcaklık değerleri (4, 21, ve 36 ºC) ve iki farklı bal tipi (Normal ve pastörize) değerlerindeki

diastaz sayıları sırasıyla; 9.21±2.831, 9.11±2.765, 9.16±2.763, 7.77±3.031, 7.52±3.017, 7.65±2.988, 0, 0 ve 0 dır. Çalışmada, diğer ölçümü yapılan özelliklerin (pH, briks değeri, nem oranı ve serbest asitlik) değerleri arasında farklılık görülmediği tespit edilmiştir. Çalışmanın tüm tekerrürlerinde farklı depolama sıcaklık değerleri (4, 21, ve 36 ^{o}C) ve iki farklı bal tipinde (Normal ve pastörize) pH değerleri 3.89 ve 3.92 arasında, brix oranı, %81.24 ve %81.42 değerleri arasında, nem oranları, %16.89 ve %17.01 değerler arasında, serbest asitlik değerleri ise 17.70 ve 18.00 meq/kg arasında tespit edilmiştir. Özelliklere ait elde edilen değerler, literatürlerle de karşılaştırıldığında olması gereken değerler ile benzerlik göstermektedir.

Çizelge 4.2. de farklı depolama sıcaklık değerlerinde (4, 21, ve 36 ^{o}C) ve faklı bal tiplerine (Normal ve pastörize) ait ortalamalarının karşılaştırmaları bildirilmiştir. Çalışmada ölçümleri yapılan HMF değerleri ve diastaz sayılarının farklı depolama sıcaklıklarında (4, 21, ve 36 ^{o}C) istatistik olarak önemli ($P<0.05$) olduğu tespit edilmiştir. Buna göre farklı depolama sıcaklık değerlerindeki (4, 21, ve 36 ^{o}C) tespit edilen HMF ortalamaları sırasıyla; 2.794±3.080, 4.366±3.080 ve 184.177±3.080 elde edilirken, diastaz sayıları ise sırasıyla; 9.483±0.390, 8.515±0.390 ve 1.464±0.390 olarak tespit edilmiştir. Farklı bal tipi ortalamaları arasındaki istatistik önemsiz olarak tespit edilmiştir. Çalışmada ölçümleri yapılan diğer özelliklerinde (pH, briks değeri, nem oranı ve serbest asitlik) ortalamaları arasındaki fark hem farklı depolama sıcaklıkları (4, 21, ve 36 ^{o}C) hem de bal tiplerinde istatistik olarak önemsiz bulunmuştur. Hidroksimetilfurfural (HMF), baların ısıl işlem görmesi ve depolama sürelerinin artışı ile bünyesindeki şekerin parçalanması sonucunda ortaya çıkan bir üründür (Salınas ve ark. 1991). Genel bir ifade ile balların, 30-35°C gibi sıcaklıklarda bile HMF değeri artmaktadır. Bu sebeple sıcaklık dereceleri yüksek olan bölgelerden elde edilen balların HMF değerleri daha yüksek olmaktadır (TS 3036).

Balların farklı depolama sıcaklıklarındaki değişebilecek özellikleri açısından kimyasal ve fiziksel özellikleri belirleyebilmek için birçok araştırmacı yaptıkları çalışmalarında HMF (hidroksimetilfurfural), pH, serbest asitlik, diastaz aktivitesi, nem, briks (Suda çözünür kuru madde) özellikleri tespit etmişlerdir. Farklı çalışmada elde edilen bu sonuçlar aşağıda tartışılmıştır.

Bünyesinde karbonhidrat bulunan gıdaların kalite ve tazeliği ile önemli derecede ilişkili olan HMF, ballarda kalitenin tespitinde kullanılan önemli bir kriterdir. Balların

süreç içerisinde maruz kaldıkları sıcaklığın, depolama koşullarının ve kalitesinin değerlendirilmesi sırasında kullanılan bir kriterdir. HMF, hekzosların asidik ortamda suyu kaybetmesi veya maillard (enzimatik olmayan esmerleşme) reaksiyonlarının sonucu oluşan bir maddedir (Doğan 2013). Ortamdaki reaksiyon hızının; pH, su aktivitesi, indirgen şeker ve aminoasit içeriği ile ortamın sıcaklığına bağlı kalarak değişmesiyle, ortam veya depolama sıcaklığının her 10 °C'lik artışında, reaksiyon hızının 4 kat arttırdığı bildirilmektedir (Burdurlu ve ark. 2002).

Batu ve ark. (2013) bal örneklerinin ortalama Hidroksimetilfurfural (HMF) değerlerinin yaklaşık 0,14-24,39 mg/kg arasında değiştiği tespit etmişlerdir. Çalışmadaki HMF ortalamasını ise 5,50 mg/kg olarak belirlemiştir.

Çizelge 4.1. Farklı Sıcaklıklarda Farklı Bal Tiplerinin Fizyokimyasal Özelliklerine Ait Tanımlayıcı Değerler

TEKRAR	SICAKLIK	BAL TİPİ	n	HMF $\bar{X}\pm S_{\bar{X}}$	Diastaz Sayısı $\bar{X}\pm S_{\bar{X}}$	Brix (%) $\bar{X}\pm S_{\bar{X}}$	pH $\bar{X}\pm S_{\bar{X}}$	Nem Oranı $\bar{X}\pm S_{\bar{X}}$	Serbest Asitlik $\bar{X}\pm S_{\bar{X}}$
1. Tekerrür	4 ºC	Normal	20	1.65±0.621	10.10±3.500	81.24±1.050	3.91±0.143	17.01±1.038	17.70±5.686
		Pastörize	20	2.43±0.835	9.83±3.539	81.42±0.978	3.92±0.140	16.89±0.959	17.80±5.709
		Toplam	40	2.04±0.826	9.96±3.477	81.33±1.006	3.92±0.140	16.95±0.988	17.75±5.624
	21 ºC	Normal	20	2.33±2.076	9.37±3.149	81.24±1.050	3.91±0.138	17.01±1.038	17.70±5.686
		Pastörize	20	2.77±1.238	9.05±3.106	81.42±0.978	3.92±0.140	16.89±0.959	17.80±5.709
		Toplam	40	2.55±1.702	9.21±3.092	81.33±1.006	3.91±0.137	16.95±0.988	17.75±5.624
	36 ºC	Normal	20	94.87±28.347	4.60±1.454	81.24±1.050	3.91±0.147	17.01±1.038	17.70±5.686
		Pastörize	20	122.38±31.626	4.19±1.248	81.42±0.978	3.92±0.146	16.89±0.959	17.80±5.709
		Toplam	40	108.62±32.754	4.39±1.354	81.33±1.006	3.91±0.145	16.95±0.988	17.75±5.624
	Toplam	Normal	60	32.95±47.007	8.02±3.724	81.24±1.032	3.91±0.140	17.01±1.021	17.70±5.588
		Pastörize	60	42.53±59.709	7.69±3.739	81.42±0.961	3.92±0.140	16.89±0.942	17.80±5.611
	Genel Toplam		120	37.74±53.724	7.86±3.720	81.33±0.997	3.92±0.139	16.95±0.980	17.75±5.576
2. Tekerrür	4 ºC	Normal	20	2.06±0.642	9.37±2.928	81.24±1.050	3.91±0.143	17.01±1.038	17.70±5.823
		Pastörize	20	2.79±0.858	9.29±2.612	81.42±0.978	3.92±0.143	16.89±0.959	17.85±5.842
		Toplam	40	2.42±0.835	9.33±2.739	81.33±1.006	3.92±0.141	16.95±0.988	17.78±5.758
	21 ºC	Normal	20	4.50±1.912	8.78±3.049	81.24±1.050	3.91±0.137	17.01±1.038	17.75±5.665
		Pastörize	20	5.33±1.705	8.59±3.023	81.42±0.978	3.92±0.138	16.89±0.959	18.00±5.804
		Toplam	40	4.91±1.837	8.69±2.998	81.33±1.006	3.91±0.136	16.95±0.988	17.88±5.662
	36 ºC	Normal	20	150.38±31.610	0	81.24±1.050	3.91±0.143	17.01±1.038	17.75±5.637
		Pastörize	20	175.31±32.890	0	81.42±0.978	3.92±0.142	16.89±0.959	17.90±5.848
		Toplam	40	162.85±34.252	0	81.33±1.006	3.92±0.141	16.95±0.988	17.83±5.670
	Toplam	Normal	60	52.31±72.211	6.05±4.942	81.24±1.032	3.91±0.139	17.01±1.021	17.73±5.611
		Pastörize	60	61.14±83.537	5.96±4.825	81.42±0.961	3.92±0.139	16.89±0.942	17.92±5.732
	Genel Toplam		120	56.73±77.877	6.00±4.864	81.33±0.997	3.91±0.138	16.95±0.980	17.83±5.649
3. Tekerrür	4 ºC	Normal	20	3.52±1.311	9.21±2.831	81.24±1.050	3.91±0.185	17.01±1.038	17.80±5.745
		Pastörize	20	4.31±1.370	9.11±2.765	81.42±0.978	3.90±0.193	16.89±0.959	17.90±5.656
		Toplam	40	3.92±1.383	9.16±2.763	81.33±1.006	3.90±0.187	16.95±0.988	17.85±5.628
	21 ºC	Normal	20	5.38±1.621	7.77±3.031	81.24±1.050	3.91±0.151	17.01±1.038	17.90±5.794
		Pastörize	20	5.89±1.683	7.52±3.017	81.42±0.978	3.89±0.151	16.89±0.959	17.90±5.794
		Toplam	40	5.63±1.651	7.65±2.988	81.33±1.006	3.90±0.192	16.95±0.988	17.90±5.719
	36 ºC	Normal	20	269.56±54.898	0	81.24±1.050	3.91±0.171	17.01±1.038	17.80±5.578
		Pastörize	20	292.56±55.896	0	81.42±0.978	3.92±0.145	16.89±0.959	17.90±5.794
		Toplam	40	281.06±55.912	0	81.33±1.006	3.92±0.142	16.95±0.988	17.85±5.614
	Toplam	Normal	60	92.82±129.827	5.66±4.710	81.24±1.032	3.91±0.159	17.01±1.021	17.83±5.609
		Pastörize	60	100.92±140.295	5.54±4.630	81.42±0.961	3.90±0.175	16.89±0.942	17.90±5.650
	Genel Toplam		120	96.87±134.655	5.60±4.651	81.33±0.997	3.91±0.166	16.95±0.980	17.87±5.606

Çizelge 4.2. Farklı Sıcaklık ve Bal Tipleri Ortalamalarının Duncan Tesit ile Karşılaştırılması

Faktörler		n	pH $\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	Brix (%) $\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	S. Asitlik $\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	Diastaz Sayısı $\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	Nem (%) $\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	HMF $\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$
Sıcaklık	4 °C	40	3,913±0.023	81,330±0.160	17,792±0.905	9.483±0.390[a]	16.951±0.158	2.794±3.080[b]
	21 °C	40	3,909±0.023	81,330±0.160	17,842±0.905	8.515±0.390[a]	16.951±0.158	4.366±3.080[b]
	36 °C	40	3,915±0.023	81,330±0.160	17,808±0.905	1.464±0.390[b]	16.951±0.158	184.177±3.080[a]
Bal Tipi	Normal	40	3,911±0.019	81,238±0.131	17,756±0.739	6.578±0.318	17.013±0.129	59.361±2.514
	Pastorize	40	3,914±0.019	81,423±0.131	17,872±0.739	6.397±0.318	16.890±0.129	68.198±2.514

Castro-Vazquez ve ark. (2009) çalışmalarında, 10 ºC de bir yıl depolanan ballarda HMF değerlerinin 23.3 mg/kg iken, 40 ºC de bir yıl depolanan ballarda ise HMF değerinin 284.6 mg/kg' a yükseldiğini bildirmişlerdir. 10 ºC' da elde edilen HMF oranları, bu çalışmada elde edilen değerlerden oldukça yüksek tespit edilirken, 40 ºC' da depolanan HMF oranları ise benzer değerler aldığı görülmüştür.

Cozmuta ve ark. (2011) ısıl işlemin baldaki HMF düzeyine etkisi üzerine yaptığı çalışmada 50 ºC' de 2.14 mg/kg olan HMF düzeyinin 5 saat içinde 6.25 değerine ulaşırken, 80 ºC' de 2.97'den 9.26'ya, 100 ºC' da de ise 5.36 değerinden 36.69 mg/kg değerine ulaştığını saptamışlardır. Sonuçta balı ısıtmanın, sıcaklık ve süre faktörlerinin birlikte etki ederek balda HMF değerini yükselttiğini öne sürmüşlerdir.

Karabournioti ve ark. (2001), beş farklı botanik orjine sahip balları 24 saat süre ile 35, 45, 55, 65 ve 75 ºC sıcaklığa maruz bırakarak yaptıkları çalışmada; çam, narenciye, ayçiçeği, pamuk ve kekik ballarında başlangıç HMF düzeyleri sırasıyla 1.20, 2.25, 26.80, 9.70 ve 8.78 iken 35 ºC sıcaklıkta bu değerler sırasıyla 1.95, 3.45, 29.20, 9.90 ve 10.78 olarak gerçekleştiğini bildirmişler. HMF değerleri 75 ºC sıcaklıkta ise sırasıyla; 43.40, 63.30, 226.35,173.4 ve 191.35 olarak gerçekleştiğini bildirmişlerdir. Bu çalışmadaki balların HMF oranları, yaptığımız çalışmada elde edilen HMF değerlerinden düşük bulunmuş olup bunun sebebinin depolanma süresinin 24 saat olurken, çalışmamızda ise 1 yıl oluşundan kaynaklandığı söylene bilinir.

Sonuç olarak balların elde edildiği kaynağına bağlı olarak farklı düzeyde HMF içermesine karşılık sıcaklık ve süreye bağlı olarak önemli ölçüde değişim gösterdikleri görülmektedir.

Ballarda diastaz kaybı istenmeyen kalite kriterlerinden biridir. Aynı zamanda, çok yüksek seviyelerde diastaz bulunması da istenen bir durum değildir. Diastaz seviyesinin yüksek olması, asit oluşumunu artırması nedeniyle fermantasyon oluşumunu artırmaktadır (Keskin 1982).

Şahinler (2007), çalışmasında bal örneklerini sırasıyla 55, 65 ve 75 ° C'de 15, 30, 45 ve 60 dakika beklettikten sonra, bir yıl boyunca oda sıcaklığında depolamış ve bal örneklerinde diastaz aktivitelerini incelemiştir. Oda sıcaklığında, 9. ay sonunda bal örneklerinin diastaz aktiviteleri 13.6 olarak belirlenmiştir. Bu çalışmada ise diastaz aktivitesi daha düşük bulunmuştur.

Khan ve ark. (2015) çalışmalarında çiçek bal örneklerini; 40, 50, 60, 70 ve 80 ^{o}C sıcaklıklarda 5, 10, 15, 20 ve 25' er dakikalık sürelerde ısıl işleme tabi tutmuşlar ve 40 ^{o}C sıcaklıklardaki diastaz değerlerini (5, 10, 15, 20 ve 25 dak) sırasıyla;13.6, 13.9, 14.0, 14.1 ve 14.0; 50 ^{o}C sıcaklıklardaki diastaz değerlerini sırasıyla; 14.0,14.3,14.7, 15.7 ve 15.2 olarak, 60 ^{o}C sıcaklıklardaki diastaz değerlerini sırasıyla; 10.2, 9.8, 8.5, 5.3 ve 5.6 olarak, 70 ^{o}C sıcaklıklardaki diastaz değerlerini sırasıyla; 8.2, 7.1, 5.7, 4.9 ve 3.2 olarak, 80 ^{o}C sıcaklıklardaki diastaz değerlerini ise sırasıyla; 6.2, 5.1, 3.1, 2.9 ve 2.1 olarak tespit etmişlerdir. Çalışmada elde edilen diastaz sayıları daha yüksek sıcaklıkta ısıl işlem uygulamalarına rağmen, bu çalışmada elde edilen değerlerden daha yüksek elde edilmiş olup, bunun sebebinin depolama sürelerinin bu çalışmadaki depolama sürelerinden oldukça kısa olması ile açıklana bilinir.

Korkmaz ve ark. (2017) çalışmalarında, farklı işletmelerden topladıkları süzme çiçek ballarını, belirli sıcaklık derecelerinde (10 °C, 22 °C, 35 °C), üçer aylık periyotlar halinde (3, 6, 9 ve 12. aylık) depolamışlar ve ballardaki diastaz aktivitesini incelemişlerdir. Çalışmada,10 °C ve 22 °C'deki ortalama diastaz sayısı değerlerini Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği'nce belirlenen sınır değer olan 8'in altına düşmediği 35 °C'de depolanan ballarda ise 6. aydan sonraki süreler için 8'in altına düştüğünü tespit etmişler. Elde edilen sonuçlar bu çalışmada elde edilen sonuçlar ile benzerlik gösterdiği görülmektedir.

Yılmaz ve ark. (2001), 45 bal örneği alarak yapmış oldukları çalışmalarında, diastaz aktivitelerini spektrofotometrik yöntem kullanarak tespit etmişlerdir. Bal örneklerini 20 °C'de bir yıl boyunca depolamışlar ve ortalama diastaz aktivitesini 14.6'dan 10.7'ye düştüğünü, 22 °C'de sakladıkları çiçek balı örneklerinde ise diastaz aktivitelerinde (2.72) azalma tespit etmişlerdir. Çalışmalarında elde etikleri diastaz aktivitelerini bu çalışmada elde edilen değerlere benzer olduğunu görülmektedir.

Yapılan çalışmalar ile bu çalışma arsında görülen farklılıkların, balların fabrikalarda işleme aşamasında işlem sırasında maruz kaldıkları yüksek sıcaklıkların bir sonucu olarak, hasattan sonra uygun olmayan depolama koşullarında (yüksek depolama sıcaklığı) uzun süreli depolamaya bağlı değerlerinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Hile yapılmış ballardaki briks değeri ve şeker oranları, doğal ballardan farklılık göstermektedir. Ballarda doğal briks değeri %78.8 - %84.0 arasında, ortalama %81.9

seviyelerinde olduğu belirtilmektedir. Ayrıca balın nem oranı ve içermiş olduğu şeker mevcudiyeti arasında da bir ilişki bulunduğu bilinmektedir (Conti 2000). Bu çalışmada elde edilen briks değerleri de %81.2 ile %81.42 arasında olup doğal ballardaki briks değerleri ile benzerlik göstermektedir. Farklı araştırmacıların yapmış oldukları çalışmalarından elde edilen briks değerleri ile bu çalışmada elde edilen briks değerleri benzerlik göstermektedir (Conti 2000; Anupama ve ark. 2003; Haroun 2006; Silva ve ark. 2009; Çınar 2010; Batu ve ark. 2013).

Doğal bal asidik bir ürün olup ballarda kalite kriteri belirlenirken kullanılan en önemli özelliklerden birisi de pH içeriğidir. Ballarda pH değerlerinin dolayısı ile asitliğin belirlenmesinde balın içeriğindeki organik asit ve mineral maddelerinin yanı sıra aminoasit, peptit ve karbonhidratların oranları da önem arz etmektedir (Ötleş 1995).

Crane (1975), balın içeriğinde mevcut olan enzimlerin asit oluşumunda büyük etkisinin olduğu ve enzim düzeyi yüksek olan balların daha fazla asit içereceğini bildirmiştir.

Mutlu ve ark. (2017) doğal balların pH değerinin 3.7 ile 6.4 arasında olması gerektiğini bildirmişlerdir. Bu çalışmada elde edilen balların pH içeriği, doğal ballarda olması gereken sınırlar içerisinde (3.89-3.92) olduğu tespit edilmiştir.

Birçok araştırmacı çalışmalarında elde ettikleri pH değerlerinin, bu çalışmada elde edilen pH değerlerinden daha düşük tespit etmişlerdir (Uçkun 2011; Aydın ve ark. 2008; Ateş 2014).

Batu ve ark. (2013) ise çalışmalarında Sivrice ve Erzurum bölgesi ballarının pH içeriklerini bu çalışmada elde edilen sonuçlara benzer olarak tespit ederken, Malatya, Ovacık, Muş, Artvin Rize ve Bayburt bölgesi ballarının pH içeriklerini, bu çalışma sonuçlarından daha yüksek olarak tespit ettiklerini bildirmişlerdir.

Akyüz ve ark. (1995) ve Çınar (2010)' da yapmış oldukları çalışmada elde etmiş oldukları pH değerlerini bu çalışmada elde edilen değerlerden daha yüksek tespit etmişlerdir. Çalışmalarda elde edilen sonuçların farklı olmasının sebebinin ise balların farklı kaynaklardan elde edilmesi, farklı bölgelerden temin edilmesi ve bölgelerin farklı iklim ve ekolojik koşullarda olmasıyla açıklanabilir.

Balların nem içeriği, granülasyonu açısından çok önemli olup nem içeriğinin artması mikrobiyal bozulmalara neden olabileceği gibi balın kristalleşmesine de neden olduğunu bildirmektedir (Tosi ve ark. 2002). Balların hasat olgunluğuna gelebilmesi için nem oranının ortalama %17 olması gereklidir (Anonim 2012). Bu çalışma sonucunda elde edilen nem içeriği %16.89 ile 18.00 arasında tespit edilmiş olup, Türk Gıda Kodeksi Bal Tebiği değerleri arasında yer almaktadır. Daha önce yapılan çalışmalarda (Çınar 2010; Uçkun 2011; Batu ve ark. 2013; Ateş 2014) elde edilen nem değerleri, bu çalışmada elde edilen nem oranlarından daha düşük tespit edilmişken, Akyüz ve ark. (1995); Sunay (2006); Kambur ve ark. (2015); Yılmaz ve ark. (2017)' nin çalışmalarında elde edilen nem oranı bu çalışma değerleri ile benzerlik göstermektedir. Çalışmalar arasındaki farklılıkların sebebinin ise balların farklı kaynaklardan elde edilmesi, balların elde edildiği bölgelerin farklı olmasıyla açıklana bilinir.

5. SONUÇLAR

Balda kalite kriteri olarak kabul edilen, diastaz sayısı, HMF, nem, briks, pH, asitlik, iletkenlik, şeker yapısına uygulanan farklı işlemler, balın kalitesini önemli ölçüde etkilemektedir. Tabi burada önemli olan depolama süresi, nem, hasat sırasında uygulanan işlemler, ısıtma ve depolama yeri gibi etmenlerdir. Kaliteyi önemli ölçüde etkileyen bir diğer önemli konu; fermantasyonla sonuçlanabilen faktörlerdir.

Balda ısıl işlem uygulaması, balın kristalleşmesini önlemek veya baldaki kristal görünüşün ortadan kaldırılması ve balın mikroorganizmalarını yok edebilmek için uygulamaktadır. Ballarda ısıl işlem uygulamasında, sıcaklığın derecesi ve süresi önemlidir. Böylece diastaz aktivitesinin düşmesi ve HMF değerinin artmasının, kontrol altında tutulması gerekmektedir. Sıcaklık derecelerinin artması ve depolama sürelerine bağlı olarak ısıl işlem uygulanmasının yapılması, diastaz sayılarında düşmeler görülürken, HMF değerlerinde ise yükselmelere neden olmaktadır. Bu nedenle diastas sayısı değeri ile HMF oranları doğal balın olgunlaşması ile ısıl işlem uygulamalarının durumu hakkında bilgi vermektedir

Sonuç olarak çalışmada, ballarda kalitenin tespit edilmesinde kullanılan HMF değerinin depolama sıcaklık değerlerinin artması ile artış gösterdiği ve diastaz sayılarının ise depolama sıcaklıklarının artması ile değerlerinin düştüğü tespit edilmiştir. Çalışmada ölçümü yapılan diğer özelliklerin ise ballarda olması gereken değerlerde olduğu tespit edilmiştir. Doğal ballarda, pastörize edilen ballara göre HMF oranı daha düşük değerler tespit edilirken, pastörize edilen ballarda diastaz değerinin düştüğü görülmektedir.

6. KAYNAKLAR

Akçadağ, F., 2014. Balda HMF (Hidroksimetil Furfural), Glikoz, Fruktoz ve Sakkaroz Tayini Yeterlilik Testi Raporu. TÜBİTAK Ulusal Metroloji Enstitüsü Referans Malzemeler Laboratuvarı.

Akyüz, N., Bakırcı, İ., Ayar, A., Tunçtürk, Y. 1995. Van piyasasında satışa sunulan balların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri ve bunların ilgili standarda uygunluğu üzerinde bir araştırma. ***Gıda/Gıda Dergisi***, *20*(5): 321-326.

Alak, G.D. 2015. Bal ve Bal Sirkesinin Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri Türkiye. Yüksek lisans tezi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Denizli.

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

Anonim, 2009. International Honey Commission, Harmonised Methods of The International Honey Commission, Schade Diastase Determination Method (2009) (http://www.ihc-latform.net/ihcmethods2009.pdf Accessed 19 Aug 2016 15:16).

Anonim, 2012. Tük Gıda Kodeksi, Bal Tebliği (2012/58). Başbakanlık Basımevi, Ankara.

Anonymous. 2006a. AOAC Official Method 962.19. Association of Official Analytical Chemists(AOAC) Official Methods of Analysis. Arlington:Association of Official Analytical Chemists, Inc.

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

Anonymous. 2006c. AOAC Official Method 998.12. Association of Official Analytical Chemists(AOAC) Official Methods of Analysis. Arlington:Association of Official Analytical Chemists, Inc.

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

AOAC, 1995. Offical methads of analysis, 16th edn. Arlington, VA. Association of Official Analytical Chemists.

Artık, N., Bayındırlı, L., Mert, İ., 2011. Karbonhidratlar, Mısır Şekeri ve Gıda Endüstrisinde Kullanımı. Basım ve Cilt: Elma Teknik Basım Matbaası, Ankara Birinci Basım: Şubat 2011 – Ankara. ISBN 978-605-89273-2-2.

Ateş, Y. 2014. Bingöl ve yöresinde üretilen balların kimyasal incelenmesi (Master's thesis, Bingöl Üniversitesi).

Aydın, B.D., Sezer, Ç., Oral, N.B. 2008. Kars'ta Satışa Sunulan Süzme Balların Kalite Niteliklerinin Araştırılması. ***Kafkas Üniv Vet Fak Dergisi***, 14 (1), 89-94

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

Bölüktepe, F.E., Yılmaz, S. 2008. Arı ürünlerinin bilinirliği ve satın alınma sıklığı. **Uludağ Arıcılık Dergisi,** 8(2), 53-62.

Burdurlu, H.S., Karadeniz, F. 2002. Gıdalarda maillard reaksiyonu. ***Gıda/Gıda Dergisi***, 27 (2): 77-83.

Castro-Vazquez, L., Dıaz-Maroto, M.C., Gonzales-Vınas, M.A., Perez-Coello, M.S., 2009. Differentiation of monofloral citrus, rosemary, eucalyptus, lavender, thyme and heather honeys based on volatile composition and sensory descriptive analysis. ***Food Chemistry***, 112(4), 1022-1030.

Cavia, M.M., Fernandez-Muino, M.A., Gömez-Alonso, E., Montes-Perez, M.J., Huidobro, J.F., Sancho, M.T., 2002. Evolution of fructose and glucose in honey over one year: influence of induced granulation. ***Food Chemistry***, 78(2), 157–161.

Conti, M. E. 2000. Lazio region (central Italy) honeys: a survey of mineral content and typical quality parameters. ***Food Control***, 11(6), 459-463.

Cozmuta, A. M., Cozmuta, L. M., Varga, C., Marian, M., Peter, A., 2011. Effect of Thermal Processing on Quality of Polyfloral Honey. ***Romanian Journal of Food Science***. 1(1): 45–52.

Çankaya, N., Korkmaz, A., 2008. Polen. ***Samsun İl Tarım Müdürlüğü Çiftçi Eğitimi ve Yayım Şubesi Yayını***, 33, 3-5.

Çelik, Y., Turhan, İ., 2014. Konya İlinde Arıcılık İşletmelerinin Yapısal Özellikleri. ***Uludağ Arıcılık Dergisi***. 14(1):15-25.

Çınar, S., 2010. Türk Çam Balının Analitik Özellikleri. ***Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Doktora Tezi.***

Crane, E. 1975. Honey: a comprehensive survey, Marrson and Gibb Ltd. London 608p.

Doğan, M., 2013. Ege Bölgesinde Üretilen Hayıt ve Çam Ballarında Isıtmanın ve Depolama Süresinin Hidroksimetilfurfural Miktarı ve Diastaz Sayısı Üzerine Etkileri. Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Zootekni Anabilim Dalı 2013-Yl-056.

Elmastaş, A., 2011. Diyarbakır' da Satışa Sunulan Bazı Gıda Ürünlerinde Hidroksimetilfurfural Miktarının HPLC ile Tayini. Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü: Yüksek Lisans Tezi.

Erkan, C., Aşkın, Y., 2001. Van İli Bahçesaray İlçesi'nde Arıcılığın Yapısı ve Arıcılık Faaliyetleri. ***Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi***, 11(1):19-28, Van.

Fıratlı, Ç., Genç, F., Karacaoğlu, M., Gencer, V. H. 2000. Türkiye Arıcılığının Karşılaştırmalı Analizi Sorunlar-Öneriler. ***Türkiye Ziraat Mühendisliği V. Teknik Kongresi***, 811-826.

Fıratlı, Ç., Gencer, H. V. 1995. Dünya Arıcılığı ve Türkiye'nin yeri. ***Türkiye II. Teknik Arıcılık Kongresi. TC Ziraat Bankası Kültür Yayın***, (28), 8-9.

Günbey B, 2009. Yayla Balı ile Salgı Balının Yapısal Özellikleri. ***Arıcılık Araştırma Dergisi***. 2009;1(2):26-30.

Güney, F., 2010. Isıtma ile Balın Yapısında Meydana Gelen Olumsuz Değişiklikler. ***Ordu'da Gıda Güvenliği Dergisi. Sayı***:11, 29-34.

Haroun, M.I., 2006. Türkiye'de Üretilen Bazı Çiçek ve Salgı Ballarının Fenolik Asit ve Flavonoid Profilinin Belirlenmesi, Doktora Tezi, A.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Hışıl, Y., Börekçioğlu, N., 1986. Balın bileşimi ve bala yapılan hileler. Gıda dergisi, 11 (2) 79-82.

Hışıl, Y., Bağdatlıoğlu, N., 1994. Süzme balların cam kavanozda depolanmaları sırasında şekerlerde meydana gelen değişmeler. ***Gıda dergisi***, 19 (2) 103-105.

Kambur, M., Yıldız, İ. ve Kekeçoğlu, M., 2015, Düzce İli Yığılca İlçesinde Üretilen Balların Kimyasal ve Paninolojik Analiz Yöntemleri ile Değerlendirilmesi, ***Uludağ Arıcılık Dergisi***, 15 (2), 67-79.

Kaplan, B.H., 2014. Ege Bölgesi Ballar'ının Kimyasal Özellikleri. Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi.

Karabournioti, S., Zervalaki, P., 2001. The Effect of Heating on Honey HMF and Invertase. ***Apiacta***, *36*(4), 177-181.

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

Keskin, H. 1982, Besin Kimyası kitabı, Ankara, 450 s.

Khan, Z. R., Amudavi, D. M., Midega, C. A., Wanyama, J. M., Pickett, J. A. 2008. Farmers' perceptions of a 'push–pull'technology for control of cereal stemborers and Striga weed in western Kenya. ***Crop protection***, *27*(6), 976-987.

Khan, Z. S., Nanda, V., Bhat, M. S., Khan, A. 2015. Kinetic studies of HMF formation and Diastase Activity in Two Different Honeys of Kashmir. ***Int J Curr Microbiol App Sci***, *4*(4), 97-107.

Koç, G., Uzmay, A., 2015. Gıda Güvencesi ve Gıda güvenliği: Kavramsal Çerçeve, Gelişmeler ve Türkiye. ***Tarım Ekonomisi Dergisi***, 21(1 ve 2), 39-48.

Korkmaz, S.D., Küplülü, Ö., 2017. Effects of storage temperature on HMF and diastase activity of strained honeys. ***Ankara Üniv Vet Fak Derg***, 64, 281-287, 2017.

Kowalski, S., Lukasiewic, M., Duda-Chodak, A., Ziec, G., 2013. 5-Hydroxymethyl-2-Furfural (HMF) – Heat-Induced Formation, Occurrence in Food and Biotransformation – a Review. ***Polish Journal of Food and Nutrition Sciences***, *63*(4), 207-225.

Kukurova, K., Karovièová, J., Kohajdova, Z., Bilikova, K. 2008. Authentication of honey by multivariate analysis of its physico--chemical parameters. ***Journal of Food & Nutrition Research***, *47*(4).

Lee, H. S., Nagy, S. 1988. Quality changes and nonenzymic browning intermediates in grapefruit juice during storage. ***Journal of Food Science***, 52(1), 168-172.

Mortaş, M., Yazıcı, F., 2013. Application of Ultrasound Technology to Honey. ***Mellifera*** 13-25:2-5

Mutlu, C., Erbaş, M., Tontul, S. A. 2017. Bal ve Diğer Arı Ürünlerinin Bazı Özellikleri ve İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri. ***Akademik Gıda***, *15*(1), 75-83.

Oroian, M., Paduret, S., Amariei, S., and Gutt, G. 2016a. Chemical composition and temperature influence on honey texture properties. ***Journal of food science and technology***, *53*(1), 431-440.

Oroian, M., Prisacaru, A., Hretcanu, E. C., Stroe, S. G., Leahu, A., Buculei, A. 2016b. Heavy Metals Profile in Honey as a Potential İndicator of Botanical and Geographical Origin. ***International journal of food properties***, *19*(8), 1825-1836.

Ötleş, S. 1995. Bal ve Bal Teknolojisi (Kimyası ve Analizleri) Alaşehir Meslek Yüksekokulu Yayınları, Yayın No:2.

Özmen, N., Alkın, E., 2006. Balın Anti Mikrobiyel Özellikleri ve İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri. ***Uludağ Arıcılık Dergisi***-Kasım 2006, Bursa.

Salınas, F., Espınosa, A.M., Nevado, J.J.B. 1991. Flow Injection Determination of HMF in Honey by thc Winkler Method.***Fresenius Joumal of Analytical Chemistry***, 340: 250-252.

Serrano, S., Espejo, R., Villarjo, M., Jodral, M.L., 2006. Diastase andnvertase Activities in Andalusian Honeys. ***International Journal of Food Science and Technology***, 42, 76-79.

Silva, L.R., Videra, R., Monteiro, P.A., Valentao, P., Androde, P.B. 2009. Honey from Luso region (Portugal): Physicochemical characteristics and minera Contents. *Microchemical Journal*, 93(1), 73-77.

Souza,R.L., Yu, H., Rataboul,F., Essayem, N., 2012. 5-Hydroxymethylfurfural (5-HMF) Production from Hexoses: Limits of Heterogeneous Catalysis in Hydrothermal Conditions and Potential of Concentrated Aqueous Organic Acids as Reactive Solvent System. Challenges 2012, 3, 212-232; doi:10.3390/challe3020212

Sunay, A.E., 2006. Balda Orijin Tespiti. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü: Yüksek Lisans Tezi.

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

Şahinler, N., Gül, A., Akyol, E., Yeninar, H. 2007. Ülkemizde Üretilen Yayla, Ayçiçeği, Pamuk, Narenciye ve Çam Ballarının Yapısı. III. ***Marmara Arıcılık Kongresi***, 20-21.

Terzioğlu, E., 1994. Ülkemizin Biyolojik Çeşitliliği. ***Çevre ve İnsan, Çevre Bakanlığı Yayın Organı***, Yıl:5, Sayı: 18: 12-14, Ankara.

Toribio, J. L., Nunes, R. V., Lozano, J. E. 1984. Influence of water activity on the nonenzymatic browning of apple juice concentrate during storage. ***Journal of Food Science***, 49, 1630-1631.

Tosi, E., Ciappini, M., Re, E., Lucero, H. 2002. Honey thermal treatment effects on hydroxmethylfurfural content. ***Food Chemistry***, (77), 71-74.

TS 3036, https://intweb.tse.org.tr/standard/standard/Standard.aspx?081118051115104 Erişim tarihi: 25/05/19

TÜİK, Hayvansal üretim verileri, 2019. http://tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1002 Erişim tarihi: 24.05.2019

Turan, F., 2012. Kırklareli İzole Bölgesinde Yaşayan Trakya Arısı (Apis mellifera carnica) Kolonilerinden Elde Edilen Balların Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi. Tekirdağ.

Uçkun, O., 2011. Narenciye ve Geven Ballarının Aroma ve Aroma aktif Bileşenlerinin Belirlenmesi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü: Yüksek Lisans Tezi.

Vural, H., Fidan, H. 2007. Türkiye'de Hayvansal Üretim ve Hayvancılık İşletmelerinin Özellikleri. ***Tarım Ekonomisi Dergisi*** 13(2): 49-59.

Yilmaz, H., Küfrevioğlu, Ö. İ. 2001. Composition of honeys collected from Eastern and South-Eastern Anatolia and effect of storage on hydroxymethylfurfural content and diastase activity. ***Turkish Journal of Agriculture and Forestry***, *25*(5), 347-349.

Yılmaz, S. K., Eskici G., 2017. Erzincan İlinde Üretilen Balların Biyokimyasal Özellikleri / JAFAG (2017) 34 (2), 36-42.

Yıldız, O., Sahin, H., Kara, M., Ali Yazıcıoğlu, R., Tarhan, Ö., Kolaylı, S., 2010. "Maillard Reaksiyonları ve Reaksiyon Ürünlerinin Gıdalardaki Önemi", ***Akademik Gıda***, 8(6), 44-51.

Yıldız, İ. 2016. Çam, Pamuk, Yayla ve Ayçiçeği Ballarının Fizikokimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi. Uludağ Arıcılık Dergisi, 16(1), 12-19.

ÖZGEÇMİŞ

1985 yılında Diyarbakır'da doğdu. İlk, Orta ve Lise öğrenimini Diyarbakır'da tamamlayarak 2012 yılında girmiş olduğu Dicle Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümünden 2016 yılında lisans öğrenimini tamamladı. 2016 yılında Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde yüksek lisans eğitimine başladı. Halen eğitimine devam etmektedir.

DİCLE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TEZ İNTİHAL FORMU

ÖĞRENCİ BİLGİLERİ	
ADI VE SOYADI	Ümit SAYLAK
ÖĞRENCİ NO	16812008
EĞİTİM – ÖĞRETİM YILI	2018-2019
YARIYIL	☐ Güz ☒ Bahar
ANABİLİM DALI	Zootekni
PROGRAM	Yüksek Lisans
TEZ KONUSU	MUHAFAZA SICAKLIĞININ BALLARDA HMF OLUŞUMUNA VE BAZI KİMYASAL ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ
İNTİHAL RAPORU BİLGİLERİ	
RAPOR TÜRÜ	Tez Savunma Sınavı Sonrası
SAYFA SAYISI	52
BENZERLİK ORANI	%23
RAPORLAMA TARİHİ	24/07/ 2019

Yukarıda başlığı/konusu gösterilen tez çalışmamın kapak sayfası, giriş, ana bölümler, sonuç ve tartışma kısımlarından oluşan toplam 52 sayfalık kısmına ilişkin, 24/07/2019 tarihinde şahsım/tez danışmanım tarafından *TURNİTİN* adlı intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan intihal raporuna göre, tezimin benzerlik oranı % 23'tür.

Uygulanan filtrelemeler:

☐ Kabul/Onay sayfaları hariç,
☐ Kaynakça hariç
☐ Alıntılar hariç/dâhil
☐ Diğer

Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Lisansüstü Programlarda Tez Çalışması İntihal Raporu Uygulama Esasları'nı inceledim ve bu Uygulama Esasları'nda belirtilen azami benzerlik oranlarına göre tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edilmesi durumunda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Gereğini saygılarımla arz ederim.

ÖĞRENCİ
Ümit SAYLAK
24/07/2019

Tez Danışmanı **Dr.Öğr.Üyesi H. Deniz ŞİRELİ** **24/07/2109**	**Anabilim Dalı Başkanı** **Prof. Dr. Muzaffer DENLİ** **24/07/2019**

Formdaki bilgiler bilgisayar ortamında doldurulmalıdır. El yazısı ile doldurulan formlar geçersiz sayılmaktadır.