

TABLET BAL ÜRETİMİ

Hojjat PASHAZADEHKELISAKANDI

Yüksek Lisans Tezi
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı
Prof. Dr. M. Fatih ERTUGAY
2014
Her hakkı saklıdır

**ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TABLET BAL ÜRETİMİ

Hojjat PASHAZADEHKELISAKANDI

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ERZURUM
2014**

Her Hakkı Saklıdır



T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



TEZ ONAY FORMU

TABLET BAL ÜRETİMİ

Prof. Dr. M. Fatih ERTUGAY danışmanlığında, Hojjat PASHAZADEH tarafından hazırlanan bu çalışma 26/12/2014 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak ~~oybirliği/oy çokluğu (3/...)~~ ile kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. M. Fatih ERTUGAY

İmza :

Üye : Prof. Dr. Ahmet DODOLOĞLU

İmza :

Üye : Prof. Dr. Memnune ŞENGÜL

İmza :

Yukarıdaki sonuç;

Enstitü Yönetim Kurulu 31.../.../...2014 tarih ve 52.../.../...1762... nolu kararı ile onaylanmıştır.

Prof. Dr. İhsan EFEOĞLU
Enstitü Müdürü

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaklardan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak olarak kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

TABLET BAL ÜRETİMİ

Hojjat PASHAZADEHKELISAKANDI

Atatürk Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman Prof. Dr. M. Fatih ERTUGAY

Bu çalışmanın amacı; balın kolay bir şekilde günlük hayatta yanımızda taşınabilmesi, alternatif ve yenilikçi bir kullanım şekli sunulması ve özellikle çocukların çok tükettikleri şekerli ve katkılı ürünlere alternatif olarak sağlıklı yeni bir ürün elde edilmesidir.

Bu çalışmada, aynı firmadan temin edilen süzme bal -0.8, -0.7 ve -0.6 Bar olmak üzere 3 farklı vakum basıncı altında, sırasıyla 4:30, 5:30 ve 8:00 dakikalık işlem sürelerinde ve 130°C sıcaklıkta vakum pişiricide ısıl işleme tabi tutulmuştur. İşleme tabi tutulan bal mümkün olabilecek en yüksek SÇKM içeriğine geldikten sonra işleme son verilmiş ve işlem sonucu viskozitesi oldukça yükselen ballar derhal kalıplara dökülerek şekil almaları sağlanmıştır. Elde edilen tablet bal örneklerinde SÇKM, HMF, diastaz, renk özellikleri ve duyusal analizler yapılarak uygulanan vakum pişirme işleminin tablet haline getirilmiş bal örnekleri üzerine etkileri araştırılmıştır.

Uygulanan işlem şartları ile SÇKM, HMF, diastaz sayısı, renk ve duyusal özellikler arasındaki interaksiyon incelenmiş ($p < 0,01$) ve analiz sonuçlarına göre HMF değerindeki artış ve diastaz sayısındaki azalış kabul edilebilir sınırların altında gerçekleşmiştir. Ayrıca uygulanan vakum basınçlarında ve işlem sürelerinde tablet balların duyusal özellikleri ile L , a , b , kroma değeri (C) ve toplam renk değişimleri (ΔE) de araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlara bakıldığında; 130°C sıcaklıkta, 4:30 dakikalık işlem süresinde ve -0,8 bar vakum basıncında elde edilen tablet bal örnekleri en iyi sonucu vermiştir.

2014, 45 sayfa

Anahtar Kelimeler: Vakum pişirme, bal, HMF, diastaz

ABSTRACT

Master THESIS

HONEY TABLET PRODUCTION

Hojjat PASHAZADEHKELISAKANDI

Atatürk University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Food Engineering Department

Advisor: Prof. Dr. M. Fatih ERTUGAY

During this study, samples of honey in -0.8, -0.7 and -0.6 Bar, under 3 different vacuum pressures, respectively, in the 4:30, 5:30 and 8:00 minute processing time, and at 130°C, under vacuum cookers was treated. Honey samples after arriving at the desired final Brix, work been ceased. At identified the final Brix, occurring the briks degree of samples the number of HMF, diastase number, color changes and their impact on the applied procedure by the sensory analysis were detected.

The experimental results specified pressure, temperature and time at the end of the application process Brix degree, number of HMF and the number of diastase's interaction is shown there. ($p < 0.01$)

And also, according to the analysis results, increase in number of HMF and decrease in number of diastase and in positive wool was detected.

Furthermore, at the end of the vacuum pressure process, while providing the process of sensory properties of the honey tablet, a, b, L, C, ΔE color parameters are also positively affected.

2014, 45 pages

Keywords: Honey, honey tablet, HMF

TEŞEKKÜR

Bu araŐtırmanın planlanması, yürütülmesinde ve sonuçlanmasında emeği geçen, yol gösteren ve her anlamda desteklerini esirgemeyen Sayın Prof. Dr. M. Fatih ERTUGAY hocama teşekkür ederim.

ÇalıŐmalarım esnasında bilgi ve tecrübelerinden faydalandığım Sayın Prof. Dr. M. Murat KARAOğLU ve Sayın Prof. Dr. Salih ÖZDEMİR'e, desteğini benden esirgemeyen Sayın Prof. Dr. H. Gürbüz KOTANCILAR'a ve Gıda Mühendisliği Bölüm Başkanı Sayın Prof. Dr. Mükерem KAYA ve tüm bölüm hocalarıma teŐekkürü bir borç bilirim.

Her zaman yanımda olan maddi ve manevi desteklerini benden esirgemeyen çok değerli annem Mahin FULADİ ve abim Sajjad PASHAZADEH ye Őukranlarımı sunarım. Sonunda bu tezin bitmesini ve mezun olduğumu sayın merhum babam Ali PASHAZADEH'e ruhu huzurlu olması için takdim ederim.

Hojjat PASHAZADEHKELISAKANDI

Aralık, 2014

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
SİGMELER ve KISATMALAR DİZENİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	viii
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	9
3. MATERYAL ve METOT	14
3.1. Materyal.....	14
3.2. Yöntem	14
3.2.1. Vakum pişirme (Tablet Bal Üretimi)	14
3.3. Fiziksel ve Kimyasal Analizler	18
3.3.1. SÇKM.....	18
3.3.2. HMF	18
3.3.3. Diastaz sayısı	19
3.3.4. Renk Ölçümü.....	19
3.3.5. Duyusal analiz	20
3.3.6. İstatistiki analiz.....	22
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA.....	23
4.1. SÇKM.....	24
4.2. HMF	25
4.3. Diastaz	27
4.4. Renk.....	29
4.4.1. <i>L</i> değeri.....	30
4.4.2. <i>a</i> değeri	31
4.4.3. <i>b</i> değeri	32
4.4.4. <i>C</i> ve ΔE değerleri.....	33
4.5. Duyusal Analiz	34

4.5.1. Görünüş	36
4.5.2. Renk.....	36
4.5.3. Parlaklık.....	36
4.5.4. Sertlik	37
4.5.5. Yapışkanlık.....	37
4.5.6. Karamel tat	37
4.5.7. Kendine özgü tat.....	38
4.5.9. Ağızda bıraktığı his	38
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER	40
KAYNAKLAR	42
ÖZGEÇMİŞ	46

SİGMELER ve KISATMALAR DİZENİ

a	: Kırmızı,yeşil renk değeri (+a=kırmızı, -a= yeşil)
b	: Sarı, mavi renk değeri (+b=sarı, -b =mavi)
C	: Kroma Değeri
cc/g	: Sisi/Gram
cm	: Santimetre
°C	: Santigirat derece
dk	: Dakika
F	: F değeri
FAO	: Food Agricultural Organization
g	: Gram
HMF	: Hidroksimetil Furfural
Kg	: Kilogram
L	: Açıklık / Koyuluk renk değeri
Mg	: Miligram
mL	: Mililitre
mm	: Milimetre
N	: Newton
s	: Saniye
SD	: Serbestlik derecesi
ΔE	: Toplam renk farkı

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Dünya üzerinde en çok bal üretimi yapılan ülkeler	2
Şekil 3.1. Vakum pişirici	15
Şekil 3.2. Tablet bal kalıbı	15
Şekil 3.3. Sıcaklık-Basınç-Kuru madde diyagramı.....	17
Şekil 4.1. SÇKM ve vakum basıncı arasındaki ilişki.....	25
Şekil 4.2.HMF ve vakum basıncı arasındaki ilişki	27
Şekil 4.3. Diastaz ve vakum basıncı arasındaki ilişki.....	28
Şekil 4.4. L değeri ile vakum basıncı arasındaki ilişki	30
Şekil 4.5. a değeri ile vakum basıncı ilişkisi	32
Şekil 4.6. b değeri ile vakum basıncı arasındaki ilişki.....	33
Şekil 4.7. ΔE değeri ile vakum basıncı arasındaki ilişki.....	33
Şekil 4.8. Kroma (C) değeri ile vakum basıncı arasındaki ilişki	34

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1. Balın bazı özellikleri (Türk Gıda Kodeksi)	4
Çizelge 3.1. Tablet bal üretiminde kullanılan süzme balın özellikleri	14
Çizelge 3.2. Duyusal değerlendirmede kullanılan puan cetveli.....	21
Çizelge 4.1. Tablet bal üretimi işlem şartları.....	23
Çizelge 4.2. SÇKM, HMF ve diastaz sayısı değerlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları	24
Çizelge 4.3. L , a , b , C ve ΔE değerlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları	30
Çizelge 4.4. Duyusal analizlere ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları	35

1. GİRİŞ

Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği Bal Tebliği'ne göre bal "Bitki nektarlarının, bitkilerin canlı kısımlarının salgılarının veya bitkilerin canlı kısımları üzerinde yaşayan bitki emici böceklerin salgılarının bal arısı tarafından toplandıktan sonra kendine özgü maddelerle birleştirilerek değişikliğe uğrattığı, su içeriğini düşürdüğü ve petekte depolayarak olgunlaştırdığı doğal ürün" olarak tanımlanmaktadır. Ayrıca, bal arılar yardımıyla bitki nektarlarından veya honeydew denilen maddeden üretilen doğal kompleks bir gıda olarak da adlandırılmaktadır (Ahmed *et al.* 2007). Balın temel hammaddesi olan nektar, bitkilerin nektar bezleri tarafından salgılanan şekerli ve sulu eriyikleri olarak tarif edilirken, honeydew bitkiler üzerinde yaşayan ve bitki özsuğunu emerek beslenen bir takım böceklerin dışarıya attıkları tatlı sindirim atıkları olarak tanımlanmaktadır (Kurt ve Yamankaradeniz 1982).

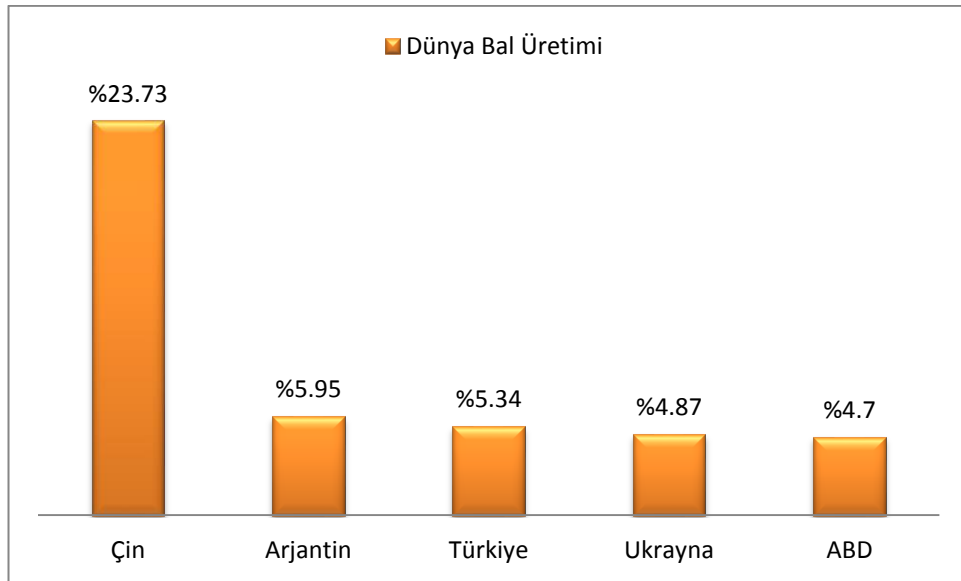
Balın rengi, su beyazından koyu kahverengiye kadar değişebilir. Bal, akıcı, viskoz, kısmen veya tamamen kristalize olabilir. Balın rengi, şeker dengesi ve tadındaki farklılık tamamen toplanan nektarlardan kaynaklanmaktadır. Balın kokusunu, çiçeklerdeki aromalıvolatin yağı verir ki bu aynı zamanda çiçeklerin kokularını sağlayan yağdır.

Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği Bal Tebliği'ne göre ballar; Kaynağına göre: çiçek balı (Bitki nektarından elde edilen bal) ve salgı balı (Bitkilerin canlı kısımlarının salgılarından veya bitkilerin canlı kısımları üzerinde yaşayan bitki emici böceklerin - *Hemiptera*- salgılarından elde edilen bal); Üretim ve/veya pazara sunulmuş şekline göre: Petekli bal (Kuluçka amaçlı kullanılmamış olan saf balmumundan hazırlanmış temel peteklerin veya arılar tarafından yapılmış peteklerin gözlerinde depolanmış ve tamamı veya büyük bölümü sırlanmış olarak satışa sunulan bal), süzme bal (Sırları alınan yavrusuz peteklerden santrifüj yolu ile elde edilen bal), petekli süzme bal (Süzme bal içerisinde petekli bal parçaları ile hazırlanmış bal), sızma bal (Sırları alınmış yavrusuz peteklerden sızdırılarak elde edilen bal), pres balı (Yavrusuz peteklerin doğrudan veya 45°C'yi aşmamak üzere ısıtılarak preslenmesi ile elde edilen

bal) ve filtre edilmiş bal (Yabancı organik veya inorganik maddelerin filtrasyon yolu ile uzaklaştırılması sırasında polen içeriği önemli ölçüde azalmış bal) olarak sınıflandırılmaktadır (Türk Gıda Kodeksi).

Türkiye bal üretimi için uygun mevsim şartları, topoğrafik yapısı ve zengin bitki florasına sahip nadir ülkelerden biri olup, bal üretiminde Dünya'nın üçüncü büyük ülkesidir. Dünyada ballı bitki türlerinin dörtte üçüne sahip olmasına rağmen, bal üretimi ve tüketimi bakımından dünyada yerini tam olarak alamamıştır.

Dünya üzerinde en çok üretimi yapılan temel arı ürünü bal olup, bunun yanı sıra balmumu, polen, arı sütü, arı zehri ve propolisde önemli arıcılık ürünleridir. Dünya bal üretiminin %30'u Avrupa kıtasından sağlanırken, %29.28'i Amerika kıtasından ve %23.14'ü Asya kıtasından karşılanmaktadır (Fıratlı ve Gençer 1994; FAO 2008). Dünya bal üretiminde Çin birinci sırayı alırken, bu ülkeyi sırasıyla Arjantin, Türkiye, Ukrayna ve ABD izlemektedir. Nitekim 2006-2008 dönem ortalaması itibariyle Dünya bal üretiminin %23.73'ü Çin'e aittir. Bu ülkeyi %5.96 ile Arjantin, %5.34 ile Türkiye, %4.87 Ukrayna ve %4.70 ile ABD takip etmektedir (Fıratlı ve Gençer 1994; FAO2008).



Şekil 1.1. Dünya üzerinde en çok bal üretimi yapılan ülkeler (FAO 2008)

Ülkemiz, Dünya'nın üçüncü büyük bal üreticisi olmasına rağmen, bal ihracatımız çok düşüktür. Türkiye, Almanya başta olmak üzere Suudi Arabistan, Fransa, Hollanda, KKTC, Kuveyt, İtalya, İspanya gibi ülkelere bal ihracatında bulunmakta ve ülkemizde üretilen çam balının %95'i AB ülkelerine ihraç edilmektedir (FAO 2008).

Prehistorik dönemlerden beri insanlar tarafından tanınan değerli bir gıda olan bal; bitki nektarlarının, bitkilerin canlı kısımlarının veya bitkilerin canlı kısımları üzerinde yaşayan bitki emici böceklerin salgılarının bal arısı (*Apis mellifera*) tarafından toplandıktan sonra, kendine özgü maddelerle birleştirilerek değişikliğe uğratılması, su içeriğinin düşürülmesi ve petekte depolanarak olgunlaştırılması sonucu oluşan doğal ürün olarak da adlandırılmaktadır (Anlı vd 1997). Bal, başlıca glikoz ve fruktoz gibi şekerleri ihtiva eder. Balaynı zamanda çeşitli şekerler ve aminoasitler, lipitler, vitaminler ve mineral içermektedir (Wenchuan 2011). Balın rengi su beyazından koyu kahverengine kadar değişebilir ve akıcı, viskoz, kısmen veya tamamen kristalize halde bulunabilir. Tadı ve aroması bitkinin türüne göre değişir (Zander 1975; Anonim 2002; Doğaroğlu 2004).

Türkiye, yüksek yaylaları, geniş ovaları ve binlerce hektarlık ormanlarında çok zengin bir flora barındırmakta ve yüzlerce bitki türüne ev sahipliği yapmaktadır. Bu zenginlik kaliteli ve farklı çeşit ve lezzette bal üretimine olanak sağlamaktadır (Anonim1999). Bal, içeriğindeki maddelerin çeşitliliği nedeniyle oldukça karmaşık yapıya sahiptir. Çeşitli yörelere ve elde edilmiş zamanlarına göre de oldukça farklı yapılar gösterebilmektedir. Başka bir ifadeyle bal, elde edildiği bölgenin florasına bağlı olarak fiziksel ve kimyasal özellikler bakımından farklılık gösterebilmektedir. Söz konusu fiziksel ve kimyasal özellikler floranın yanı sıra hasat dönemi, hasat sırasında uygulanan işlemler, ısıl işlem ve depolama gibi birçok faktörden etkilenmektedir (Karkacier vd 2000). Çizelge 1.1'de balların bazı özellikleri verilmiştir.

Genel olarak karbonhidratlardan oluşan balın kuru maddesinin %95-99'unu şekerler oluşturmaktadır. Şekerler genellikle viskozite, nem çekme özelliği, enerji değeri, kristalizasyon gibi balın fiziksel yapısından sorumludur. Balda bulunan şekerlerin

önemli bir kısmını ise glikoz ve fruktozdan oluşan invert şekerler meydana getirmektedir. Bununla birlikte 20 den fazla disakkarite ve oligosakkaritlere rastlanılabilmektedir. Disakkaritlerin bileşimi balın elde edildiği bitki florasına önemli oranda bağlı iken coğrafi bölge ve mevsim etkisi çok az oranda etki gösterebilmektedir. Sakaroz içeriği ise balın olgunlaşma safhası ile önemli oranda değişkenlik göstermektedir (Belitz *et al.* 2009).

Çizelge 1.1. Balın bazı özellikleri (Türk Gıda Kodeksi)

	Çiçek Balı	Salgı Balı	Çiçek ve Salgı Balı Karışımı	Fırıncılık Balı
Nem (en fazla)	%20	%20	%20	% 23
Sakaroz (en fazla)	5 g100g ⁻¹	5 g100g ⁻¹	5 g100g ⁻¹	5 g100g ⁻¹
Fruktoz + Glikoz (en az)	100 g'da 60 g	100 g'da 45 g	100 g'da 45 g	-
Suda çözünmeyen Madde* (en fazla)	0,1 g100g ⁻¹	0,1 g100g ⁻¹	0,1 g100g ⁻¹	0,1 g100g ⁻¹
Serbest asitlik (en fazla)	50 meqkg ⁻¹	50 meqkg ⁻¹	50 meqkg ⁻¹	80 meqkg ⁻¹
Diastaz sayısı (en az)	8	8	8	-
HMF (en fazla)**	40 mgkg ⁻¹	40 mgkg ⁻¹	40 mgkg ⁻¹	-
Prolin miktarı (en az)	300 mgkg ⁻¹	300 mgkg ⁻¹	300 mgkg ⁻¹	180 mgkg ⁻¹
Naftalin miktarı (en fazla)	10 ppb	10 ppb	10 ppb	10 ppb

Balın reaksiyonu asit karakterdedir. Ancak baldaki şekerler asitliğin fark edilmesini güçleştirmektedir. Balda bulunan asitler sadece balın tat ve lezzetine katkıda bulunmayıp, balda mikroorganizma gelişimini önleyici etkiye sahiptir. Birçok mikroorganizma asitli ortamı sevmez. Balın olgunlaşma süreci içinde arılar asitliği artırmaktadır. Baldaki malik, sitrik ve formik asitler doğada bitkilerin bileşiminde geniş ölçüde vardır ve balın içinde bulunması normal bir durumdur (Doğaroğlu 2004).

Balın içeriğinde bulunan temel organik asit D-Glukonik asittir. Asit derecesi genellikle arıların nektarı biriktirmeye başlaması ile bal peteği hücrelerindeki balın son yoğunluğunu kazandığı an arasındaki geçen zamana bağlıdır. Ballarda düşük miktarlarda bulunan diğer asitler ise asetik, bütirik, laktik, sitrik, süksinik, formik, maleik, malik ve oksalik asittir (Belitz *et al.* 2009).

Balın mineral madde kapsamı çok olmamakla birlikte, mineral alımını artırmak için bazı diyetlerde şeker yerine verilebilmektedir(Sato ve Miyata 2000). Balda en fazla bulunan mineral maddeler sırasıyla Potasyum (K), Kalsiyum oksit (CaO), Kükürt (S), Klor (Cl), Kalsiyum (Ca), Fosfor (P), Magnezyum (Mg) ve Silisyum oksit (SiO)'dir. Yapılan analizlerde, koyu renkli balların madensel maddeler bakımından açık renkli ballara oranla daha zengin olduğu anlaşılmıştır. Ayrıca canlılar için büyük önem taşıyan elementlerden Bakır (Cu), İyot (I), Demir (Fe), Çinko (Zn) da balda eser miktarda bulunmaktadır (Yanniotis *et al.* 2006).

Bal proteince zengin bir besin maddesi olmamasına karşın, sayıca zengin bir aminoasit kaynağına sahip bulunmaktadır. Bulunan aminoasitler; lizin, histidin, arginin, aspartik asit, treonin, serin, glutomik asit, prolin, glisin, alanin, sistin, valin, methionin, lösin, izölösin, tirosin, fenilalanin ve triptofandır.

Ballarda nem miktarı önemli bir faktördür. Çünkü balın esası yoğun şeker solüsyonu olduğundan özgül ağırlığı ve bozulmadan kalabilmesi, yapısındaki su miktarı ile yakından ilişkilidir. Balın nem içeriği Türk Gıda Kodeksi'ne göre %20'den az olmalıdır. Nem içeriği fazla olan ballar osmofilik mayalar tarafından fermantasyona daha yatkındır. Maya fermantasyonunun önem düzeyi nem içeriği %17'den daha az olduğu zaman ihmal edilebilirken, %17,1-20 arasında olduğu zaman osmofilik maya sporlarının sayısına bağlı olarak değişmektedir (Belitz *et al.* 2009). Fakat depolama sırasında bir güçlüklerle karşılaşmamak için en ideali, balda nem miktarının %17-18 civarında olmasıdır. Balın nem miktarı; bitki kaynağı, sıcaklık, yağışlar, sırlanma durumu, süzme ve pazarlama sırasında yapılan işlemler ve balın olgunlaşma derecesi gibi faktörlere bağlı olarak değişmektedir.

Balın viskozitesi ise balın bileşimine ve özellikle nem içeriğine bağlı bir özelliktir. Sıcaklık ve nem içeriği arttıkça viskozite azalmaktadır (Yanniotis *et al.* 2006). Koyu, yavaş akan ve kıvamlı bir balın viskozitesi yüksektir. Açık renkli ve gevşek bünyeli ballarda viskozite azdır, akıcılığı çok fazladır. Viskozite özellikle işleme ve depolama sırasında kritik öneme sahiptir. Balların viskozitesini etkileyen diğer faktör baldaki

şekerlerin kompozisyonudur. Baldaki şekerlerin moleküler boyutları viskoziteyi etkilemektedir (Bhandari *et al.* 1999).

Sıcaklığa karşı hassasiyetinden dolayı enzimler, özellikle beslenme açısından bal kalitesinin belirleyicisi olarak kullanılmaktadır. Çünkü balın biyolojik ve besleyici kalitesi yapısında bulunan enzimlerin tahrip edilip edilmemesi ile yakından ilgilidir. Bal enzimleri, doğal ve yapay ballar arasındaki farklılıklar için bir işaret olarak kullanılmaktadır. Balın yapısındaki enzimlerin bir kısmı bitkilerden bir kısmı da arının salgı bezlerinden gelir. Enzimler balın en değerli maddeleridir. Doğal ve ısıtılmamış ballarda enzim miktarı yüksek olup bu ballar kaliteli ve çok değerlidir. Bal ısıtılma maruz kaldığı oranda enzim değerlerinde kayıplar olur. Başlıca bilinen bal enzimleri amilaz (diastaz), invertaz (sakkaraz), katalaz, fosfataz ve ayrıca askorbik asit ile glikozu yükseltgeyen glikosazidaz enzimleridir. Enzimlerin bir kısmı nektardan ve yaprak bitlerinin yaprak üstünde bıraktıkları salgıdan, büyük bir kısmı ise arıların tükürük bezi salgılarından meydana gelmektedir (Anonymous 2014b). Saf ve hiçbir şekilde ısıtılmamış balda enzim miktarı oldukça fazladır. Özellikle diastaz enzimi ısıya karşı dayanıksız olduğundan balda yapılabilecek herhangi bir hile veya tağşiş bu enzim miktarında meydana gelen azalma ile belirlenebilir.

Gıda endüstrisinde bal üretiminin önemli bir parçası olarak viskoziteyi azaltmak, nem miktarını düşürmek ve kristalizasyonu geciktirmek amacıyla filtrasyon aşamasından önce ısıtılma işlemi (50°C civarında) uygulanmaktadır. Isıtılma işlemi sonucu balda istenmeyen HMF oluşumu, mevcut enzim aktivitelerinde azalma, renk değişimi ve viskozite düşüşü gibi birçok yapısal değişiklik gözlemlenmektedir. HMF, ısıtılma işlemi etkisiyle reaksiyona giren şeker ve aminoasitlerin meydana getirdiği ve balda miktar olarak sınırlandırılmış istenmeyen bir üründür. Türk Gıda Kodeksine göre balda en fazla 40 mgkg⁻¹ HMF bulunabilir. Balda HMF oluşumu pH, sıcaklık, ısıtılma uygulama süresi ve şeker konsantrasyonuna bağlı olduğundan balın kalitesini belirlemede kullanılan önemli parametrelerden biridir (Dindar Çapar 2010). Bir diğer ifadeyle taze balda pratik olarak HMF düşük miktardadır ve uygulanan ısıtılma işlemi, depolama sıcaklığı, balın pH'sı (asitlik) ve şeker konsantrasyonuna bağlı olarak HMF yükselmektedir.

HMF değerinden ayrı olarak diastaz sayısı da balda önemli kalite parametrelerinden biridir. Diastaz sayısı 40°C sıcaklıkta 100 g balda bir saatte hidroliz olan nişasta miktarını (g) ifade etmektedir (Tosi *et al.* 2008) ve Türk Gıda kodeksine göre ballarda bu sayının en az 8 olması gerekmektedir. Bu kalite parametrelerine bakılarak ısıtılma işleminin balda meydana getirdiği olumsuz değişimin derecesi belirlenebilmekle birlikte (Bodganovet *al.* 1997) uygulanan ısıtılma işleminin derecesi veya yoğunluğu hakkında da fikir edinilebilmektedir (Ramı' rez Cervanteset *al.* 2000).

Türkiye'de yüksek miktarda üretilen balın kullanım alanları oldukça sınırlıdır. Tablet bal üretimi ise henüz ülkemizde uygulanmamakta ve dolayısıyla bu konuda yapılmış herhangi bir çalışma bulunmamaktadır. Üreteceğimiz tablet balın hem Türkiye'nin ekonomisine hem de bilimsel çalışmalara katkı sağlayacağını düşünmekteyiz.

Bu çalışmada amaç, farklı vakum basınçları altında 130°C sıcaklıkta bal numunelerinde viskoziteyi artırarak başka bir ifadeyle balın su içeriğini azaltarak fiziksel ve kimyasal özelliklerinde önemli bir değişim meydana getirmeden tablet bal üretiminin sağlanabilmesidir. Elde edilen tabletler sayesinde balın albenisinin yanı sıra kullanım alanlarının da artırılabilmesi ve böylece gerek iç piyasadaki tüketimin gerekse de ihracat oranlarının yükseltilebileceği düşünülmektedir. Bu metot sayesinde baldaki su önemli derecede uzaklaştırılabilmekte ve tablet bal elde edilebilmektedir. Bu çalışma ile;

- ✓ Balın kolay bir şekilde günlük hayatta yanımızda taşınabilmesi,
- ✓ Alternatif ve yenilikçi kullanım şekli sunması,
- ✓ Özellikle çocukların çok tükettikleri şekerli ürünlere alternatif olarak yeni bir ürün eldesi hedeflenmektedir.

Bu yeniliğin yaygınlaşması halinde organik ürünlerle beslenen insan popülasyonunun artması ve çeşitli katkı maddeleri ile üretilmiş olan şekerlemeler yerine doğal ve sağlıklı ve faydalı tablet balları tüketmesi amaçlanmaktadır. Bu iş fikrinin sağlıklı olan tablet balın tüketilmesi beklenmektedir. Bu çalışmanın bir sonraki aşamasında ise çocukların

beğenisine hitap edecek şekillerde ve ambalajlarda Tablet Bal ürünlerinin tasarlanmasının bu çalışmadan elde edilen çıktıların yaygınlaşması ve değer kazanması açısından çok önemli olduğu düşünülmektedir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Bal kozmetik ve gıda sektöründe önemli konulardan biridir. Bal, uzun yıllar sofralık olarak kullanılmış olmasına rağmen, daha sonra çeşitli sanayi kollarında da hammadde veya katkı maddesi olarak değerlendirilmeye başlanmıştır. Bal, son yıllarda ilaç, kozmetik ve gıda sanayinde kullanılmaktadır. Standart dışı kabul edilen ve sofralık olarak tüketilmeyen ballar, ABD, Kanada ve Avrupa'da özellikle hububat teknolojisinde çok eski yıllardan beri değerlendirilmektedir. Ballı ekmek, ballı çörek, ballı kraker ve ballı kek gibi çeşitli ürünler piyasaya sürülmüştür. Baldan gıda sanayinde çeşitli amaçlarla yararlanılmaktadır. Ancak bunlardan gıda sanayi bal kullanımında daha önemli bir yere sahiptir. Son yıllarda kurutulmuş bal, kurutulmuş bal-nişasta, süt tozu-bal karışımı vb. gibi ürünler balın kullanım alanını genişletmiştir ve bu yüzden baldan ilgili çok sayıda araştırmalar yapılmıştır.

(Ram 2011) tarafından yapılan çalışmada, püskürtülerek kurutulmuş bal tozu üretimi ve elde edilen bal tozunun ekmek formülasyonunda kullanımı araştırılmıştır. Retrograde nişasta içeren bal tozu ekmek formülasyonuna katarak sakaroza alternatif olarak kullanılmıştır. Kullanılmakta olan bal tozu püskürterek kurutma yöntemi ile üretilmiş ve nişasta bir kurutma maddesi olarak kullanılmıştır. Çalışma sonuçları, nişasta kullanarak püskürterek kurutma yöntemi ile elde edilen bal tozunun ekmekçilikte sakaroz kullanımına önemli bir alternatif olabileceğini vurgulamaktadır.

Balların kurutulması veya başka bir ifadeyle su oranının düşürülmesi amacıyla tünel kurutma, vakum kurutma, sprey kurutma ve kristalizasyonla katılaştırma gibi farklı kurutma teknikleri uygulanmaktadır (Cui *et al.* 2008).

Balların mikrodalga ile kurutulduğu bir çalışmada, mikrodalga-vakum (MWV) kurutma metodu yüksek kalitede kurutulmuş bal üretimi için bir potansiyel metot olarak araştırılmıştır (Cui *et al.* 2008). Yaklaşık 10 dakikalık bir sürede %2,5'dan daha az nem içeriğine kadar kurutulmuştur. Mikrodalga-vakum işlemine maruz kalan ballarda

fruktoz, glikoz, maltoz ve sakaroz içeriğinde önemli değişikliklere rastlanmamıştır. Aynı zamanda mikrodalga-vakum ile kurutulmuş balın uçucu asit profili belirgin olarak azalırken, aldehitler ve ketonlar belirgin olarak artmıştır.

Gıda endüstrisinde bal üretiminin önemli bir parçası olarak viskoziteyi azaltmak, nem miktarını düşürmek ve kristalizasyonu geciktirmek amacıyla filtrasyon aşamasından önceki işlem (50°C civarında) uygulanmaktadır. Isıl işlem sonucu balda istenmeyen HMF oluşumu, mevcut enzim aktivitelerinde azalma, renk değişimi ve viskozite düşüşü gibi birçok yapısal değişiklik gözlemlenmektedir. HMF, maillard reaksiyonu ve/veya heksosdehidrasyonu sonucu oluşan istenmeyen bir üründür. Ballardaki HMF seviyeleri balın kimyasal özelliklerine, balın elde edildiği floraya (Singh and Bath 1997, 1998; Fallico *et al.* 2004; Zappal`a *et al.* 2005), sıcaklığa, ısıtma süresine (Bath and Singh 1999) ve depolama şartlarına (Sancho *et al.* 1992) bağlıdır.

Taze balda pratik olarak HMF düşük miktarlardadır ve uygulanan ısıl işlem, depolama sıcaklığı, balın pH'sı (asitlik) ve şeker konsantrasyonuna bağlı olarak HMF yükselmektedir (Turhan *et al.* 2008). Isıl işlemin balın kalitesi üzerindeki etkilerinin araştırıldığı bu çalışmada, salgı ve çiçek balının HMF içeriğinin, düşük sıcaklıklarda izotermal ısıtma işleminden nasıl etkilendiği incelenmiştir. Ayrıca, su içeriği, formol sayısı, toplam asitlik, pH değeri ve mineraller oranı her iki tür balda, HMF oluşumunu etkileyen parametreler olarak belirlenmişlerdir. Çalışma sonuçlarına göre yüksek HMF içeriğinin yüksek sıcaklıktan değil, ilkel depolama koşullarından olabileceği bildirilmiştir.

Serrano *et al.* (2004) tarafından yapılan bir çalışmada, ortalama olarak pH'nın 4,07, serbest asitliğin 22,49 meq kg⁻¹, nem içeriğinin %16,59, glikozun % 26,92, früktozun %33,98, sakarozun 3,76, su aktivitesinin 0,56, HMF'nin 13,67 mgL⁻¹ ve toplam şeker içeriğinin ise %81,96 olduğu belirlenmiştir. Terrab *et al.* (2002) tarafından yapılan bir diğer çalışmada ise, Morako ballarında nem içeriğinin %14 ile %20, pH'nın 2,25 ile 4,71, serbest asitliğin 10,31 ile 102 meq kg⁻¹, HMF'nin 3,2-52,6 mgkg⁻¹ arasında değişkenlik gösterdiği belirlenmiştir.

Başka bir çalışmada, çeşitli ballarda ısıtma ile HMF oluşumunun ilişkisi araştırılmıştır (Singh and Bath 1998). Bu çalışmada, sıcaklık değeri ve süresinin HMF oluşumuna olan etkileri çeşitli bal türlerinde incelenmiştir. Ayrıca, çeşitli bal türlerinde sıcaklık ve nemin HMF oluşumuyla olan ilişkisini modelleme amacıyla, ikinci dereceden polinom geliştirilmiştir. Bu çalışmada, *Brassicajuncea*, *Eucalyptus lancealatus* ve *Tryolium* olarak adlandırılan üç çeşitli sezon balı hazırlamak amacıyla bal numuneleri toplanmıştır. Çalışma sonuçlarına göre, *Tryolium* ve *Eucalyptus lancealatus* ballarında HMF oluşumu sıcaklıktan ve ısıtma süresinden yüksek oranda etkilenmiştir. Ayrıca sıcaklıkla uygulama süresinin etkileşimi tüm bal türlerinde HMF oluşumunu önemli derecede etkilemiştir. Bu oran *Eucalyptus lancealatus*'ta diğer bal türlerinden daha etkindir. Çalışma sonuçları, çeşitli bal türlerinde HMF oluşumunun çok farklı olduğunu vurgulamaktadır. Ayrıca, ikinci dereceden polinom modelinin geliştirilmesi, işlem sıcaklığıyla sürenin HMF oluşumuyla etkileşimini modellemek için çok uygun olduğunu göstermektedir.

Bir diğer çalışmada da, ballarda ısı işleminin etkileri incelenmiş ve zaman ile sıcaklığın değişiminden dolayı balın HMF oluşumu ve yoğunluğundaki değişimler belirlenmiştir. Çalışma sonuçlarına göre, kristalleşmenin engellenmesi veya pastörizasyon amacıyla uygulanan ısı işleminin, ballarda HMF içeriğini artırdığı belirlenmiştir. HMF değeri yüksek sıcaklıklar ve yüksek uygulama zamanlarında çok yüksek bir seviyeye ulaşmıştır (Tosi *et al.* 2002).

(Ková *et al.* 2011) Çek ballarının HMF içeriği üzerine mikrodalganın etkilerini araştırmışlar ve ballarda ısıtmadan dolayı meydana gelen değişimin göstergesi olan HMF içeriğini incelemişlerdir. Bu çalışmada numune olarak kullanılan ballar 4 farklı mikrodalga gücü ve 7 farklı uygulama süresine tabi tutulmuşlardır. Balların HMF içeriği, deneyden sonra ve önce HPLC yöntemi ile belirlenmiştir. Çalışma sonuçlarına göre, HMF'nin mikrodalga ışını etkisi ile çözülmüş olabileceği bildirilmiştir.

Bir başka çalışmada, balda 5-HMF'nin bozulması incelenmiş ve çeşitli çiçek kökenli 25 ile 50°C sıcaklık aralığında bulunan ballarda HMF bozulma kinetiğine ilişkin bulgular ortaya koyulmuştur (Fallico *et al.* 2008). Çalışma sonuçlarına göre oda sıcaklığında, HMF bozulma kinetiği, oluşum kinetiğinden daha anlamlı olduğunu gösterip ve böylece balın raf ömrünün HMF değeri ile incelenmesinin çok doğru olmasının beklenmemesi gerektiği belirlenmiştir. Aynı araştırmacılar bir başka çalışmalarında, monofloral ballarda koşullanmanın balın HMF içeriği üzerine etkilerini araştırmışlar ve dört tür monofloral Sicilya balında ısıl işlem esnasında HMF seviyesi belirlenmiştir. Ayrıca bu çalışmada HMF oluşum kinetiğide incelenmiştir. Çalışma sonuçlarına göre 50°C sıcaklığın altında, balda HMF konsantrasyonunun balın bileşimi (pH, asitlik) ile ilgili olduğu ortaya çıkmıştır. Ayrıca, HMF'nin kestane bal kalitesi indeksi olarak kullanımının uygun olmadığı ve hatta bazı durumlarda çok yüksek değerlere sahip olduğu belirlenmiştir (Fallico *et al.* 2004).

(Cozmuta *et al.* 2011) polifloralbalların kalitesi üzerine ısıl işlemin etkilerini araştırmışlar ve ballarda viskoziteyi azaltma, kristalleşmeyi önleme, kristalleşme görünümünü geciktirme, mikroorganizmaları inaktive etme gibi amaçlarla uygulanan ısıl işlemin diastaz aktivitesini ve HMF içeriğini artırdığını vurgulamışlardır. Çalışma sonuçlarına göre, HMF oluşumunun sıcaklık derecesi ve sıcaklığın uygulandığı zamanla aynı oranda etkilendiği ve HMF'nin en yüksek oluşum oranının 100°C'de ve 1 ile 5 saat uygulama zamanı aralığında elde edildiği bildirilmiştir.

(Tosi *et al.* 2004) balın kısa sürede yüksek sıcaklıkta ısıl işleme maruz kalmasının kalite, kristalleşme ve mantar inhibisyonuna ilişkin parametreleri nasıl etkilediğini araştırmışlar ve HMF içeriği, diastaz aktivitesi, mantar ve maya gelişimi ve kristalleşme zamanı ölçülmüştür. İlâveten, nem, fruktoz, glikoz ve asitlik değerleride belirlenmiştir. Çalışma sonuçları sıcaklığın diastaz aktivitesini azaltarak, aynı anda balın kalitesini düşürdüğünü ve HMF içeriğini artırdığını göstermiştir. İncelemelere göre, tüm deneylerde, diastaz sayısı sıcaklığa en hassas olan parametre olarak tanımlanmıştır. Daha önceden fruktoz / glikoz, glikoz / nem ve (glikoz-nem) / früktoz oranları gibi birçok parametre balın kristalleşme olayının başlanışını karakterize etmek için

kullanılmaktadır. Bu çalışmada, (fruktoz / glikoz) nem parametresi yeni bir parametre olarak ortaya sürülmüştür.

Bir diğer çalışmada, konvansiyonel ısıtma ve mikrodalga işlemi esnasında balın antioksidan aktivitesi ve 5-HMF oluşumunda meydana gelen değişimler incelenmiş ve mikrodalga ve konvansiyonel ısıtma yöntemlerinin sonuçları çalışılmıştır (Kowalski 2013).Çalışmanın amacı, mikrodalgayla ısıtmanın balın HMF oluşumunda ve antioksidan aktivitesinde oluşturduğu etkileri araştırmak olarak belirlenmiştir. Bu çalışmada, salgı, kireç, akasya, karabuğday bal türleri içeren numuneler incelenmiştir.

(Abu-Jdayil *et al.* 2002)ısıtma işleminin açık ve koyu renkli balların reolojisi üzerinde etkisini araştırmışlardır. Bu çalışmada bal numuneleri, 5 ve 10 dakika süreyle 40, 60, 80 ve 94°C üzerinde ısıtılmış ve viskozitesi 25 ve 30°C sıcaklığına kadar soğutulduktan sonra ölçülmüştür. Çalışma sonuçlarına göre, her iki bal türü Newtonian akışkan gibi davranış göstermişlerdir. Ayrıca açık renkli olan ve az miktarda su içeren bal türünün viskozitesinde, sadece yüksek sıcaklıklarda değişim ortaya çıkmaktadır. Halbuki koyu renkli olan bal türünün viskozitesi bütün sıcaklıklardan etkilenmektedir.

3. MATERYAL ve METOT

3.1. Materyal

Bu çalışmada piyasadan temin edilen ticari bir firmaya ait Marmara ve Ege Bölgesi'nin çiçeklerinden elde edilen süzme bal numunesi kullanılmıştır. Aynı firmaya ait bal örneğinden vakum pişiricide işlem yapmak için 3'er kg bal örneği tartılmıştır. Çalışmada kullanılan bal numunesinin özellikleri Çizelge 3.1'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Tablet bal üretiminde kullanılan süzme balın özellikleri

Nem	%17,3
Serbest asitlik	26 meq kg ⁻¹
pH	4,21
Diastaz sayısı	13,5
HMF	13,85 mg kg ⁻¹
Prolin	683 mg kg ⁻¹
İletkenlik	0,62 mS cm ⁻¹
Glikoz	%30
Fruktoz	%37
Fruktoz/ Glikoz	1,2

3.2. Yöntem

3.2.1. Vakum pişirme (Tablet Bal Üretimi)

Süzme bal örnekleri -0,8, -0,7 ve -0,6 bar olmak üzere 3 farklı vakum basıncı altında, sırasıyla 4:30, 5:30 ve 8:00 dakikalık işlem sürelerinde ve 130°C sıcaklıkta vakum pişiricide (Şekil 3.1) kurutulmuştur.



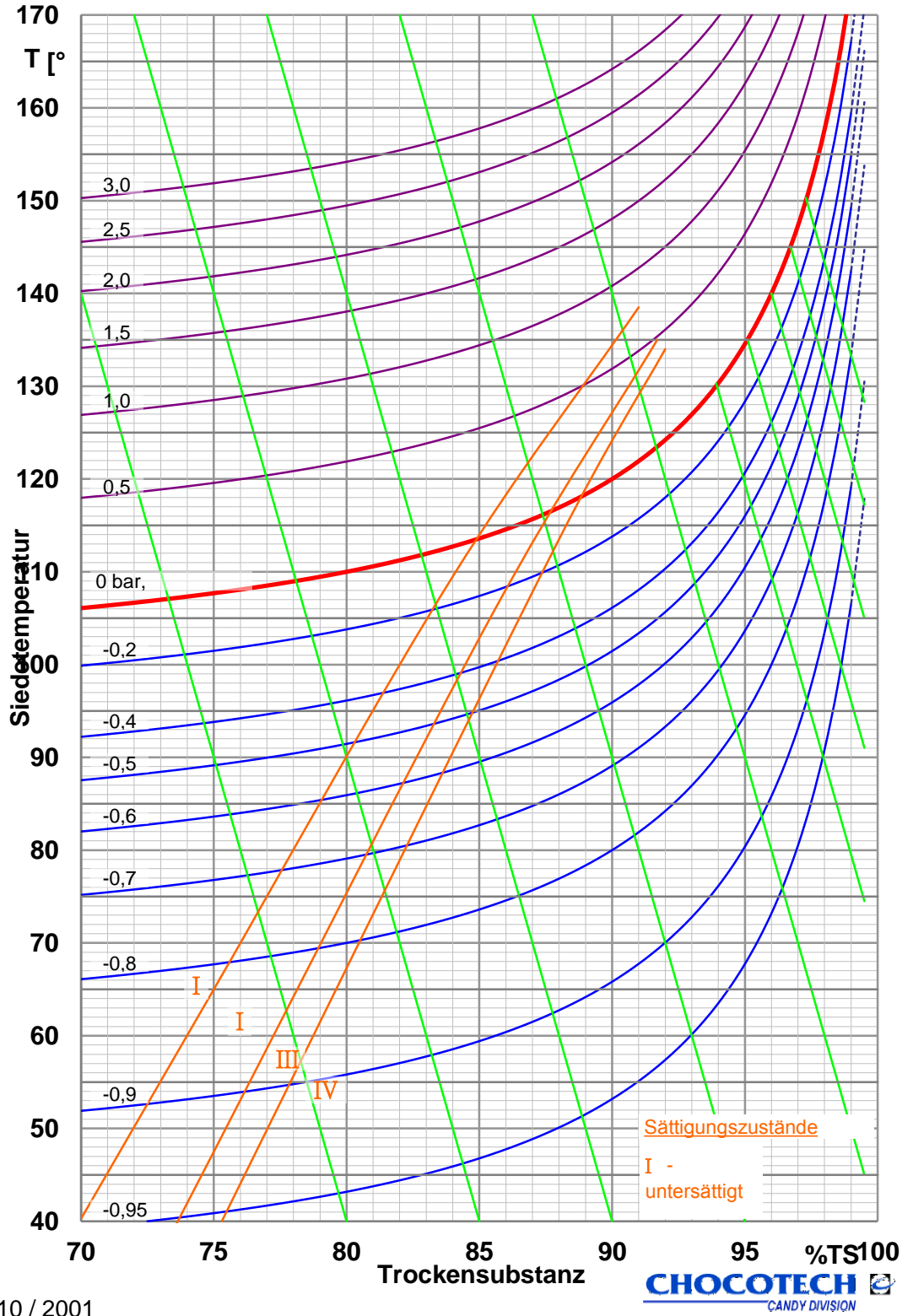
Şekil 3.1. Vakum pişirici

Bal örnekleri arzu edilen son SÇKM içeriğine geldikten sonra işleme son verilmiş ve işlem sonucu su içeriği azalan ve viskozitesi oldukça yükselen bal derhal kalıplara dökülerek şekil almaları sağlanmıştır (Şekil3.2). Belirtilen basınç, sıcaklık ve süreler fazla yapışkanlığı olmayan, görünümü parlak ve özellikle HMF değeri yüksek diastaz sayısı da düşük olmayan tablet bal eldesi için ön denemelerle belirlenmiş ve uygun şartlar belirlendikten sonra üretime geçilmiştir.



Şekil 3.2. Tablet bal kalıbı

Tablet bal üretiminde kullanılan vakum pişirici Chocotech firmasına ait (Chocotech Princess; Candy) olup; karıştırma haznesi, vakum pompası, besleme hunisi ve bilgisayarlı kontrol sisteminden oluşmaktadır (Anonymous 2014a). Vakum pişiricideki işlem şartlarının (basınç, sıcaklık ve kuru madde)belirlenmesinde Chocotech firmasına ait sıcaklık-basınç-kuru madde arasındaki ilişkiyi gösteren sert şekerler için hazırlanmış olan diyagram kullanılmıştır (Şekil 3.3).



Şekil 3.3. Sıcaklık-Basınç-Kuru madde diyagramı

3.3. Fiziksel ve Kimyasal Analizler

Bal örneklerinde suda çözüner kuru madde (SÇKM), HMF, renk, diastaz sayısı ve duyusal değerlendirme TS 3036 bal standardına göre yapılmıştır (Anonim 2002).

3.3.1. SÇKM

SÇKM derecesi, ağırlıkça suda çözüner maddelerin yüzdesidir ve balın SÇKM daha çok içerdiği şekerlerden kaynaklanmaktadır (Cavia *et al.* 2002). Balın doğal SÇKM derecesinin %78,8- 84,0 arasında ve ortalama 81,9 dolayında olduğu belirtilmektedir. Ayrıca nem ve şeker içeriği arasında da bir ilişki bulunmaktadır (Conti 2000). Baldaki nem ve suda çözüner kuru madde (SÇKM) oranları Abbe tipi refraktometre (Atago Refraktometre Tokyo, Japan) kullanılarak belirlenmiştir. Bunun için bal numunesinden alınıp refraktometrenin prizması üzerine konulmuş vesonra prizmanın kapağı yavaşça dikkatli bir şekilde kapatılıp 20°C’de okuma yapılmıştır.

3.3.2. HMF

Bal numunesinde HMF analizi DIN 10751-3:2002-02 metodu kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bal numunesi filtre edilerek temizlenmiş ve HMF Carrez solüsyonu ile stabil hale getirilerek analiz numunesinden arındırılmıştır. HPLC cihazı ile PAD detektörde 284 nm de tayin edilmiştir. Retensiyon zamanları piki tanımlamak için kullanılır kenintegrasyonda pik alanı esas alınarak eksternal standart ve beş noktalı kalibrasyonla miktar tayini yapılmıştır. Bulunan değer, Türk Gıda Kodeksi; Bal Tebliği’nde belirtilen HMF miktarı ile karşılaştırılır. Türk Gıda Kodeksi; Bal Tebliğine göre; HMF miktarı çiçek ve salgı balında en fazla 40 mgkg⁻¹ olmalıdır. HPLC işlem şartları aşağıdaki gibidir:

Kolon	Lichrospher 100RP18EC-5m, L:250 mm, ID:3 mm
Mobil faz A	2:98 Metanol: Ultra Saf Su
Kolon sıcaklığı	30°C
Otosampler sıcaklığı	4°C
Enjeksiyon hacmi	20 mL
Dedektör Tipi	UV 284 nm
Akış	0,70 ml/dk, izokratik (temizlik amacıyla 18. dakikadan sonra 0,90 ml/dk)
Analiz Süresi	24 dk

3.3.3. Diastaz sayısı

Balda diastaz sayısı tayini TS 3036 bal standardına göre belirlenmiştir (Anonim 2002). Yaklaşık 10 g bal 100 mL kadar damıtık suda çözülmüş vesonra 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 bu işlem gerçekleştirilmiştir (Bogdanov 2002).

3.3.4. Renk Ölçümü

Balın sınıflandırılmasında önemli kalite kriterlerinden biri de renk özelliğidir (Castro *et al.* 1992). Renk ölçümü Minolta CR 200 cihazı ile L , a , b değerlerinin belirlenmesi ile yapılmıştır. Süzme bal ve üretilen tablet ballarda renk ölçümü örneklerden üç farklı noktadan alınan değerlerin ortalaması hesaplanarak yapılmıştır. Bal örneklerinde L , a , b değerleri ölçülmüş ve bu değerlere bağlı olarak kroma değerleri $C = (a^2 + b^2)^{1/2}$ ve toplam renk farklılıkları $\Delta E = [(\Delta L^2) + (\Delta a^2) + (\Delta b^2)]^{1/2}$ belirlenmiştir (Bilmeyer and Saltzman 1981). Ölçümler yapılmadan önce cihaz beyaz seramik kalibrasyon plaka (CR-A43) ile

kalibre edilmiş ve örnekler beyaz bir zemine konularak renk ölçümü yapılmıştır. Renk ölçümü her bir örnek için 3 kere yapılmıştır.

CIE (L , a , b) renk ölçüm sisteminde L 'nin ifade ettiği renk parlaklık (beyazlık-siyahlık) olup ve bu değer 0 (siyah) ile 100 (beyaz) arasında, a değeri yeşillik-kırmızılık olup ve bu değer -60 (yeşil) ile $+60$ (kırmızı) arasındadır ve b değeri mavilik-sarılık olup -60 (mavi) ile $+60$ (sarı) değerleri arasındadır (Özdemir 2001). Kırmızı 0° , sarı 90° , yeşil 180° ve mavi 270° aralıklarda belli olmuştur (Luo 2006). Kroma değeri (C) ise renklerin doygunluk derecesini göstermektedir (Romney and Fulton 2006). ΔE ile ifade edilen toplam renk farkı da işlem görmüş örneklerde meydana gelen tüm renk değişimlerinin miktarı hakkında fikir vermektedir.

3.3.5. Duyusal analiz

Vakum altında pişirme işlemi uygulandıktan sonra tablet bala ait duyusal analizler Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği bölümünde, panelistler bay ve bayan olmak üzere Gıda Mühendisliği bölümü öğretim görevlileri ve yüksek lisans/doktora öğrencileri tarafından yapılmıştır. Tablet bal örnekleri görünüş, renk, parlaklık, sertlik, yapışkanlık, karamel tat, kendine özgü tat, koku, ağızda bıraktığı his ve genel kabul edilebilirlik özellikleri açısından değerlendirmeye tabi tutulmuşlardır. Parametrelerin değerlendirilmesinde 9 puanlı hedonikskala (1=çok kötü, 9=çok iyi) kullanılmış ve panelistlerden her bal örneği için birden dokuza kadar puanlar verilmesi istenerek puanlandırma yapılmıştır (Çizelge 3.2).

Çizelge 3.2. Duyusal değerlendirmede kullanılan puan cetveli

Görünüş	Çok iyi								Çok kötü
	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Renk	Çok iyi								Çok kötü
	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Parlaklık	Çok iyi								Çok kötü
	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Sertlik	Çok iyi								Çok kötü
	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Yapışkanlık	Çok iyi								Çok kötü
	9	8	7	6	5	4	3	2	1
karamel tat	Çok iyi								Çok kötü
	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Kendine	Çok iyi								Çok kötü
	9	8	7	6	5	4	3	2	1
koku	Çok iyi								Çok kötü
	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Ağızda bıraktığı his	Çok iyi								Çok kötü
	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Genel kabul edilebilirlik	Çok iyi								Çok kötü
	9	8	7	6	5	4	3	2	1

3.3.6. İstatistiki analiz

Çalışmanın istatistik analizleri SPSS 13.0 (SPSS Inc., Chicago, U.S.A) programında yapılmıştır. Elde edilen ham verilere varyans analizi uygulanmış ve verilerin ortalamaları $p<0,01$ önem seviyesinde Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ile karşılaştırılmıştır, önemli bulunan interaksyonlar ise şekil üzerinde tartışılmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Bu çalışmada süzme bal örnekleri -0,8, -0,7 ve -0,6 Bar olmak üzere 3 farklı vakum basıncı altında, sırasıyla 4:30, 5:30 ve 8 dakikalık işlem sürelerinde ve 130°C sıcaklıkta vakum pişiricide muamele edilmiştir. Arzu edilen son SÇKM içeriğine geldikten sonra işleme son verilmiş ve örneklerin SÇKM, HMF, diastaz sayısı, renk ve duyuşal özellikleri ile ilgili işlem sonrası meydana gelen değişimler hesaplanmış ve verilerin ortalamaları $p<0,01$ seviyesinde Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ile karşılaştırılmıştır. Önemli bulunan interaksiyonlar ise şekil üzerinde tartışılmıştır.

Bal içerisindeki su miktarını azaltmak için vakum pişirici yardımıyla vakum altında temel amaç olarak balın kalitatif potansiyeli önemli düzeyde göz önünde bulundurularak işlem maliyeti ve zaman açısından tasarruf edilmeye çalışılmıştır. Süzme çiçek balının nem içeriğini olabildiğince azaltmak ve tablet haline getirebilmek için Çizelge 4.1'de belirtilen aynı sıcaklıkta fakat farklı vakum basıncı ve işlem sürelerinde çalışılmıştır.

Çizelge 4.1. Tablet bal üretimi işlem şartları

Başlangıç SÇKM (%)	Sıcaklık (°C)	Basınc (Bar)	Zaman (s)	Son SÇKM (%)
81,25	130	-0,6	08:00	92,75
81,25	130	-0,7	05:30	92,95
81,25	130	-0,8	04:30	93,39

Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre tablet bal örneklerinin SÇKM, HMF ve diastaz sayısı üzerinde vakum basıncı $p<0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Farklılığın hangi işlemde kaynaklandığı belirlemek amacıyla yapılan Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçlarına göre ise uygulamalar ($p<0,05$) düzeyinde istatistiksel olarak farklı bulunmuştur (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2. SÇKM, HMF ve diastaz sayısı değerlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları*

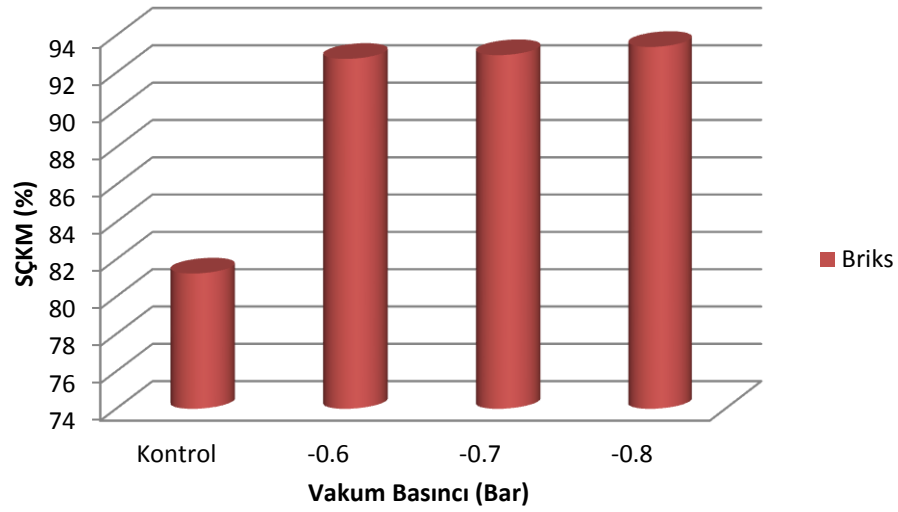
Gruplar	N	SÇKM	HMF	Diastaz
Kontrol	2	81,25a	13,850a	13,450a
-0,6 Bar	2	92,75b	35,1500b	11,850b
-0,7 Bar	2	92,95bd	34,0500c	10,350c
-0,8 Bar	2	93,39d	33,0500d	10,350c

* Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($p < 0,05$).

4.1. SÇKM

Briks derecesi veya SÇKM ağırlıkça suda çözünen maddelerin yüzdesidir ve balın briksi daha çok içerdiği şekerlerden kaynaklanmaktadır (Cavia *et al.* 2002). Hileli balın briks değeri ve şeker içeriği doğal balınkinden farklı olabilmektedir. Balın doğal briks derecesinin %78,8- 84,0 arasında ve ortalama 81,9 dolayında olduğu belirtilmektedir (Bilgen Çınar 2010).

Elde edilen sonuçlara bakıldığında uygulanan vakum basınç seviyesi arttıkça doğal olarak tablet bal örneklerinin SÇKM değerinde artış olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 4.1).



Şekil 4.1. SÇKM ve vakum basıncı arasındaki ilişki

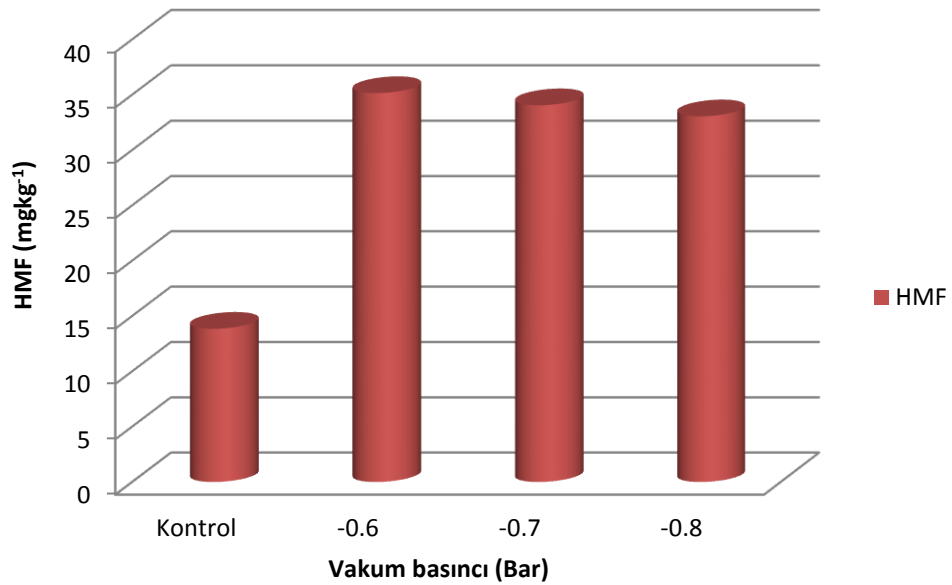
Kontrol grubuna nazaran en yüksek SÇKM değeri -0,8 barvakum basıncında işlem gören tablet bal örneklerinde elde edilirken en düşük SÇKM değeri -0,6 barvakum basıncında elde edilmiştir. Sabit sıcaklıkta vakum basıncı arttıkça suyun buharlaşma noktası düşeceğinden doğal olarak ürün içerisindeki su daha kolay ve daha fazla miktarda buharlaşacaktır. Bundan dolayı uygulanan vakum basınçları arasında en yüksek vakum basınç değeri olan -0,8 barvakum basıncında SÇKM değeri en yüksek çıkmıştır. Tablet bal örneklerinin SÇKM değerinin artması başka bir ifadeyle su içeriğinin azalması yapışkanlık özelliğini azaltmaktadır. Bu tablet bal için arzu edilen bir özelliktir. -0,8 bar vakum basıncında elde edilen tablet ballarda yapışkanlığın daha az olduğu yapılan duyusal analizlerde panelistler tarafından da duyusal olarak belirlenmiştir.

4.2. HMF

HMF ballarda aşırı ısıtma sonucu (Chmielewska 2004) ve indirgen şekerler ve aminoasitler arasındaki tepkime ile oluşan ve birçok üründe aşırı sıcaklık uygulamasını önlemek için miktarı sınırlanan bir bileşiktir. Bu sınır balda en çok 40mg kg⁻¹'dir (Türk Gıda Kodeksi). Bir başka tanıma göre pişirme yada sterilizasyon esnasında gıdalara

uygulanan ısıtma işlem sonucu indirgen şekerlerin aminoasitlerle oluşturduğu ve enzimatik olmayan “Maillard reaksiyonu” neticesinde oluşan en temel ana üründür (Tutkun 2000). Bu bileşik aynı zamanda depolama ve sıcaklık koşullarının da bir göstergesidir (Akçadağ 2004).

Yapılan istatistiksel sonuçlara göre HMF sayısında en yüksek değer -0,6 bar vakum basıncında elde edilirken en düşük değer normal olarak işlem görmemiş kontrol grubunda gözlemlenmiştir. Kontrol grubuna en yakın değer ise -0,8 bar vakum basıncında üretilen ballarda gerçekleşmiştir. -0,6 Bar vakum basıncına ait işlem süresi daha uzun olduğu için sıcaklığa daha uzun süre maruz kaldığı için doğal olarak ürünlerdeki HMF değeri yükselmiştir. İşlem zamanının artmasıyla HMF içeriğinin de arttığı yapılan diğer çalışmalarda da belirlenmiştir (Tosiet *al.* 2002). Bununla birlikte aynı sıcaklıkta farklı vakum basınçlarında uygulanan işlemler ile HMF arasındaki ilişkiye bakıldığında vakum basıncı arttıkça HMF miktarında azalma görülmektedir. Bu temayülün vakum basıncından ziyade işlem süresi ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. Yapılan diğer çalışmalarda da ballardaki HMF miktarının esas olarak uygulanan ısıtma işlem şartlarındaki sıcaklık ve işlem süresine göre değiştiği belirlenmiştir (Fallico *et al.* 2004, 2008; Tosiet *al.* 2004). Çünkü yüksek vakum basınçlarında bal içerisindeki su daha hızlı buharlaştığı için işlem süresi kısalmış, başka bir ifadeyle istenilen SÇKM değerine daha kısa sürede ulaşılmış ve dolayısıyla işleme tabi tutulan bal daha kısa süre sıcaklığa maruz kalmıştır. Sonuç olarak 130°C ve -0,8 Bar’da HMF sayısı en düşük olarak belirlenmiştir (Şekil 4.2).



Şekil 4.2.HMF ve vakum basıncı arasındaki ilişki

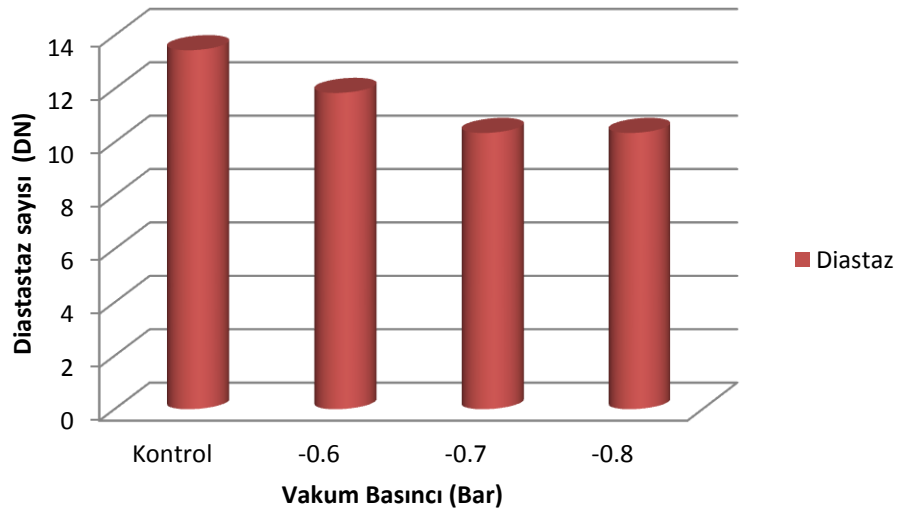
(Tosi *et al.* 2002) tarafından yapılan bir çalışmada, ballarda ısı işlemin etkileri incelenmiş ve zaman ve sıcaklığın değişiminden dolayı balın HMF oluşumu ve yoğunluğundaki değişimler belirlenmiştir. Çalışma sonuçlarına göre, kristalleşmenin engellenmesi veya pastörizasyon amacıyla uygulanan ısı işlemin ballarda HMF içeriğini artırdığı belirlenmiştir. HMF değeri yüksek sıcaklıklar ve uzun uygulama sürelerinde çok yüksek bir seviyeye ulaşmıştır.

Balların mikrodalga ile ısıtıldığı diğer çalışmalarda da uygulanan mikrodalga gücü ve işlem sürelerinin artmasıyla birlikte HMF değerlerinin de arttığı belirlenmiştir (Bath and Singh 2001; Hebbaret *al.* 2003).

4.3. Diastaz

Balda mevcut olan en önemli enzimler diastaz (amilaz), invertaz (alfa glikozidaz) ve glikoz oksidazdır. Katalaz ve asit fosfataz ise az miktarlarda bulunmaktadır (National Honey Board 2005). En önemli bal enzimlerinden biri olan diastaz enzimi oligo ve polisakkaritlerdeki glikozidik bağların parçalanma birliğinin bir göstergesi olup

(Kowalski *et al.* 2012) bu enzimin aktivitesi diastaz sayısı olarak ifade edilmektedir (Hooper 1983). Ballarda diastaz sayısının düşük olması istenmez. Bununla birlikte ballarda bu sayı en az 8 olarak ifade edilmektedir (Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği). Diastaz sayısı sıcaklıktan olumsuz olarak etkilenmektedir. Başka bir ifadeyle sıcaklık arttıkça diastaz sayısı azalmaktadır. Diastaz sayısı ve HMF balın tazeliği veya aşırı sıcaklığa maruz kalıp kalmadığı konusunda güvenilir bir gösterge olarak yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Rotarescu 2010). Şekil 4,3'den de görüldüğü gibi örnekler arasında en düşük değer -0,8 ve -0,7 bar işlem görmüş örneklerde (10,35) elde edilirken en yüksek diastaz sayısı doğal olarak işlem görmemiş kontrol grubunda (13,45) belirlenmiştir.



Şekil 4.3. Diastaz ve vakum basıncı arasındaki ilişki

-0,6 Bar işlem şartlarında elde edilen tablet ballarda ise diğer iki gruba göre biraz yüksek çıkmıştır (11,85). İşlem görmemiş bal örneklerinin diastaz sayısı değerleri ile karşılaştırıldığında vakum pişirme işleminin tablet bal örneklerinin diastaz sayısında düşmeye neden olduğu anlaşılmaktadır. Her ne kadar diastaz sayısında azalma meydana gelmişse de Türk Gıda Kodeksi'nde belirtilen sınırlara bakıldığında elde edilen değerlerin bu limitlerin çok üzerinde olduğu anlaşılmaktadır. Isıl işlemle diastaz sayısında azalma olduğu yapılan diğer çalışmalarda da belirlenmiştir (Bogdanov 1993; Ramirez Cervantez *et al.* 2000; Tosiet *et al.* 2008). Diastaz aktivitesinin uygulanan

sıcaklıktan çok işlem süresinden daha çok etkilendiği ifade edilmektedir (Mihaly Cozmuta *et al.* 2011). Yapılan bir çalışmada ise ballara mikrodalga ve konvansiyonel ısıtma işlemleri uygulanmış ve mikrodalga uygulamasının konvansiyonel ısıtmaya nazaran diastaz sayısında daha çok azalmaya yol açtığı belirlenmiştir (Kowalski *et al.* 2012).

4.4. Renk

Ballarda en önemli kalite özelliklerinden biri de renktir. Ayrıca renk, ürün kalitesini ürüne dokunmadan ve muhtemel tadını değerlendirmek için en önemli özellik olarak da kullanılmaktadır.

CIE (L, a, b) renk ölçüm sisteminde L ifade ettiği renk parlaklık (beyazlık-siyahlık) olup ve bu gösterge 0 (siyah) ile 100 (beyaz) değerleri arasında, a değeri (yeşillik-kırmızılık) olup ve bu değere -60 (yeşil) ile $+60$ (kırmızı) arasında ve b değeri (mavilik-sarılık) olup -60 (mavi) ile $+60$ (sarı) değerleri arasındadır (Özdemir 2001). Kroma (C) değeri ise a ve b değerlerine bağlı olarak ifade edilmektedir ve renklerin doygunluk derecesini göstermektedir. Toplam renk farkı da (ΔE) uygulanan işlem sonrası ürün renginde meydana gelen toplam değişikliği ifade etmektedir (Romney and Fulton 2006).

Balın pişirme işlemleri sonrası elde edilen bazı renk parametrelerine ($L, a, b, C, \Delta E$) çoklu varyans analizi uygulanmış ve verilerin ortalamaları $p < 0,01$ önem seviyesinde Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ile karşılaştırılmıştır.

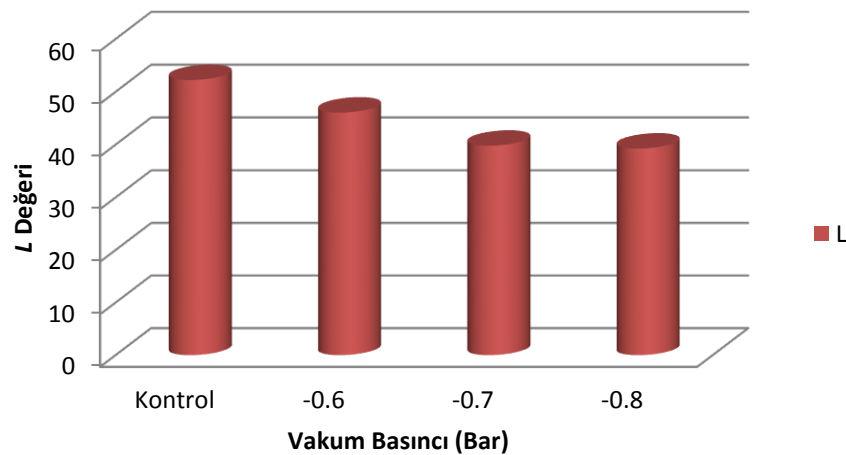
Çizelge 4.3. L , a , b , C ve ΔE değerlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları*

Gruplar	N	L	a	b	C	ΔE
Kontrol	2	52,2400a	3,2950a	37,225a	37,3700a	-----
-0.6 Bar	2	46,0800b	4,9900b	8,8500b	10,1650b	29,0650a
- 0.7 Bar	2	39,8150c	5,0800c	9,2300c	10,5350c	30,6600b
-0.8 Bar	2	39,2700d	9,2150d	11,0450d	14,6950d	29,4450c

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($p < 0,05$)

4.4.1. L değeri

Elde edilen sonuçlara göre en yüksek L değerine kontrol grubunun sahip olduğu görülmektedir ($p < 0,05$) (Çizelge 4.3). L değerinin yüksek olması rengin daha açık olduğu ifade etmektedir. İşlem gören tablet bal örnekleri arasında ise en düşük L değeri -0,8 bar vakum basıncında elde edilirken en yüksek L değeri ise -0,6 vakum basıncında elde edilmiştir. Bir diğer ifadeyle vakum basıncı yükseldikçe örneklerin L değerinde azalma meydana gelmiştir. Bu azalmanın uygulanan vakum basıncından değil de balın nem değerindeki azalmadan kaynaklandığı düşünülmektedir (Şekil 4.4).



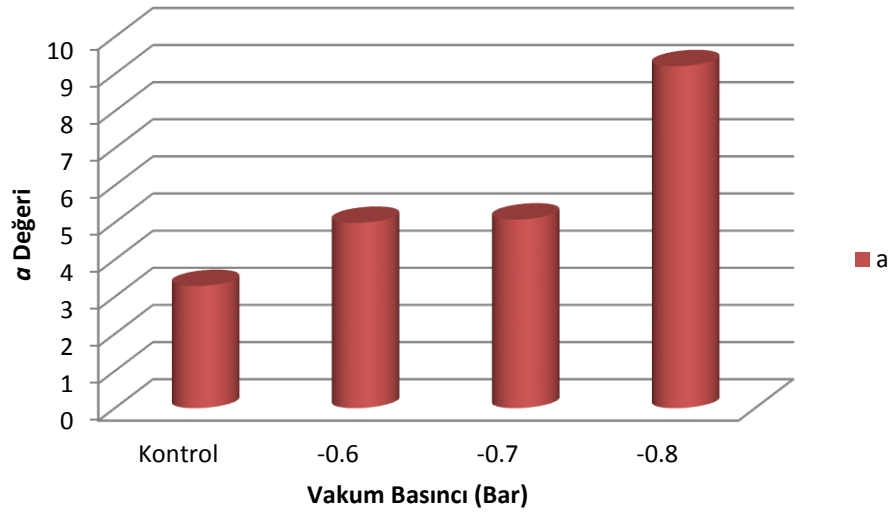
Şekil 4.4. L değeri ile vakum basıncı arasındaki ilişki

Balın püskürtülerek kurutulduğu bir çalışmada da kurutulmuş balların nem içerikleri azaldıkça L değerlerinde azalma olduğu tespit edilmiştir (Ram 2011). Bir diğer çalışmada da vakum altında mikrodalga uygulanarak kurutulan balların L değerinin (33,03) işlem görmemiş bala (37,1) göre azalma gösterdiği belirlenmiştir (Cuiet *al.* 2008). Vakum pişiricide işlem görmüş balların L değerlerinin azalması daha çok ısı işleme tabi tutulan ve depolanan ürünlerde gözlenen enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonu olan Maillard reaksiyonundan da (Stamp and Labuza 1983) kaynaklanmaktadır.

4.4.2. a değeri

Yapılan analiz sonuçlarına göre a değeri işlem sonrası gruplar arasında ($p < 0.01$) düzeyinde önemli bulunmuş ve yapılan Duncan Çoklu Karılaştırma Testi sonuçlarına göre tüm uygulamalar istatistiksel olarak $p < 0.05$ düzeyinde farklı bulunmuştur (Çizelge 4.3).

Elde edilen sonuçlara göre, en yüksek a değeri 130°C -0,8 bar grubu örneklerde elde edilirken en düşük a değeri ise kontrol grubu örneklerde elde edilmiştir. Vakum pişirme sırasında vakum basıncı yükseldikçe örneklerin kırmızılık oranlarında artış olduğu gözlemlenmektedir. Burada da söz konusu durumun baldaki nem değerinin azalması ile ilişkili olduğu düşünülmektedir (Şekil 4.5).

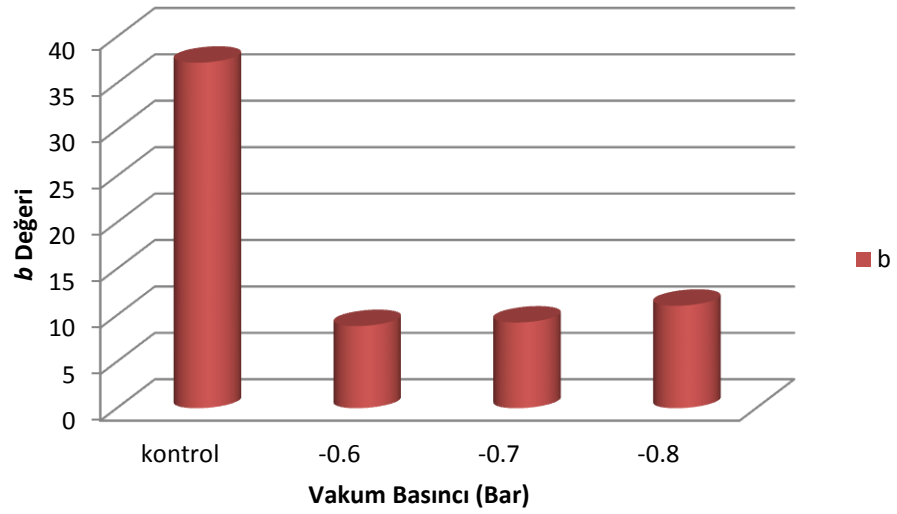


Şekil 4.5. *a* değeri ile vakum basıncı ilişkisi

Balların antioksidan aktivitesi ve rengi üzerine ısıl işlemin etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada kahve rengi renk maddelerinin oluşumunun sıcaklık ve işlem süresi ile birlikte arttığı belirlenmiştir (Turkmen *et al.* 2006). Ancak bizim çalışmamızda kırmızılığı ifade eden *a* değeri işlem süresi arttıkça azalmıştır. Bu azalma üründeki nem miktarının azalması ile açıklanabilir. Çünkü nem miktarının azalması ile de ürün rengi koyulaşmış ve dolayısıyla *a* değeri artmıştır. Yalnız artış oranına bakıldığında istatistiki olarak anlamlı olsa da rakamsal olarak önemli bir farkın olmadığı anlaşılmaktadır.

4.4.3. *b* değeri

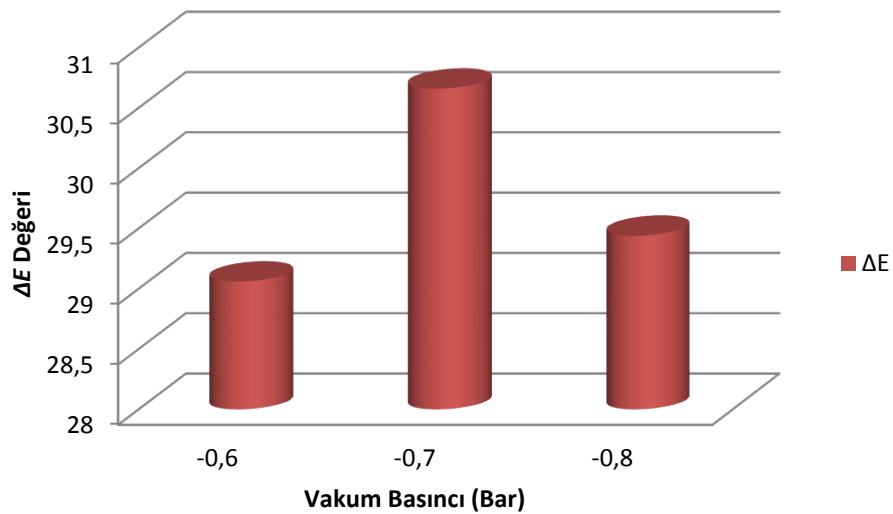
Yapılan analiz sonuçlarına göre *b* değeri işlem sonrası gruplar arasında ($p < 0.01$) düzeyinde önemli bulunmuş ve yapılan Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçlarına göre tüm uygulamalar istatistiksel olarak $p < 0.05$ düzeyinde farklı bulunmuştur (Çizelge 4.3). Yine *b* değerine bakıldığında; en yüksek *b* değerinin kontrol grubu örneklerde elde edildiği görülürken en düşük *b* değeri ise -0,6 Bar grubu örneklerde elde edilmiştir (Şekil 4.6). Örneklerin *b* değerindeki değişimlerin de nem içeriğine bağlı olarak etkilendiği düşünülmektedir.



Şekil 4.6. b değeri ile vakum basıncı arasındaki ilişki

4.4.4. C ve ΔE değerleri

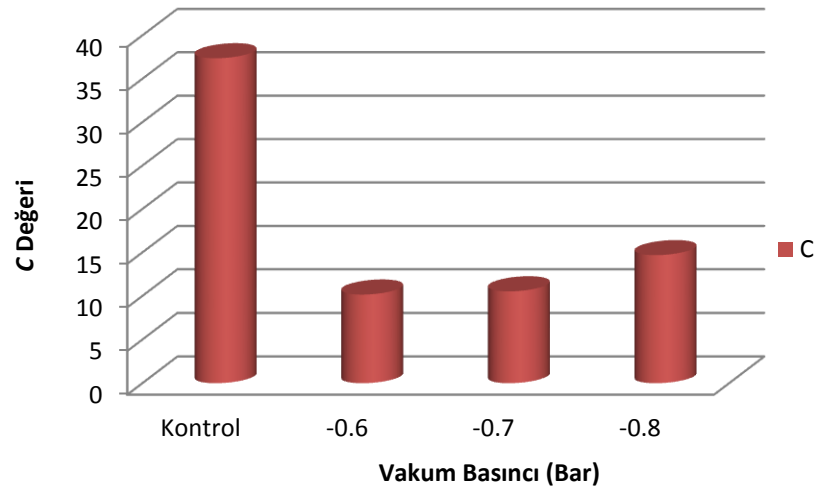
Yapılan Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçlarına göre tüm uygulamalar (C ve ΔE) istatistiksel olarak $p < 0.05$ düzeyinde farklı bulunmuştur (Çizelge 4.3). En yüksek renk farkı (ΔE) -0,7 Bar (Şekil 4.7) ve en büyük kroma (C) değeri ise (Şekil 4.8) -0,8 Bar vakum basıncında işlem görmüş örneklerde elde edilmiştir.



Şekil 4.7. ΔE değeri ile vakum basıncı arasındaki ilişki

Toplam renk farkı işlem görmüş örneklerde kontrole göre veya başka bir ifadeyle başlangıca göre meydana gelen renkteki toplam değişikliği vermektedir. Buna göre en fazla renk değişiminin -0,7 barvakum basıncında elde edilmesinin uygulanan vakum basıncından çok balın nem değerinde meydana gelen azalmadan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Ayrıca gıdalarda cazibe veya rengin doygunluğunu gösteren kroma değerinin de vakum basıncının artmasıyla birlikte arttığı görülmektedir (Şekil 4.8). Söz konusu bu artışın da vakum basıncından değil de tablet bal örneklerinin nem içerikleri ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. Yapılan bir çalışmada, püskürtülerek kurutulmuş bal örneklerinin nem içeriklerinin artmasıyla birlikte kroma (C) değerlerinin de arttığı tespit edilmiştir (Ram 2011).



Şekil 4.8. Kroma (C) değeri ile vakum basıncı arasındaki ilişki

4.5. Duyusal Analiz

Yapılan analiz sonuçlarına göre, incelenen duyusal özelliklerden görünüş, sertlik, yapışkanlık, kendine özgü tat ve ağızda bıraktığı his istatistiksel olarak çok önemli, ($p < 0,01$) renk, karamel tat ve koku önemli ($p < 0,05$), parlaklık ve genel kabul edilebilirlik ise istatistiksel olarak önemsiz ($p < 0,01$) bulunmuştur.

Çizelge 4.4. Duyusal analizlere ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları*

Gruplar	N	Görünüş	Renk	Parlaklık	Sertlik	Yapışkanlık	Karamel tat	Kendine özgü tat	Koku	Ağızda bıraktığı his	Genel kabul edilebilirlik
-0,6 Bar	2	6,3150a	7,3800a	6,8650a	5,6300a	6,1800a	6,9550a	7,2250a	7,4500a	6,3150a	6,34750a
-0,7 Bar	2	6,9500b	7,3050ab	6,9150a	6,6150b	6,4500b	6,6500b	7,9500b	7,3150ad	6,8400b	7,02550a
-0,8 Bar	2	7,3550c	7,0800b	7,0500a	6,5800b	7,0500c	6,6050b	7,7100c	7,1000d	6,7650b	7,00600a

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistikiler olarak birbirinden farklıdır ($p < 0,05$).

4.5.1. Görünüş

Bal örneklerine uygulanan işlemler sonucu panelistler tarafından verilen görünüş puanları Çizelge 4.4'de verilmiştir. Çizelgeden de anlaşılacağı gibi farklı vakum basınçlarında uygulanan işlem sonucunda görünüş bakımından en düşük puanı (6,31)130°C-0,6 bar grubu, en yüksek puanı ise (7,35) 130°C-0,8 bar işlem uygulamış örnekler almıştır. Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre işlem değişkenlerinin görünüş üzerine etkisi ($p<0,01$) düzeyinde çok önemli bulunmuştur.

4.5.2. Renk

Tablet bal örneklerine uygulanan işlemler sonucu panelistler tarafından verilen renk puanları7,08-7,38 arasında değişmektedir. En düşük puanı130°C -0,8bar ve en yüksek puanı 130°C-0,6 barvakum basıncında işlem görmüş örnekler almıştır. Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre tablet bal örneklerin renk üzerinde işlem değişkeni ($p<0,01$) düzeyinde önemsiz bulunmuştur. Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçlarına göre 130°C -0,7Bar örnek tüm örneklere benzerlik göstermekte ama 130°C, -0,6 Barile 130°C -0,8 Bar arasında($p<0,05$) düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.4).

4.5.3. Parlaklık

Çizelge 4.4'de verilen parlaklık puanlarına göre en düşük parlaklık puanı (6,86)130°C -0,6 Barvakum basıncında ve en yüksek parlaklık puanını (7,05) ise 130°C -0,8 Barvakum basıncında elde edilen örnekler almış ve -0,8 bar vakum basıncında işlem görmüş örnekler parlaklık açısından beğenilmiştir. Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre tablet bal örneklerinin parlaklık üzerinde işlem değişkeni $p<0,01$ düzeyinde önemsiz bulunmuştur. Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçlarına göre de tüm örnekler benzerlik göstermektedir(Çizelge 4.4).

4.5.4. Sertlik

Duyusal değerlendirmede panelistler tarafından sertlik ile ilgili en yüksek puanı (6,58)130°C -0,8 barvakum basıncında işlem görmüş örnekler almış ve beğenilmiştir. En düşük puanı ise (5,63)130°C -0,6 Barvakum basıncında işlem görmüş örnekler almıştır(Çizelge 4.4).Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre tablet bal örneklerinin sertlik özelliği üzerinde işlem değişkeni önemsiz bulunmuştur ($p<0,01$). Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ($p<0,05$) sonuçlarına göre uygulamalar arasında istatistiksel olarak130°C -0,6bar örnek grubu diğer gruplara göre farklı bulunmuştur.

4.5.5. Yapışkanlık

Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre tablet bal örneklerinin parlaklık üzerinde işlem değişkeni ($p<0,01$) düzeyinde önemli bulunmuştur. Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ($p<0,05$) sonuçlarına göre istatistiksel olarak tüm gruplar farklı bulunmuştur(Çizelge 4.4).

Tablet bal örneklerine ait en düşük yapışkanlık değeri (6,18) 130°C -0,6 barvakum basıncında işlem görmüş örnekler alırken en yüksek puanı (7,05) 130°C -0,8barbasıncıta işlem görmüş örnekler almıştır. Yapışkanlık özelliği bakımından en fazla beğenilen tablet bal örnekleri -0,8 bar vakum basıncında işlem gören örnekler olmuştur. Bu örneklerin nem değerlerine bakıldığında da diğer işlem görmüş örneklere göre nem değerlerinin daha düşük olduğu görülmektedir. Tablet ballarda nem içeriği azaldıkça doğal olarak yapışkanlık özelliği de azalmaktadır.

4.5.6. Karamel tat

Duyusal değerlendirmede panelistler tarafından karamel tat ile ilgili en yüksek puanı (6,95)130°C -0,6bar vakum basıncında işlem gören örnekler alırken ve en düşük puanı (6,60)130°C -0,8 bar grubu örnekler almıştır (Çizelge 4.4). Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre tablet bal örneklerinin karamel tat değeri üzerinde işlem değişkeni

düzeyinde önemsiz bulunmuştur ($p<0,01$). Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ($p<0,05$) sonuçlarına göre uygulamalar istatistiksel olarak farklı bulunmuştur (Çizelge 4.4).

4.5.7. Kendine özgü tat

Tablet bal örneklerine ait kendine özgü tat puanlarına göre en düşük puanı (7,22) 130°C -0,6bar ve en yüksek puanı (7,95) ise 130°C -0,7bar grubu örnekler almıştır. Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre kendine özgü tat puanları ($p<0,01$) düzeyinde önemli bulunmuştur. Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ($p<0,05$) sonuçlarına göre uygulamalar istatistiksel olarak farklı bulunmuştur (Çizelge 4.4).

4.5.8. Koku

Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre tablet bal örneklerinin koku üzerinde işlem değişkeni önemsiz bulunmuştur.

4.5.9. Ağızda bıraktığı his

Bal örneklerine uygulanan işlemler sonucu panelistler tarafından verilen ağızda bıraktığı his puanları Çizelge 4.4'de verilmiştir. En düşük puanı 130°C -0,6bar ve en yüksek puanı 130°C -0,7bar örnek grubu almıştır. Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre tablet bal örneklerin ağızda bıraktığı his üzerinde işlem değişkeni ($p<0,01$) düzeyinde önemli bulunmuştur. Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçlarına göre 130°C -0,6bar örnek grubu diğer gruplara göre ($p<0,05$) düzeyinde istatistiksel olarak farklı bulunmuştur (Çizelge 4.4).

4.5.10. Genel kabul edilebilirlik

Duyusal değerlendirmede panelistler tarafından genel kabul edilebilirlik ile ilgili en çok puanı 130°C -0,7Bargrubu örnekler almış ve beğenilmiştir. En düşük puan ise 130°C-

0,6 bar grubu örnekler almıştır (Çizelge 4.4). Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre tablet bal örneklerin genel kabul edilebilirliği üzerinde işlem değişkeni önemli bulunmamıştır.

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Bu çalışmada aynı firmadan temin edilen süzme bal örnekleri -0,8, -0,7 ve -0,6 bar olmak üzere 3 farklı vakum basıncı altında, sırasıyla 4:30, 5:30 ve 8:00 dakikalık işlem sürelerinde ve 130°C sıcaklıkta vakum pişiricide muamele edilmiştir. Bal örnekleri arzu edilen son SÇKM içeriğine geldikten sonra işleme son verilmiş ve işlem sonucu viskozitesi oldukça yükselen bal örnekleri derhal kalıplara dökülerek şekil almaları sağlanmıştır ve sonra kalıplardan çıkarılıp ambalajlama işlemi yapılmıştır. Örneklerde SÇKM, HMF, diastaz sayısı, renk değişimleri ve duyu analizler yapılarak uygulanan işlemlerin tablet bal örnekleri üzerine etkileri araştırılmıştır.

Elde edilen çalışma sonuçlarına göre; uygulanan ısı işlem şartlarında, tablet bal örnekleri arasında en yüksek SÇKM (%93,39) ve en düşük HMF değeri (33,01 mgkg⁻¹)-0,8 bar vakum basıncında elde edilmiştir. Türk Gıda Kodeksi tebliğinde HMF için belirtilen minimum değer olan 40 mgkg⁻¹ ile karşılaştırıldığında elde edilen tablet balların HMF miktarı bakımından kabul edilebilir sınırlar içerisinde olduğu anlaşılmaktadır. Tablet bal örneklerinin diastaz sayılarına bakıldığında ise uygulanan ısı işlemin kontrole göre diastaz sayısında önemli oranda bir düşüşe yol açmadığı görülmektedir. Türk Gıda Kodeksi tebliğinde diastaz sayısı için belirtilen minimum değer olan 8 ile karşılaştırıldığında elde edilen tablet balların diastaz sayısı bakımından da standartların belirttiği limitler kapsamında olduğu görülmektedir. Tablet bal örneklerinin renk parametreleri incelendiğinde, rengin doygunluğunu veya başka bir ifadeyle safsızlığını gösteren kroma değeri -0,8 bar vakum basıncında daha yüksek çıkmıştır.

Genel olarak incelenen özellikler dikkate alındığında 0,8 bar vakum basıncında elde edilen tablet bal örnekleri beğenilmiş ve olumlu sonuçlar elde edilmiştir.

Yapılan bu çalışma ülkemizde balın tablet haline getirilmesi veya başka bir ifadeyle kullanıma hazır ve kolay taşınabilir olması ile ilgili olarak yapılan ilk ve tek çalışmadır.

Balın kalitatif potansiyelinin değerlendirilmesinde esas olan ve bu çalışmada incelenen parametreler dışında diğer fiziksel ve kimyasal kalite parametrelerinin de bir sonraki çalışmalarda incelenmesinin daha faydalı olacağı dışunılmaktadır. Aynı zamanda görünüm itibariyle sert şekere çok benzer bir yapıda, yapışkan olmayan, içeriğinde baldan başka bir komponent bulunmayan, kolay taşınabilir ve günümüzdeki katkılı şekerlemelere alternatif olarak elde edilen tablet balın bundan sonraki yapılacak çalışmalar için veri tabanı oluşturacağı da dışunılmaktadır.

KAYNAKLAR

- Abu-Jdayil, B., Ghzawi, A. A. M., Al-Malah, K. I. M. & Zaitoun, S. 2002. Heat Effect On Rheology Of Light- And Dark-Colored Honey. *Journal Of Food Engineering*, 51, 33-38.
- Ahmed, Jasim, S.T. Prabhu, G.S.V. Raghavan, M. Ngadi, (2007), " Physico-chemical, rheological, calorimetric and dielectric behavior of selected Indian honey" *Journal of Food Engineering*, vol. 79, 1207–1213.
- Akçadağ, F. 2014. Balda HMF (hidroksimetilfurfural), glikoz, fruktoz ve Sakkaroz tayini yeterlilik testi raporu. TÜBİTAK Ulusal Metroloji Enstitüsü Referans Malzemeler Laboratuvarı. Rapor No: KAR-G3RM-160.2013.02 Gebze /KOCAELİ
- Anlı, R.E., Denli, Y., Fidan, I. ve Bayram, G. 1997. Bal şarabı üretimi üzerine bir araştırma. *Gıda*, 22(4), 257-261.
- Anonim 1999. Web sitesi. <http://www.balparmak.com.tr> Erişim Tarihi: 05.07.2007
- Anonim 2002a. TS 3036, Bal. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Anonim 2002b. TSE 3036. Bal Standardı Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Anonymous, 2014a. <http://www.chocotech.de/en/machines/articles/princess-80.html>.
- Anonymous, 2014b. <http://www.apider.org/bal.htm>.
- Bath P.K., Singh N. (2001): Effect of microwave heating on hydroxymethylfurfural formation and browning in *Helianthus annuus* and *Eucalyptus lanceolatus* honey. *Journal of Food Science and Technology-Mysore*, 38: 366–368.
- Bath PK, Singh N. 1999. A comparison between *helianthus annuus* and *eucalyptus lanceolatus* honey. *Food Chemistry*, 67:389–7.
- Belitz, H.-D., Grosch, W., & Schieberle, P. (2009). Coffee, tea, cocoa. In H.-D. Belitz, Bhandari, A., and I. Cho, 1999. Peroxidase Mediated Binding of Phenols to Soils,
- Bilgen Çınar, S. 2010. Türk Çam Balının Analitik Özellikleri. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, ANKARA.
- Billmeyer, F. W., Jr., and M. Saltzman 1981 *Principles of Color Technology*, 2d ed. (1st ed., 1966). New York: John Wiley and Sons.
- Bogdanov, S. 1993. Liquefaction of honey. *Apiacta*, XXVIII, 4–10.
- Bogdanov, S., 2002. Harmonised Methods of the International Honey Commission (Introduction and General Comments on the Methods) Swiss Bee Research Centre. FAM, Liebefeld, CH-3003Bern, Switzerland.
- Bursal, E., 2009. Kivi meyvesinin (*Actinidiadeliciosa*) antioksidan ve antiradikal aktivitelerinin belirlenmesi, karbonik anhidraz enziminin saflaştırılması ve karakterizasyonu. Doktora tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Castro, R.M., Escamilla, M.J. and Reig, R.B. 1992. Evaluation of color of some Spanish unifloral honey types as a characterization parameter. *Journal of the AOAC International*, 75(3),537-542.
- Cavia, M.M., Fernandez-Muino, M.A., Gómez-Alonso, E., Montes-Perez, M.J., Huidobro, J.F. and Sancho, M.T. 2002. Evolution of fructose and glucose 74

- in honey overoneyear: influence of induced granulation. *Food Chemistry*, 78,157–161.
- Chemistry*, 58:129–33.
- Chmielewska, H.R. 2004. Honey. in Tomasik, P. (ed.). *Chemical and Fuctional Properties of Food Saccharides*. Boca Raton : CRC Press.
- Conti, M.E. 2000. Lazioregionhoneys: a survey of mineral content and typical parameters. *Food Control*, 459-463
- Cozmuta, A. M., Cozmuta, L. M., Camelia Varga, Marian, M. & Peter, A. 2011. Effect Of Thermal Processing Onquality Of Polyfloral Honey *Romanian Journal Of Food Science*, 1(1), 45–52.
- Cui, Z.-W., Sun, L.-J., Chen, W. & Sun, D.-W. 2008. Preparation Of Dry Honey By Microwave–Vacuum Drying. *Elsevier, Journal Of Food Engineering*, 84, 582–590.
- Doğaroğlu, M. 2004. Modern Arıcılık Teknikleri. Anadolu Matbaa ve Ambalaj San. Tic. Ltd. Şti. İstanbul 5, 63,95–105, 273-276s
- E. Tosi, R. Martinet, M. Ortega, H. Lucero, E. Re. 2008. Honey diastase activity modified by heating. *Food Chemistry*, 106: 883–887.
- Fallico, B., E.Arena & Zappala, A. 2008. Degradation Of 5-Hydroxymethylfurfural İn Honey. *Journal Of Food Science* 73.
- Fallico, B., Zappala, M., Arena, E. & Verzera, A. 2004. Effects Of Conditioning On Hmf Content İn Unifloral Honeys. *Food Chemistry*, 85, 305–313.
- Fratlı, Ç. ve Gençer, H.V., 1994. Dünya'da Arıcılık ve Türkiye'ninYeri . Türkiye 2. teknik Arıcılık kongeresi. 8,9 şubat ,1994, Ankara
- Hebbar H.U., Nandini K.E., Lakshmi M.Ch., Subramanian R. (2003): Microwave and infraredhe at processing of honey and its quality. *Food Science and Technology Research*, 9: 49–53.
- Hooper T. 1983. *Guide to Bees and Honey* 2nd Ed. A&CBlack Ltd.,London.
- Ková, K. B., Dračková, M., Borkovcová, I. & Vorlová, L. 2011. Impact Of Microwave Heating On Hydroxymethylfurfural Content İn Czech Honeys. *Czech J. Food Sci*, 4, 328–336.
- Kowalski, S. 2013. Changes Of Antioxidant Activity And Formation Of 5-Hydroxymethylfurfural İn Honey During Thermal And Microwave Processing. Elsevier, *Food Chemistry*, 141, 1378–1382.
- Kowalski, S., Lukaszewicz, M., Bednarz, S. and Panuś, M. 2012. Diastase Number Changes During Thermaland Microwave Processing of Honey. *Czech J. Food Sci*. Vol. 30 (1): 21–26.
- Kurt, A., Yaman karadeniz, R., 1982. Erzurum ili merkezinde tüketilen süzme ballar üzerinde bir araştırma. *Gıda*, 7 (3) 115-120.
- Luo, M.R., 2006. Applying Colour Science in Colour Design. *Optics & Laser Technology* (38), 392_398.
- Megep, Bal Analizleri-1 , Gıda Teknolojisi Kontrolü Modülü, Ankara, 2009
- Mihaly Cozmuta, A., Mihaly Cozmuta, L., Varga, C., Marian, M and Peter, A. 2011. Effect of thermal processing on quality of polyfloral honey. *Romanian Journal of Food Science*, 1(1): 45–52
- National Honey Board. 2005. *Honey A Reference Guide to Nature's Sweetener*.
- Ozdemir, M., 2001. Mathematical analysis of color changes and chemical parametre of roasted hazelnuts. ph. D . Thesis. Istanbul Techical University,161 pp.

pp.27-40.

- Proceedings of the 14th Annual Conference on Hazardous Waste Research,
- Ram, A. K. August, 2011. *Production Of Spray-Dried Honey Powder And Its Application In Bread*. Master of Science, Faculty of Louisiana State University.
- Ramírez Cervantes, M. A., González Novelo, S. A., & Sauri Duch, E. 2000. Effect of the temporary thermal treatment of honey on variation of the same during storage. *Apiacta*, 35(4), 162–170.
- Romney, A.K., Fulton, J., 2006. Transforming Reflectance Spectra into Munsell Color Space by Using Prime Colors. *Proceedings of the National Academy of Science of the United States of America*, (103) 42, 15698_15703.
- Rotarescu R. and Vidican C. 2010. Impact's assessment of thermal processing and storage conditions on enzymatic activity and HMF content in honey. *Carpathian Journal of Food Science and Technology*, 2(1): 1–13.
- Sancho MT, Muniategui S, Huidobro JF, Lozano JS. 1992. Aging of honey. *J Agric Food Chemistry*, 40:134–8.
- Singh N, Bath PK. 1997. Quality evaluation of different types of Indian honey. *Food*
- Singh, N. & Bath, P. K. 1998. Relationship Between Heating And Hydroxymethylfurfural Formation In Different Honey Types. *Journal Of Food Science And Technology-Mysore*, 35, 154-156.
- Singleton, V.L., Orthofer, R., Lamuela-Raventos, R.M., 1999. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Methods in Enzymology*, 299, 152-178.
- Stamp, J.A. and Labuza, T.P. 1983. Kinetics of the Maillard reaction between aspartam and glucose in solution at high temperatures. *J. Food Sci.* 48: 543-547.
- Terrab A, Díez MJ and Heredia FJ. 2002. Characterisation of Moroccan unifloral honeys by their physico-chemical characteristics. *Food Chemistry*, 79: 373–379.
- Tosi, E. A., E, E. R., Lucero, H. & Bulacio, L. 2004. Effect Of Honey High-Temperature Short-Time Heating On Parameters Related To Quality, Crystallisation Phenomena And Fungal Inhibition. *Elsevier, Lebensm.-Wiss. U.-Technol*, 37, 669–678.
- Tosi, E., Ciappini, M., Re, E. & Lucero, H. 2002. Honey Thermal Treatment Effects On Hydroxymethylfurfural Content. *Elsevier, Food Chemistry*, 77, 71–74.
- Turhan, I., Tetik, N., Karhan, M., Gurel, F. & Tavukcuoglu, H. R. 2008. Quality Of Honeys Influenced By Thermal Treatment. *Elsevier, Lwt* 41, 1396–1399.
- Turkmen N, Sari F, Velioglu YS (2006). Effect of extraction solvents on concentration and antioxidant activity of black and black mate polyphenols determined by ferrous tartrate and Folin-Ciocalteu methods. *Food Chem.*, 99: 838-841.
- Tutkun, E. 2000. *Teknik arıcılık el kitabı*. Türkiye Kalkınma Vakfı Yayın No:6, 1-3; 167-171, Ankara.
- W. Grosch, & P. Schieberle (Eds.), *Food Chemistry* (4th ed., pp. 938–951). Leipzig: Springer
- Wenchuan, G., YiLiu, Xinhua Z., Shaojin W., 2011. Temperature-dependent dielectric properties of honey associated with dielectric heating. *Journal of Food Engineering*, 102, 209–216.
- Yanniotis, S., Skaltsi, S. And Karaburnioti, S. 2006. Effect of moisture content on the viscosity of honey at different temperatures. *Journal of Food Engineering*, 72, 372-377.

- Zander, E. 1975. Der Honig. Herkunft, gewinnung, eigenshaften und untersuchung des Honigs. Verlag EugenU Imer Stuttgart.
- Zappala, A., Fallico, B., Arena, E. & Verzera, A. 2005. Methods For The Determination of Hmf In Honey: A Comparison. *Food Control*, 16, 273-277.

ÖZGEÇMİŞ

07 Aralık 1989 yılında İran'ın Urmiye şehrinde doğdu. İlköğrenimini, orta öğrenimini ve lise öğrenimi ile üniversite eğitimini Urmiya'da tamamladı. 28.08.2012 yılında Atatürk Üniversitesi Gıda Mühendisliği ana bilim dalında yüksek lisansı kazandı.