



T. C.

ORDU ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ORDU İLİNDE İŞLENEN BAL MUMLARININ KALİTE
KARAKTERİSTİK ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

MELİKE İNAL

YÜKSEK LİSANS TEZİ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ORDU 2021

TEZ BİLDİRİMİ

Tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan ve kullanılan intihal tespit programının sonuçlarına göre; bu tezin yazılmasında bilimsel ahlak kurallarına uyulduğunu, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezin içerdiği yenilik ve sonuçların başka bir yerden alınmadığını, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, tezin herhangi bir kısmının bu üniversite veya başka bir üniversitedeki başka bir tez çalışması olarak sunulmadığını beyan ederim.

MELİKE İNAL

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

ÖZET

ORDU İLİNDE İŞLENEN BAL MUMLARININ KALİTE KARAKTERİSTİK ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

MELİKE İNAL

ORDU ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ, 49 SAYFA

(DANIŞMAN: DR. ÖĞR. ÜYESİ SÜMEYYE ŞAHİN)

(İKİNCİ DANIŞMAN: PROF. DR. HASAN TEMİZ)

Çalışma 2019/21’de Ordu ilinde bulunan doğal bal mumu (karakovan), külçe bal mumu, temel petek ve balı boşaltılmış petek olmak üzere toplam dört çeşit bal mumunun fizikokimyasal özelliklerini değerlendirmek için yapılmıştır. Değerlendirilen fizikokimyasal parametreler; kuru madde miktarı, kül içeriği, yağ miktarı, sabunlaşma sayısı, peroksit değeri, iyot sayısı, asit sayısı ve yağ asiti kompozisyonudur. Veriler istatistiksel olarak değerlendirildiğinde; en yüksek kuru madde içeriğine temel petek (%99.52±0.09), en yüksek kül içeriği doğal bal mumu (%0.40±0.23), en yüksek asit sayısı balı boşaltılmış petek (21.35±1.00 mg KOH/g) ve doğal bal mumu (21.27±1.45 mg KOH/g), en yüksek sabunlaşma sayısı külçe bal mumu (99.63±2.52 mgKOH/g) ve balı boşaltılmış petek (99.94±2.14 mg KOH/g), en yüksek iyot sayısı temel petek (12.58±0.71 g I/100g), en yüksek peroksit sayısı balı boşaltılmış petek (1.99±0.30 meq O/kg), yağ asitleri kompozisyonunda miktarca fazla yağ asitleri sırasıyla palmitik asit, trans-elaidik asit, cis-oleik asit, 11-eikosenoik asit, erüsik asit olarak tespit edilmiştir. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar uluslararası standartlar ile karşılaştırıldığında, standartlara uygun değerler bulunmuştur. Arıcılık ürünleri içerisinde önemli yere sahip olan bal mumu için uygun standart oluşturulması taklit ve taşışten kaçınılmasını önleme açısından oldukça faydalı olacaktır.

Anahtar Kelimeler: Arıcılık Ürünleri, Bal mumu, Fizikokimyasal Özellikler, Karakova, Yağ Asiti Kompozisyonu,

ABSTRACT

DETERMINATION OF QUALITY CHARACTERISTICS OF BEESWAX PROCESSED IN ORDU

MELIKE INAL

ORDU UNIVERSITY INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED
SCIENCES

DEPARTMENT OF FOOD ENGINEERING

FOOD ENGINEERING

MASTER THESIS, 49 PAGES

SUPERVISOR: ASSİST. PROF. DR. SÜMEYYE ŞAHİN

CO-SUPERVISOR: PROF. DR. HASAN TEMİZ

The study was carried out in 2019/21 for the physicochemical structure of a total of four qualities, namely beeswax ingot, basic honeycomb and emptied honeycomb in Ordu province. Evaluated physicochemical; dry matter amount, value, amount, solidification number, iodine number, acid and fatty acid number. Evaluate the data statistically; the highest dry matter.ne high-based comb (99%), the highest ashy \pm 0.23), the highest number of evacuated honeycomb (21.35 \pm 1.00 mg KOH/g) and natural wax (21.27 \pm 1.45) mg KOH/g), highest saponification number of beeswax ingot (99.63 \pm 2.52 mgKOH/g) and honey evacuated comb (99.94 \pm 2.14 mg KOH/g), highest iodine basic comb (12.58 \pm 0.71 g I/100g), highest peroxide number honey discharged comb (1.990.30 meq/kg), fatty acids, fatty acids in excess of it, cis-oleic acid, acids determined as 11-eicoseno acid. The results obtained in this study will come with the standards to be tested and will be suitable for appropriate use. In order to have what is in beekeeping products, it would be beneficial to try it properly.

Keywords: Beekeeping Products, Beeswax, Fatty Acid Composition, Karakovan, Physicochemical Properties,

TEŞEKKÜR

Öncelikle tez konumun belirlenmesi, teze ilgili tüm çalışmaların yürütülmesi ve tezin yazımı esnasında bilgi ve deneyimleriyle yardımlarını esirgemeyen danışman hocam Sayın Dr. Öğr. Üyesi Sümeyye ŞAHİN'e teşekkürlerimi sunarım.

Lisans eğitimim boyunca bilgilerinden yararlandığımız değerli hocam Sayın Prof. Dr. Zekai TARAKÇI'ya, yine laboratuvar çalışmalarım sırasında bilgi ve tecrübelerini esirgemeyen Arş. Gör. Dr. Ömer Faruk ÇELİK, Arş. Gör. Dr. Yusuf DURMUŞ ile Arş. Gör. Emre TURAN'a teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmamın temelini oluşturan örneklerimin temininde yardımlarını esirgemeyen Ordu Arıcılık Araştırma Enstitüsü Müdürü Yüksek Mühendis Sayın Feyzullah KONAK beyefendiye teşekkürlerimi sunarım.

Tez aşaması süresince desteklerini esirgemeyen Büşra BİLİCİ ve yüreği güzel evlatlarına teşekkür ederim.

Son olarak, hayatım boyu her zaman yanımda olan ve beni her konuda destekleyen, maddi ve manevi desteklerini her an üzerimde hissettiğim aileme teşekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
TEZ BİLDİRİMİ	I
ÖZET	II
ABSTRACT	III
TEŞEKKÜR	IV
İÇİNDEKİLER	V
ŞEKİL LİSTESİ	VII
ÇİZELGE LİSTESİ	VIII
SİMGELER ve KISALTMALAR LİSTESİ	X
EKLER LİSTESİ	XI
1. GİRİŞ	1
1.1 Bal mumu Üretimi.....	4
1.2 Bal mumu Üretim Miktarları	5
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	7
3. MATERYAL ve YÖNTEM	13
3.1 Materyal	13
3.2 Yöntem	14
3.2.1 Kurumadde Miktarı Tayini	14
3.2.2 Toplam Kül Tayini	14
3.2.3 Yağ Miktarı Tayini.....	15
3.2.4 Asit Sayısı	15
3.2.5 Sabunlaşma Sayısı.....	16
3.2.6 İyot sayısı	16
3.2.7 Peroksit sayısı.....	17
3.2.8 Yağ Asidi Kompozisyonun Belirlenmesi.....	17
3.2.9 İstatistiksel Analiz	18
4. BULGULAR ve TARTIŞMA	19
4.1 Kurumadde Miktarı	19
4.2 Kül Miktarı.....	20
4.3 Yağ Miktarı	22
4.4 Asit Sayısı	24
4.5 Sabunlaşma Sayısı.....	25
4.6 İyot Sayısı.....	27
4.7 Peroksit Sayısı.....	29
4.8 Yağ Asitleri Kompozisyonu.....	31
4.8.1 Bal mumu Çeşitleri Yağ Asitleri Kompozisyonu	31
4.8.1.1 Külçe Bal mumu Yağ Asitleri Kompozisyonu	31
4.8.1.2 Temel Petek Örneklerinin Yağ Asitleri Kompozisyonu	32
4.8.1.3 Balı Boşaltılmış Petek Örneklerinin Yağ Asitleri Kompozisyonu	32
4.8.1.4 Doğal Bal mumu Örneklerinin Yağ Asitleri Kompozisyonu.....	33
4.8.2 Bal mumu Çeşitlerinin Yağ Asitlerinin Karşılaştırılması	34
4.8.2.1 Palmitik Asit.....	34
4.8.2.2 Elaidik Asit.....	35
4.8.2.3 Oleik Asit	36
4.8.2.4 11-Eikosenoik Asit.....	37
4.8.2.4 Erüsik Asit.....	38

5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	39
6. KAYNAKLAR.....	42
EKLER.....	47
ÖZGEÇMİŞ	49

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 3. 1 İşlem Görmemiş Ham Bal mumu (Külçe).....	13
Şekil 3. 2 Temel Petek Bal mumu (Çerçeve).....	13
Şekil 3. 3 Balı Boşaltılmış Petek Bal mumu.....	14
Şekil 3. 4 Doğal Bal mumu(Karakovan).....	14

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 1. 1 Bal mumunun Fiziksel Özellikleri (Genç,1993 Ve Kenya Standart,2013)	1
Çizelge 1. 2 Bal mumunun Kimyasal Kompozisyonu (Tulloch,1971)	2
Çizelge 1. 3 Dünya Bal mumu Üretimi (Ton) (Fao,2020, *Tuik,2020)	5
Çizelge 1. 4 Türkiye’de Yıllara Göre Bal mumu Üretimi (Ton)	6
Çizelge 3. 1 Bal mumu Numunelerinin Kısaltmaları	13
Çizelge 4. 1 Bal mumu Örneklerine Ait Kurumadde Miktarları (%)	19
Çizelge 4. 2 Bal mumu Örneklerinin Kurumadde Miktarına Ait Varyans Analiz Sonuçları	19
Çizelge 4. 3 Farklı Çeşitteki Bal mumu Örneklerinin Kuru Madde Miktarlarına Ait Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi Sonuçları	20
Çizelge 4. 4 Bal mumu Örneklerine Ait Kül Miktarı (%)	20
Çizelge 4. 5 Farklı Çeşitteki Bal mumu Örneklerinin Kül Miktarlarına Ait Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi Sonuçları	21
Çizelge 4. 6 Bal mumu Örneklerinin Kül Miktarına Ait Varyans Analiz Sonuçları	21
Çizelge 4. 7 Bal mumu Örneklerine Ait Yağ Miktarı (%)	22
Çizelge 4. 8 Bal mumu Örneklerinin Yağ Miktarına Ait Varyans Analiz Sonuçları	23
Çizelge 4. 9 Farklı Çeşitteki Bal mumu Örneklerinin % Yağ Miktarlarına Ait Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi Sonuçları	23
Çizelge 4. 10 Bal mumu Örneklerine Ait Asit Sayısı Miktarı	24
Çizelge 4. 11 Bal mumu Örneklerinin Asit Sayısına Ait Varyans Analiz Sonuçları	25
Çizelge 4. 12 Farklı Çeşitteki Bal mumu Örneklerinin Asit Sayısına Ait Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi Sonuçları	25
Çizelge 4. 13 Bal mumu Örneklerine Ait Sabunlaşma Sayısı	26
Çizelge 4. 14 Bal mumu Örneklerinin Sabunlaşma Sayısına Ait Varyans Analiz Sonuçları	27
Çizelge 4. 15 Farklı Çeşitteki Bal mumu Örneklerinin Asit Sayısına Ait Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi Sonuçları	27
Çizelge 4. 16 Bal mumu Örneklerine Ait İyot Sayısı	28
Çizelge 4. 17 Bal mumu Örneklerinin İyot Sayısına Ait Varyans Analiz Sonuçları	28
Çizelge 4. 18 Farklı Çeşitteki Bal mumu Örneklerinin Asit Sayısına Ait Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi Sonuçları	29
Çizelge 4. 19 Bal mumu Örneklerine Ait Peroksit Değerleri	30
Çizelge 4. 20 Bal mumu Örneklerinin Peroksit Değerine Ait Varyans Analiz Sonuçları	30
Çizelge 4. 21 Farklı Çeşitteki Bal mumu Örneklerinin Asit Sayısına Ait Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi Sonuçları	30
Çizelge 4. 22 Külçe Bal mumu Örneklerinin Yağ Asit Kompozisyonu	32
Çizelge 4. 23 Temel Petek Örneklerinin Yağ Asit Kompozisyonu	32
Çizelge 4. 24 Balı Boşaltılmış Petek Örneklerinin Yağ Asit Kompozisyonu	33
Çizelge 4. 25 Doğal Bal mumu Örneklerinin Yağ Asit Kompozisyonu	34
Çizelge 4. 26 Farklı çeşitteki bal mumu örneklerinin palmitik asit % miktarları ve tukey çoklu karşılaştırma testisonuçları	34

Çizelge 4. 27 Bal mumu örneklerinin palmitik asit % değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	35
Çizelge 4. 28 Farklı çeşitteki bal mumu örneklerinin elaidik asit % miktarları ve tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları.....	35
Çizelge 4.29 Bal mumu örneklerinin elaidik asit % değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	36
Çizelge 4. 30 Farklı çeşitteki bal mumu örneklerinin oleik asit % miktarları ve tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları.....	36
Çizelge 4. 31 Bal mumu örneklerinin oleik asit % değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	37
Çizelge 4. 32 Farklı çeşitteki bal mumu örneklerinin 11-eikosenoik asit asit % miktarları ve Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları.....	37
Çizelge 4. 33 Bal mumu örneklerinin 11-eikosenoik asit asit % değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	37
Çizelge 4. 34 Farklı çeşitteki bal mumu örneklerinin Erüsik asit % miktarları ve Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları.....	38
Çizelge 4. 35 Bal mumu örneklerinin erüsik asit % değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	38

SİMGELER ve KISALTMALAR LİSTESİ

BBP	:	Balı Boşaltılmış Petek
C	:	Karbon
DB	:	Doğal Bal mumu
g	:	Gram
GC	:	Gaz Kromatografisi
HCl	:	Hidroklotik asit
H₂SO₄	:	Sülfirik Asit
KB	:	Külçe Bal mumu
kg	:	Kilogram
M	:	Molar
meq	:	Miliekivalent
M	:	Molar
meq	:	Miliekivalent
mL	:	Mililitre
NaOH	:	Sodyum Hidroksit
TP	:	Temel Petek
µl	:	Mikrolitre
%	:	Yüzde
°C	:	Santigrat

EKLER LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
EK 1: Doğal bal mumu numunesinin GC-FID’de okunan yağ asitleri kromatogramı.....	44

1. GİRİŞ

Bal mumu, yüzeyi kristale benzeyen petek hücreleri şeklindedir. Genellikle 12 ila 18 günlük dönemlerindeki *Apis* cinsi (*Apis dorsata*, *A. indica*, *A. florea* ve *A. mellifera*) genç işçi arıların, karın halkaları arasındaki salgı bezlerince salgılanan maddedir. Mum salgı bezlerinden salgılandığı ilk anda beyaz renkli ve sıvı halde olan bal mumu; hava ile temas ettiğinde katılaşarak pulpulcuk haline geçerek kahverengi veya sarı renge dönüşür. Arı bal mumunu çiğneyerek elde ettiği bu maddeyi petek örmek, yavru yetiştirmek, bal ve polen depoladığı petek gözlerinin üzerini örtmek için kullanır. Suda çözünemeyen bal mumu, bazı ester karbontetraklorid, aseton, benzen, benzin ve trikloretilende çözünebilir (Genç, 1993; Yılmaz, 2011). Bal mumuna ait bazı fiziksel özellikler Çizelge 1.1’de verilmiştir.

Çizelge 1.1 Bal mumunun Fiziksel Özellikleri (Genç, 1993 ve Kenya Standart, 2013)

Çözünürlük	Suda çözünmez, alkolde az çözünür, eterde çözünür
Özgül Ağırlık 20°C-25°C	0,952-975 g/cm ³
Kırılma İndisi 75°C ‘de	1.4398-1.4457 n
Renk	Kahverengi, sarı, beyaz
Koku	Kendisine özgü, hafif
Asit Sayısı	17-24
Sabunlaşma Sayısı	90-96
Ester Sayısı	70-79
İyot Sayısı	4-12
Peroksit Değeri	En fazla 5
Gliserol ve diğer Poliyoller	0,5’den daha fazla olmamalıdır (% gliserol cinsinden)
Kül, kütlece %, max.	0,6
Hidrokarbon içeriği	%18

Bal mumu Türk Standartlarında; “*Apis* cinsi bal arılarının salgılarından elde edilen Peteğe gerekli ön işleme tabi tutulduktan sonra (eritme, köpüklenme, süzme ve kalıplama) elde edilen mumdur” şeklinde ifade edilmiştir (Anonim, 1977).

Araştırıcılara göre bal arılarının ortalama olarak 1 gr bal mumu salgılayabilmesi için 8-10 gr bal ile beslenmesi gerekmektedir (Korkmaz, 2013). Yapımı bu kadar enerji gerektiren bal mumunun kimyasal içeriği izelge 1.2'de verilmiştir.

Çizelge 1. 2 Bal mumunun Kimyasal Kompozisyonu (Tulloch, 1971)

Bal mumunu Oluşturan Maddeler	Miktar (%)
Hidrokarbonlar	14
Monoesterler	35
Diesterler	14
Triesterler	3
Hidroksimonoesterler	4
Hidroksipoliesterler	8
Asit esterler	1
Asit poliesterler	2
Serbest asitler	12
Tanımlanamayanlar	7

Bal mumu kimyasal kompozisyonunun ana bileşenleri farklı oranlarda; monoesterler, serbest yağ asitleri, hidrokarbonlar, serbest yağ alkolleri ve tanımlanamayan bileşiklerin kompleks karışımından oluşmuştur (Aichholz ve Lorbeer, 2000; Munro ve ark., 2006).

Bal mumunun en önemli bileşenlerinden olan monoesterler bileşenin %40-50 sini oluşturmaktadır. Esterler; uzun zincirli yağ alkollerinden (C24-C38) ve yağ asitlerinden, özellikle palmitik asit (C16) ve oleik asitten (C18) oluşmaktadır. Toplam zincir uzunluğu 40-48 karbon atomu olan monoesterler kantitatif olarak en önemlileridir. Bal mumu esterlerinin çoğu doymuştur, ancak doymamış monoenoik bal mumu esterleride mevcuttur (Aichholz ve Lorbeer, 1999; Aichholz ve Lorbeer, 2000).

Mum, *Apis* cinsi (*A. Dorsata*, *A. İndica*, *A. Florea* ve evcilleştirilmiş *A. Mellifera*) arılardan salgılanmaktadır. Mumu oluşturan kimyasal bileşenler ağırlıklı

olarak C24-C36 ‘ya kadar düz zincirli çift sayılı karbon zincirleri, asitler, esterler, diesterler, triesterler ve tek sayılı karbon zincirlerine sahip hidrokarbonları içermektedir (Anonim, 1991).

Bal mumu, hidrokarbonlar, esterler ve yağ asitleri dahil olmak üzere birçok organik bileşiğin karışımından oluşmaktadır. Yağ asidi konsantrasyonu arı kolonileri arasında, özellikle doymamış yağ asitleri açısından önemli farklılıklar göstermektedir (Buchwald, 2009).

Tek sayılı n-alkanların bal mumunun bileşiminde bulunma oranı çift sayılı alkanlara kıyasla önemli ölçüde daha yüksektir. Bal mumunda bulunan doymuş hidrokarbonlara ek olarak alkenler ve dienler gibi doymamış hidrokarbonlarda bal mumunun yapısını oluşturmaktadır (Wâs, 2014). Ayrıca yapılan son çalışmalarda bal mumunun çift zincirli yağ asitlerinin etil esterleri ile tetrakosil oleat içerdiği de bildirilmiştir (Jimenez ve ark., 2004).

Bal mumu öncelikle arıcılıkta kullanılmak üzere temel petek yapımında, aydınlatma amaçlı mum (kandil) yapımında, diş hekimliği, eczacılık, heykeltıraşlık, kozmetik sanayinde losyonlara kıvam kazandırmak amacıyla, suya dayanıklı malzemelerin yapımında; tekstil ve kağıt sanayinde su geçirmez özelliği, vernik ve cilalarda kullanımı, tıbbın bazı dallarında, gıda sanayinde kullanılan metal kapların içlerini kaplamada ve daha bir çok alanda geniş bir kullanım alanına sahiptir (Krell, 1996; Genç, 1993; Bağçe, 2009; Bogdanov, 2009).

Zengin hidrofobik koruyucu özelliğe sahip bal mumu gıda endüstrisinde bir gıda katkı maddesi (Avrupa Birliği’nde E-901 kodlu) olarak; çikolatalı şekerlemelerin kaplanmasında, meyve, kuruyemiş, kahve çekirdekleri, fırıncılık ve gıda teknolojisinde renk taşıyıcı olarak kullanılmaktadır (Bogdanov, 2009; Fratini, 2016).

Arı ürünlerinden en az alerjenik etkiye sahip olan bal mumu; eczacılıkta ilaçların kaplanmasında kullanılarak ilacın yutulmasını kolaylaştırıp vücutta emilimi geciktirici etkisinden yararlanılmaktadır ve bal mumu termoterapi tedavisinde kullanımı da mevcuttur (Bogdanov, 2009).

Tıpta bal mumunun kullanımı 6500 yıl önce Neolitik döneme uzanmaktadır. Slovenya’da bulunan çene fosilinde bal mumu diş dolgusu amacıyla kullanıldığı belirtilmiştir (Bernardini ve ark., 2012).

1.1 Bal mumu Üretimi

Kovan içerisinde bulunan petek gözlerinin içinden çıkan her bir yavrunun bırakmış olduğu gömlek artığı nedeniyle peteklerde siyahlaşma gözlemlenmektedir ve sonuç olarak 2-3 yıl aradan sonra arıcıların petekleri kullanılamaz hale gelmektedir. Bal mumu üreticileri arıcılardan topladıkları kullanılamaz hale gelen eski ve saf balmumlarını içerisinde, bulunan yabancı maddelerden uzaklaştırarak iyi ve kaliteli bal mumu elde etmektedirler. Bal mumu üretimi eritme ve kimyasal metod olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Yaygın olarak eritme yöntemleri kullanılmaktadır. Yaygın olarak kullanılan eritme yöntemleri sıcak su ve güneş ile ekstraksiyondur. Bunlardan sıcak su ile ekstraksiyon arıcılar tarafından kullanılan en yaygın yöntemdir. Maliyeti düşük, izlemesi kolay ve özel ekipman gerektirmeyen bu yöntemde, ekstraksiyon aşamasında musluk suyu bal mumunda süngerimsi yapı oluşturmasına neden olduğundan yağmur suyu kullanımı tercih edilmelidir. Ekstraksiyon işlemi anahatları ile şu şekilde gerçekleşmektedir:

- Geniş bir kaba su konur
- Temiz pamuk bezin içerisine kullanılmış petekler yerleştirilir
- Petekler kaynamakta olan suyun içerisine daldırılır.
- Bal mumunun tamamı eridikten sonra içerisindeki yabancı maddeler bezin içerisinde kalır.
- Su ve bal mumu soğuduktan sonra, bal mumu suyun üzerinde bir blok halinde kalır ve toplanır (Korkmaz, 2013; Anonim, 2014; Bogdanov, 2012; Bağçe, 2009).

Bal mumu üretimi gerçekleştirilirken kimyasal ve fiziksel yapısının bozulmaması için aşırı ısı uygulaması yapılmamalıdır. Bal mumu kalitesi için olumsuz sonuçlar doğurabilir (Güler, 2006).

Kimyasal yöntemle bal mumu eldesinde ise, kullanılan kimyasal bal mumu içeriğinde bulunan tüm bileşenlerin çözünmesine neden olduğundan bal mumunun

kalitesini olumsuz etkiler. Bu nedenle kimyasal yöntem bal mumu üreticileri tarafından çok fazla tercih edilmeyen bir yöntemdir (Bogdanov, 2012).

1.2 Bal mumu Üretim Miktarları

Çizelge 1. 3 Dünya Bal mumu Üretimi (ton) (Anonim, 2020a, *Anonim, 2020b)

ÜLKELER	2013	2014	2015	2016	2017	2018
HİNDİSTAN	23.200	23.598	23.955	24.918	25.523	25.895
ETİYOPYA	5000	5805	5497	5525	5623	5721
ARJANTİN	4809	4880	4922	4884	4902	4921
TÜRKİYE*	4241	4053	4756	4440	4488	3987
KORE CUMHURİYETİ	3063	3905	3925	3631	3449	3315
DİĞER	14.533	14.590	14.362	15.392	15.051	15.462
DÜNYA	64.878	67.481	68.842	68.972	68.972	69.633

Kaynak: *Anonim, 2020

Çizelge 1.3'de Anonim 2020a verilerine göre Dünya bal mumu üretimi ile Anonim 2020b verilerine göre Türkiye bal mumu üretim miktarı (ton) verilmektedir. Bal mumu üretiminde dünya sıralamasında birinci sırayı yıllık 23 bin ton üzerinde bir üretimle Hindistan alırken, ikinci sırada yıllık 5 bin ton üzerinde bir üretimle Etiyopya bulunmaktadır. Yıllık yaklaşık 4 bin ton bal mumu üretimiyle dünya sıralamasında 4. sırada yer alan ülkemizin, 2015 yılından itibaren üretiminde bir azalma gözlemlenmektedir. Ülkemizde illere göre 2014-2019 yılları arası bal mumu üretimine bakıldığında (Çizelge 1.4), 2014-2017 yılları arasında en çok üretimin Muğla'da olduğu, 2018 ve 2019 yıllarında ise Adana'da olduğu gözlemlenmiştir. Genel olarak bakıldığında tüm illerimizde bal mumu üretimi yıldan yıla artış gösterirken, Muğla ilinde bu artışla bal mumu üretimi 2017 yılında 1020 tona ulaşmış, ancak daha sonra ise Muğla'da hızlı bir düşüş görülmüştür. İller bazında bal mumu üretimi sıralamasında 5. sırada yer alan Ordu ilimizde, 2014 yılında 80 ton olan üretim miktarı 2019 yılında 120 tona ulaşmıştır.

Çizelge 1.4 Türkiye’de Yıllara Göre Bal mumu Üretimi (Ton)

İLLER	2014	2015	2016	2017	2018	2019
ADANA	398	381	376	358	531	508
SİVAS	207	265	313	388	448	419
MUĞLA	621	893	988	1.020	382	347
İZMİR	129	126	125	114	136	143
ORDU	80	92	89	115	120	120
BİTLİS	65	100	100	97	118	115
DİĞER		2397	1946	1919	1856	1900
TÜRKİYE		4756	4440	4488	3987	3971

Son yıllarda yüksek gelir getirisi olan bal arısı ve arı ürünlerine artan ilgi; bal, propolis, polen, arı zehri, arı sütü, bal mumu gibi arıcılık ürünleri hakkında yapılan bilimsel çalışmalara büyük önem kazandırmıştır. Modern kovanlar, peteğe yaklaşmak için kullanılan dumanlama sistemi, arıların taşınabilir olmaları bal üretiminin yaygınlaşmasına neden olmuştur. Bu sebepten dolayı daha fazla bal üretimi için arıların kendi ürettiği doğal bal mumunun yerine sanayinin ürettiği yapay bal mumu kullanımı yaygınlaşmıştır. Ülkemizde diğer arıcılık ürünleri ile ilgili çok sayıda çalışma yapılmasına rağmen bal mumu ile ilgili pek çalışma bulunmamaktadır. Bu tez çalışmasında bal mumu çeşitlerine ait elde edilen veriler ülkemizde arıcılık ürünleri içerisinde önemli yere sahip olan bal mumu için uygun standartlar oluşturulması açısından faydalı olacaktır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Maia ve ark., (2012) tarafından bal mumunun yüksek sıcaklıkta kapiler GC-MS ile taklit-tağış durumu incelenmiştir. Çalışmada bal mumunda çoğu büyük bileşenler, tekli ve çiftli hidrokarbonlar, oleofin, palmitat, oleat ve hidroksipalmitat monoesterleri saptamışlardır ve ilk kez bal mumu içerisinde 1-oktadekanol ve 1-eicosanol varlığı bildirilmiştir.

Bal mumu hidrokarbonları Waś ve ark., (2014) tarafından GC-MS ile araştırılmıştır. Bal mumu hidrokarbonları, nötr alüminyum oksit (Alümina-N, 1000 mg, 6 mL) ile bir katı faz ekstraksiyon (SPE) tekniği kullanılarak izole edilmiştir, daha sonra polar olmayan bir gaz kromatografi kolonu üzerinde ayrılmıştır *Apis mellifera* kaynaklı balmumlarında 20 ila 35 karbon atomu içeren n-alkanlar belirlenmiştir. Bu alkanların toplam içeriği 9.08 g ile 10.86 g/100 g (ortalama olarak 9.81 g/100 g) arasında tespit edilmiştir. Ek olarak, doymuş hidrokarbonlar dışında, doymamış hidrokarbonlar ve dienler de tanımlanmıştır.

Jiménez ve ark., (2007) tarafından, İspanya'nın farklı bölgelerinden toplanılan beyaz ve sarı renkli balmumlarında 102 kimyasal bileşik (doymuş ve doymamış hidrokarbonlar, palmitatlar, toplam ve serbest asitler, toplam hidroksiasitler, toplam ve serbest alkoller, asidik monoesterler ve monoesterize edilmiş 1,2,3propanetrioller) GC/FID ile belirlenmiştir. Birçok bileşiğin konsantrasyonları, beyaz ve sarı balmumları için istatistiksel olarak farklı tespit edilmiş olup bazı pazarlanan temel bal mumu peteklerinde normalin dışındaki konsantrasyonların gözlenmesi, onların tağış edilmiş olduğunu göstermektedir. Bal mumu yağ asitlerinden, tek sayılı n-alkanlardan ve bal mumu esterlerinden oluşmuştur.

Namdar (2007) yaptığı, çalışmada İsrail ve Ürdünden toplanan 12 koloniye ait peteklerin GC/FID ve GC/MS cihazıyla içeriğini incelemiştir. Çalışmasında koyu renkli bal mumunda çift numaralı n-alkanların (C₂₂-C₃₂) miktarının, açık renkli bal mumuna kıyasla önemli ölçüde daha yüksek olduğunu tespit etmiştir.

Ticari bal mumunun kalite özellikleri Jiménez ve ark., (2003) tarafından araştırılmıştır. Çalışmada GC-MS cihazıyla bal arısının ürettiği saf bal mumu içerisinde doymamış lineer yağ asitleri, hidroksi asitler ve 1,2,3-propanetriol monoester gibi yeni bazı bileşiklerin varlığı tespit edilmiş olup, saf bal mumu ile tekrar

işlenmiş bal mumlarının ayırt edilmesinde kromatografik metotların kullanılabilceği ortaya konulmuştur.

Tulloch ve ark., (1972) tarafından Kanada bal mumunda bulunan hidrokarbonların, serbest asitlerin ve uzun zincirli esterlerin bileşimi ve analitik değerleri araştırılmıştır. 80 adet Kanada'nın sarı, rafine edilmemiş bal mumu örneğinin fiziksel ve kimyasal özellikleri belirlenmiştir. Ortalama değerlere bakıldığında, erime noktası 64.3°C, asit değeri 18.7, ester değeri 72.6, sabunlaşma noktası 62.5 °C ve hidrokarbon içeriği %15.3 olarak bulunmuştur. Gaz kromatografisinde hidrokarbonlar, serbest yağ asitleri ve uzun zincirli esterler analiz edilerek taşış tespiti kolaylaştırılmıştır.

Bonvehi (2012) araştırmasında İspanyol saf bal mumunda doymuş hidrokarbon içeriğinin Uluslararası Bal Komisyonu tarafından önerilen sınırı geçtiğini, bunun nedeninin de kullanılmış peteklerin geri dönüşüme katılarak tekrar kullanımı olduğunu bildirmişlerdir.

Saf bal mumu karakterizasyonu ve taşış tespiti için fizikokimyasal parametreleri Bernal ve ark., (2005) tarafından araştırılmıştır. Çalışmada İspanya'nın farklı iklim bölgelerinde üretilen saf bal mumu, dokuz fiziko-kimyasal parametrenin belirlenmesi ile karakterize edilmiştir: yoğunluk, asit, saponifikasyon, ester değeri ve oran sayısı, iyot, peroksit, erime noktası ve kül içeriği değerleri analiz edilmiştir. Yöntemlerin ve değerlerin kesinliği doğrulandıktan sonra, fiziko-kimyasal parametrelerin kullanım yararlılığını saptamak için; parafin, stearik asit, karnauba mumu ve donyağı ile test edilmiştir: taşış yüzdesi %5 ve üzeri tespit edilmiştir.

Svečnjak ve ark., (2019) tarafından parafin ile bal mumu taşışının balın bileşimi ve kalitesine etkisi fiziko-kimyasal ve spektrofotometrik tekniklerle (H NMR, FTIR-ATR and HS-SPME/GC-MS) araştırılmıştır. Su içeriğinin parafin ilaveli balmumlarından alınan ballarda daha yüksek, glukoz/su oranının ise daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Asetik ve sitrik asit içerikleri parafin ilaveli balmumlarında daha yüksek bulunmuştur. Parafin ilaveli balmumlarında daha yoğun oksidasyon gösterebilecek olan nonanal, oktan ve β -damaskenonun daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Parafin ile karıştırılmış bal mumunun tespitinde GC-MS yönteminin etkinliği Waś ve ark., (2016) tarafından çalışılmıştır. %3, 5, 10, 30, ve 50 parafin ilaveli bal mumu örnekleri analiz edilmiştir. Parafin bileşimleri hakkında yeterince bilgi olmadığından ve bal mumu içindeki parafini tespit etmek zor olduğu için, farklı tipteki parafinin hidrokarbon bileşimleri karşılaştırılmıştır. Molekül yapısında 35'ten fazla karbon atomu içeren hidrokarbonların varlığı ve saf bal mumuna kıyasla daha yüksek n-alkan içeriği (C₂₀, H₄₂-C₁₋₃₅, H₇₂), bal mumu tağşişinin ispatı olarak kabul edilmiştir.

“La Alcarria “bölgesinde üretilen bal mumunda bulunan flavonoid bileşikler ilk defa Tomas-Barberan ve ark., (1993) tarafından tespit edilmiştir. Bu bileşenler pinokembrin, pinobanksin, pinobanksin 3-asetat, chrysin, galangin ve techtochryin olarak belirtilmiştir. Çalışmada ayrıca, bal mumu flavonoidlerinin analiz sonucuna bakılarak bal mumu tağşişinin tespitinde yardımcı olacağını önermişlerdir.

Pestisit ve veteriner ilaç kalıntıları, arı sağlığını ve ölümlerini etkileyen en önemli faktörlerden biridir. Pestisit kalıntılarının arılar üzerindeki konsantrasyonu ve riskini araştırmak için Belçika’ da 4 tip bal mumu (kuluçka peteği mumu, geri dönüştürülmüş petek mumu, bal peteği mumu, cappings wax) kullanılmıştır ve 182 numune toplanmıştır. Analizler LC-MS/MS ve GC-MS/MS cihazları kullanılarak yapılmıştır. Dört tip bal mumunda toplam 54 farklı pestisit ve veteriner ilacı kalıntısına rastlanılmıştır. Klorfenvinfsun arı ölümlerinin üzerinede istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi olduğunu göstermiştir (Saegerman, 2020).

Saygılı (2017) yaptığı çalışmada Kırklareli’nde 57 üreticiden topladığı peteklerde antibiyotik ve pestisit kalıntı miktarlarını incelemiştir. Çalışmada LC-MS/MS yöntemi kullanarak bazı antibiyotik (streptomisin, tetrasiklin ve kloramfenikol) ve bazı pestisit (imidacloprid, tribenuron metil, propargit ile pendimethalin) kalıntılarını analiz etmiştir. Peteklerde antibiyotik kalıntısına rastlanmadığını, ancak 4 örnekte pendimethalin seviyesinin maksimum kalıntı seviyesini aştığını tespit etmiştir. Arıcıların bu akarisit grubu ilaçları kullanımı konusunda bilinçlendirilmesi gerektiğini ileri sürmüştür.

Uruguay’da tarım alanlarının genişletilmesi ve kullanılan pestisitlerin yükünün artması ile de arıcılığın önemli derecede etkilendiğini bildirilmiştir Uruguay’dan temin edilen bal mumu numunelerinde (geri dönüştürülmüş bal mumu ve bal

kaplamalarında) kontaminasyon olduğu, özellikle böcek öldürücülerden klorpirifos- etil ve tiyakloprid, mantar öldürücülerden azoksistrobin ve tebucanazole, veterinerlik ürünlerinden de coumaphos, ethion ve tau-fluvalinate varlığı tespit edilmiştir (Harriet, 2017).

Bal ve bal mumu içindeki pestisit ve iz element kalıntıları Bommuraj ve ark., (2019) tarafından araştırılmıştır. Çalışmada İsrail bal ve bal mumu örneklerinde pestisitlerin ve iz elementlerin insan sağlığı riskine ilişkin değerlendirilmesi yapılmıştır. Amitraz metabolitleri ve mumafos bal ve bal mumu örneklerinde sıklıkla tespit edilmiştir. Neonikotinoid insektisitler ve 2,4-di-klorofenoksiasetik asit sadece bal örneklerinde bulunurken, bal mumu içinde daha fazla ağırlıklı olarak lipofilik pestisit bulunmuştur. İz element olarak balda krom en yüksek ortalama konsantrasyonu sergilerken; çinko, kurşun ve molibden sadece bal mumu içerisinde tespit edilmiştir. Bulguların bal ve bal mumunun günlük tüketimde çocukların sağlığını tehlike arz edeceği kanısına varılmıştır.

Arıcılar kovanları, içerisinde bulunan petekleri ve koloniyi hastalık ve zararlılara karşı (Amerikan yavru çürüklüğü, kireç hastalığı) korumak amacıyla insan sağlığını olumsuz etkileyecek pestisitler kullanmaktadır. Bu pestisitlerden bazıları; imidacloprid, tribenuron metil, propargite ve pendimethalin, streptomisin, tetrasiklidir (Bağçe, 2009; Bogdanov, 2006)

Arıcılar tarafından bir kaç sezon kullanılan peteklerde pestisit kalıntı miktarı kullanılan her yıl daha da birikmektedir ve temel petek üretiminde bu kalıntı uzaklaştırılmamaktadır (Bağçe, 2009; Bogdanov, 2004a).

Imdorf ve ark., (2002), eski bal mumu peteklerinin geri dönüştürülerek yeni petekler oluşturulmasının peteklerdeki pestisit kalıntı miktarını iki katına çıkarttığını ve arıların yeni ürettiği balda bu pestisitlere rastlanıldığını bildirmişlerdir.

Bal mumu zararlılarından mum güvesiyle (*Galleria mellonella* L.) mücadelede kullanılan naftalinin bal mumunda kalıntı düzeyi Bağçe (2009) tarafından değerlendirilmiştir. Çalışmada 4 işletmeden alınan temel peteklerin başlangıçtaki kalıntı miktarı daha sonra 60, 120, ve 180 gün süreyle havalandırılması sonrası kalıntı miktarı sonucu belirlemiş olup başlangıçta kalıntı miktarı, 21.48 ± 3.657 ppb iken 60 gün sonrasında 7.97 ± 0.764 ppb, 120 gün sonra 6.22 ± 0.290 ppb ve 180 gün havalandırma

sonrasında 5.41 ± 0.0332 ppb olarak tespit edilmiştir. Sonuç olarak havalandırmanın kalıntı düzeyinin azalması ($p < 0.05$) üzerine önemli bir etkisinin olduğu belirlenmiştir.

Bal mumu gıda sanayinde çeşitli alanlarda kullanılmaktadır. Yılmaz ve Öğütçü (2014) yaptıkları çalışmada, %3, %7 ve %10 ayçiçeği mumu ve bal mumu içeren zeytinyağı oleojellerini geliştirmek amacıyla bu oleojelleri kahvaltı margarinine karşılaştırmışlardır. Çalışma bulgularına göre %3 ayçiçeği mumu ve %7 bal mumu oleojellerin dokusal özelliklerinin kahvaltılık margarininkine benzerlik gösterdiğini tespit etmişlerdir.

Bal mumu ve karnauba vakslarından hazırlanan oleojellerin spektrofotometrik karakterizasyonu Kara (2019) tarafından araştırılmıştır. Çalışmada ayçiçeği yağı, karnauba, bal mumu vaksı ve bunların karışımlarını içeren oleojellerin erime profili ve moleküler yapısı incelenmiştir. %3, 5, 7 ve 10 oranlarında bal mumu ve karnauba vaksı içeren 32 farklı konsantrasyona sahip bitkisel vaks oleojelleri oluşturulmuştur. Örnekler DSC ile erime profili, FTIR spektroskopisi ile moleküler yapısı incelenmiştir. Çalışma sonucunda erime noktası bal mumu vaksı için sırası ile 49.78°C , 57.18°C , 59.55°C , 62.26°C , karnauba vaksı için; 81.16°C , 83.83°C , 85.20°C ve 86.37°C olarak analiz edilmiştir. Tespit edilen bu verilere göre karnauba vaksı ve bal mumu vaksı oleojellerinin ilave edilen oleojelatörlerin çeşidi ve miktarına bağlı olarak erime noktaları ve moleküler yapılarının değiştiği sonucuna varılmıştır.

Bal mumunun gıda sanayinde en yaygın kullanımı kaplama materyeli olarak kullanımındır. Bal mumunun lipid bileşiklerden en etkili koruyucu kaplama materyeli olduğu bildirilmiştir (Debeaufort, 1993; Bourtoom, 2008).

Yılmaz (2011) tarafından kaplama materyeli olarak bal mumunun kaşar peyniri üretiminde kullanılabilirliği araştırılmıştır. Çalışmada bal mumu ile kaplamanın peynirde küflenme probleminin çözümüne katkısı incelenmiştir. Kaşar peyniri; tek ve çift kat olmak üzere bal mumu ile kaplanmış, vakum ambalajlanmış ve herhangi bir ambalajlama materyeli kullanılmaksızın üretilen (kontrol) kaşar peyniri ile 120 günlük olgunlaştırma süresince (5, 30, 60, 90 ve 120) bazı kalite özellikleri (fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik, duyu özellikleri ile proteoliz düzeyleri) açısından analiz edilmişlerdir. Yapılan mikrobiyolojik çalışmalar sonucu küf gelişimi bakımından, en düşük küf gelişimi bal mumu ile kaplanmış örneklerde en fazla küf gelişimi ise

olgunlaşma süresince kontrol örneklerinde tespit edilmiştir. Kimyasal analizler sonucunda, kontrol örnekleri ile tek kat bal mumu kaplanmış peynir örneklerinde kurumadde ve yağ miktarlarının diğer örneklere kıyasla daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Genel olarak değerlendirildiğinde; peynir kalitesi ve küf gelişiminin engellenmesi açısından, bal mumu ile kaplamanın olumsuz bir etkisi olmaması sonucu ile bal mumu ile kaplamanın ambalaj materyali yerine kullanılabilirliği kanısına varılmıştır.

Hassan (2014) çalışmasında mum kaplama konsantrasyonlarının ve saklama sıcaklıklarının mandalina turunçgillerinin hem fiziksel hemde besinsel kalite değişiklikleri üzerindeki etkilerini araştırmıştır. Mandalinanın kalitesini korumak ve raf ömrünü uzatmak için %12 mum kaplama ve 5°C’de depolamanın en etkili yöntem olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Nektarin meyvelerinin daha uzun süre saklanabilmesi ve kalitenin artırılması için meyvelerin %4.5 CaCl₂ ve %3 bal mumu karışımıyla kaplanması çalışmalarda olumlu sonuçlar verdiği bildirilmiştir (Seleshi ve ark., 2019).

Karakoç (2018) yaptığı araştırmada, farklı yöntemlerle elde ettiği arı sütlerini, doğal bal mumu ve plastik yüksüklerde depolamış, daha sonra mikrobiyal yük ve protein içeriği açısından bunları analiz etmiştir. Araştırma bulgularına göre de doğal bal mumu ve plastik yüksüklerden elde edilen arı sütlerinin incelenen parametreler açısından farklı olmadığı sonucuna ulaşmışlardır.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1 Materyal

Çalışmada kullanılan Bal mumu numuneleri Ordu ili Arıcılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü tarafından; İşlem Görmemiş Ham Bal mumu (Külçe), Temel Petek Bal mumu (çerçeve), Balı Boşaltılmış Temel Petek Bal mumu ve Doğal Bal mumu (Karakovan) temin edilmiştir ve Çizelge 3.1’de numunelerin kısaltma listesi verilmiştir.

Çizelge 3.1 Bal mumu numunelerinin kısaltmaları

Numune Adı	Kısaltması
Külçe Bal mumu	KB
Temel Petek	TP
Balı Boşaltılmış Temel Petek	BBP
Doğal Bal mumu (Karakovan)	DB



Şekil 3.1 İşlem Görmemiş Ham Bal mumu (Külçe)



Şekil 3.2 Temel Petek Bal mumu (Çerçeve)



Şekil 3.3 Balı Boşaltılmış Petek Bal mumu



Şekil 3.4 Doğal Bal mumu (Karakovan)

3.2 Yöntem

3.2.1 Kurumadde Miktarı Tayini

Analiz için kullanılacak olan petri kapları 105°C’ de sabit ağırlığa gelene kadar etüvde bekletilmiştir. Sabit ağırlığa gelen darası alınan petri kaplarına 3 g örnek tartıldıktan sonra 105°C’ de etüvde sabit tartıma ulaşana kadar bekletilmiştir (Başoğlu ve Uylaşer, 2014).

$$\% \text{ Kuru madde (g/100g)} : [(M_2 - M_1) / M_0] \times 100$$

M_0 : örnek miktarı (g)

M_1 : Petri Kabının Darası (g)

M_2 : Petri Kabının son tartımı (g)

3.2.2 Toplam Kül Tayini

Analiz için kullanılacak porselen krozeler 600°C de 30 sn kül fırınında yakma işleminden sonra 1 dk amyant levha üzerinde bekletilerek desikatöre alınmıştır. Porselen krozelerin önce darası alınmıştır, ardından 1’ er gram bal mumu

örneklerinden tartılarak kül fırınına koyulmuştur. 550°C’ de porselen krozelerin içerisindeki örnekler beyazlaşınca yakma işlemi devam etmiştir. Yakma işlemi tamamlandıktan sonra porselen krozeler desikatörde soğutulmuş ve son tartımları gerçekleştirilmiştir (Başoğlu ve Uylaşer, 2014).

$$\%Kül (g/100g):[(M_2-M_1)/M_0]\times 100$$

M₀: örnek miktarı (g)

M₁: Porselen Krozenin Darası (g)

M₂: Porselen Krozenin son tartımı (g)

3.2.3 Yağ Miktarı Tayini

Bal mumunda bulunan yabancı madde ve safsızlıkları arındırmak için soxhalet ekstraksiyon yöntemi modifiye edilerek yağ tayini yapılmıştır.

Numuneler 5 gr filtre kağıtlarına tartılarak soxhalet kartujlarına yerleştirilmiştir. Çözgen olarak n-Hekzan kullanılmıştır. Soxhalet beherine 100 ml n-Hekzan konularak beherler cihaza yerleştirilmiştir. Ekstraksiyon aşaması yaklaşık 4 saat sürmüştür. Soxhalet beherlerinin içerisinde kalan n-Hekzanın uzaklaştırılması için 105°C etüvde yaklaşık 1 saat bekletilmiştir. İşlem sona erdikten sonra beherler hassas terazide tartılarak sonuçlar % yağ miktarı olarak aşağıdaki formülle hesaplanmıştır. İşlem her bir örnek için paralel olarak yapılmıştır (James, 1995).

$$\% Yağ (g/100g): ((M_2-M_1)/M_0)\times 100$$

M₂: Ekstraksiyon sonrası beher ağırlığı (g)

M₁: Boş beher ağırlığı (g)

M₀: Örnek ağırlığı (g)

3.2.4 Asit Sayısı

Yağdaki asit sayısı, içerisinde bulunan serbest yağ asitlerinin nötrlenebilmesi için ihtiyaç duyulan KOH çözeltilisinin miligram cinsinden ağırlığı şeklinde belirtilmiştir (Tayyar ve Çıbık, 2011).

0.5±0.01 g bal mumu tartılıp üzerine 25 ml kloroform ilave edilip, çözünmesi sağlanmıştır (ultrasonik banyo yardımı ile). Üzerine 2-3 damla fenolftalein indikatörü

damlatılıp çözelti metanol ile hazırlanmış olan 0.005 N'lik NaOH ile pembe renk oluşana dek titre edilmiştir. Kullanılan NaOH miktarı kaydedilip asit değeri mg KOH/g cinsinden formülle hesaplanmıştır (Bernal, 2005). İşlem her bir örnek için paralel olarak yapılmıştır.

$$\text{Asit Değeri: } (56.1 \times N \times V) / m$$

V: Deney numunesi için harcanan sodyumhidroksit çözeltisi hacmi mL

m: Alınan örnek miktarı g

3.2.5 Sabunlaşma Sayısı

Sabunlaşma sayısı, 1 g yağı sabunlaştırmak için gerekli görülen KOH'ın miligram cinsinden ağırlığı şeklinde belirtilmiştir (Tayyar ve Çıbık, 2011).

10 mL' lik cam bir şişe içerisine 0.300±0.001 g bal mumu tartılıp üzerine 4 mL 4 N NaOH sulu çözeltisi ilave edilmiştir. Şişenin ağzı kapatılarak 100°C' de 1 saat boyunca etüvde sabunlaştırmayı gerçekleştirmek için bekletilmiştir. Daha sonra sulu faz bir beher içerisine aktarılıp 2-3 damla fenolftalein indikatörü damlatılarak 0.5 N HCl çözeltisi ile renksiz çözelti elde edilene kadar titre edilmiştir. İşlem her bir örnek için paralel olarak yapılmıştır. (Bernal, 2005).

$$\text{Sabunlaşma Sayısı (mg KOH/g yağ): } [(V_2 - V_1) \times N \times 56.1] / m$$

m: Alınan örnek miktarı g

V₁: Deney numunesi için kullanılan HCl çözeltisi miktarı (mL)

V₂: Şahit deneyde kullanılan HCl çözeltisi miktarı (mL)

3.2.6 İyot sayısı

0.300±0.005 g bal mumu tartılıp 10 mL kloroform içerisinde çözüldürülmüştür. Üzerine 5 mL Hanus reaktifi ilave edilmiştir. Karışım 30 sn boyunca çalkalanmıştır. Çift bağlara I₂ ilavesini tamamlamak için karanlıkta ve oda sıcaklığında 1 saat tutulmuştur. Süre sonunda 5 mL %8'lik KI sulu çözeltisi ilave edilmiştir ve 0.1 N Na₂S₂O₃ çözeltisi ile titre edilmiştir. Gösterge olarak %1' lik nişasta indikatörü kullanılmıştır, titrasyona mavi renk kaybolunca son verilmiştir. İşlem her bir örnek için paralel olarak yapılmıştır (Bernal, 2005).

$$\text{İyot Sayısı: } [(V_2 - V_1) \times 1.269] / m$$

m: Alınan örnek miktarı g

V₁: Deneysel numunesi için harcanan sodyumtiyosülfat çözeltisi hacmi mL

V₂: Şahit deney için harcanan sodyumtiyosülfat çözeltisi hacmi mL

3.2.7 Peroksit sayısı

1.000±0.005 g bal mumu tartılıp 10 mL kloroform içerisinde çözündürülmüştür. Tamamen çözündükten sonra 10 mL 2 N HCl çözeltisi ve 1 mL doymuş KI çözeltisi ilave edilmiştir. Karışım hafifçe çalkalanmıştır ve karanlık ortamda oda sıcaklığında 5 dk tutulmuştur. %1' lik nişasta indikatöründen 1 mL eklenip oluşan mavi renk kaybolana kadar çözelti 0.002 N Na₂S₂O₃ çözeltisi ile titre edilmiştir. İşlem her bir örnek için paralel olarak yapılmıştır (Bernal, 2005).

$$\text{Peroksit Sayısı: } [(V_1 - V_2) \times N \times 1000] / m$$

m: Alınan örnek miktarı g

V₁: Deneysel numunesi için harcanan sodyumtiyosülfat çözeltisi hacmi mL

V₂: Şahit deney için harcanan sodyumtiyosülfat çözeltisi hacmi mL

3.2.8 Yağ Asidi Kompozisyonunun Belirlenmesi

Bal mumu numunesinde yağın türünün ve saflığının belirlenmesi için; alkali ortamda yağ asitleri metil ester türevlerine dönüştürülerek kromatografik olarak tespit edilmiştir. 100 mg bal mumu örneği ağzı kapaklı santrifüj tüpüne alındıktan sonra üzerine 10 ml n-hekzan ilave edilerek bal mumu çözünene kadar çalkalanmıştır. Üzerine %25'lik sülfirik asit ilave edilerek esterleşme gerçekleştirilmiştir. Nötralizasyon için 0.5 ml %25'lik sülfirik asit ilave edilerek üst faz berraklaşana kadar beklenmiştir. Berraklaşan üst faz ayrı bir tüpe alınarak içerisine 1g sodyum hidrojen sülfat ilave edilmiştir. Faz filtre kağıdından geçirildikten sonra vialer alınmış ve Gaz Kromatografisine (GC; Shimadzu 2010) enjekte edilmiştir (1 µl). Yağ asitleri metil esterlerinin ayrıştırılması için TR-CN100 (100 m×0.25 mm, 0.20 µm) GC-kolonu; dedeksiyonu için de alev iyonizasyon dedektörü (FID) kullanılmıştır. Taşıyıcı gaz olarak azot gazı kullanılmış olup, akış hızı dakikada 30 ml olacak şekilde ayarlanmıştır. Kolon sıcaklığı analiz esnasında 140°C'den 240°C'ye ulaşacak şekilde ayarlanmış (sıcaklık dakikada 4°C'lik arttırılarak), dedektör sıcaklığı da 250°C'ye

programlanmıştır. Yağ asitleri FAME (Restek) standardına göre tanımlanmış ve miktarları da % olarak hesaplanmıştır (Şahin, 2011). Ek-1'de doğal bal mumu numunesine ait bir kromatogram verilmiştir.

3.2.9 İstatistiksel Analiz

Araştırma, 4 çeşit bal mumu her biri kendi içerisinde 10 farklı bal mumu numunesi ve 2 tekerrür olmak üzere analizleri gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar Minitab ver 17.0.1 paket programında tek yönlü varyans analizine tabi tutulmuş ve önemli bulunan ortalamalara Tukey çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır.

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

4.1 Kurumadde Miktarı

Farklı çeşitteki balmumlarına ait kurumadde miktarları Çizelge 4.1’de verilmiştir. Çizelgede de görüldüğü üzere kuru madde miktarları külçe bal mumu örneklerinde %99.11±0.15 ile %99.65±0.07 arasında, temel petek örneklerinde %99.35±0.07 ile %99.61±0.00 ile arasında, balı boşaltılmış peteklerde %99.11±0.00 ile %99.56±0.06 arasında, doğal peteklerde ise %98.71±0.44 ile %99.66±0.2 arasında tespit edilmiştir. Temel petek ve balı boşaltılmış petek numunelerinin kendi içlerinde kuru madde miktarları arasındaki fark istatistiksel olarak $p < 0.05$ düzeyinde önemli bulunmazken, külçe bal mumu ve doğal bal mumuna ait bazı numunelerde önemli farklar tespit edilmiştir.

Çizelge 4.1 Bal mumu örneklerine ait kurumadde miktarları (%)

NUMUNELER	KB	TP	BBP	DB
A	99.65±0.07 ^a	99.61±0,00 ^a	99.11±0.14 ^a	99.66±0.20 ^a
B	99.11±0.15 ^c	99.50±0,14 ^a	99.40±0.14 ^a	99.36±0.07 ^{abc}
C	99.51±0.14 ^{ab}	99.35±0,07 ^a	99.41±0.00 ^a	99.27±0.20 ^{abc}
D	99.16±0.06 ^{bc}	99.60±0,00 ^a	99.20±0.14 ^a	99.15±0.07 ^{abc}
E	99.46±0.08 ^{abc}	99.50±0,14 ^a	99.31±0.00 ^a	99.52±0.02 ^{ab}
F	99.42±0.00 ^{abc}	99.45±0,21 ^a	99.26±0.07 ^a	98.89±0.01 ^{bc}
G	99.60±0.00 ^a	99.61±0,00 ^a	99.11±0.00 ^a	99.27±0.22 ^{abc}
H	99.36±0.07 ^{abc}	99.51±0,13 ^a	99.31±0.00 ^a	98.71±0.44 ^c
J	99.20±0.14 ^{bc}	99.46±0,06 ^a	99.56±0.06 ^a	98.96±0.07 ^{abc}
K	99.31±0.01 ^{abc}	99.60±0,00 ^a	99.46±0.64 ^a	99.23±0.13 ^{abc}

Ortalama±Standart Hata. Aynı sütunda farklı üstel küçük harflerle gösterilen değerler birbirinden $p < 0.05$ düzeyinde farklıdır (Tukey Testi).

Farklı çeşitteki balmumlarına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.2’de verilmiştir. Varyans kaynağı olan bal mumu çeşidinin $p < 0.05$ düzeyinde %kuru madde miktarına etkisi önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.2 Bal mumu örneklerinin kurumadde miktarına ait varyans analiz sonuçlar

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F-değeri	P
Bal mumu Çeşidi	3	0.176	4.82	0.006*
Hata	36	0.036		
Toplam	39			

*p<0.05 düzeyinde önemli

Çizelge 4.3'te farklı çeşitteki balmumlarının kuru madde miktarlarına ait Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları verilmiştir. Çizelgede görüldüğü üzere balmumlarının çeşitliliğinin kuru madde içeriği üzerine p<0.05 düzeyinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.3 Farklı çeşitteki bal mumu örneklerinin kuru madde miktarlarına ait Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Bal mumu Çeşidi	n	Kuru Madde Miktarı (g/100g)
KB	10	99.38±0.18 ^{ab}
TP	10	99.52±0.09 ^a
BBP	10	99.31±0.15 ^{ab}
DB	10	99.20±0.29 ^b

*Farklı harfler çeşitli balmumları arasındaki farklılığı göstermektedir (p<0.05).

Çizelge 4.3'teki sonuçlar göz önüne alındığında en yüksek % kuru madde içeriğinin temel petek bal mumunda 99.52±0.09 g/100g olduğu gözlemlenmiştir. Bunu sırasıyla külçe bal mumu 99.38±0.18 g/100g, balı boşaltılmış petek 99.31±0.15 g/100g takip etmektedir. En düşük % kuru madde içeriği doğal bal mumunda 99.20±0.29 g/100g tespit edilmiştir.

4.2 Kül Miktarı

Farklı çeşitteki balmumlarına ait kül miktarları Çizelge 4.4'te verilmiştir. Kül miktarları külçe bal mumu örneklerinde %0.03±0.01 ile %0.17±0.01 arasında, temel petek örneklerinde %0.02±0.00 ile %0.10±0.00 arasında, balı boşaltılmış peteklerde %0.02±0.00 ile %0.52±0.02 arasında, doğal peteklerde ise %0.04±0.00 ile %0.72 ±0.01 arasında tespit edilmiştir. Temel petek, balı boşaltılmış petek, külçe bal mumu ve doğal bal mumuna ait bazı numunelerin kül miktarlarında istatistiksel olarak p<0.05 düzeyinde önemli farklar tespit edilmiştir.

Çizelge 4.4 Bal mumu örneklerine ait kül miktarı (%)

NUMUNELER	KB	TP	BBP	DB
A	0.17±0.01 ^a	0.02±0.00 ^c	0.30±0.00 ^b	0.04±0.00 ^e
B	0.11±0.00 ^b	0.09±0.00 ^a	0.20±0.01 ^c	0.09±0.11 ^e
C	0.03±0.00 ^d	0.04±0.00 ^{bc}	0.15±0.02 ^{cd}	0.72±0.01 ^a
D	0.03±0.01 ^d	0.04±0.01 ^b	0.08±0.00 ^{ef}	0.38±0.01 ^d
E	0.03±0.00 ^d	0.03±0.00 ^{bc}	0.52±0.02 ^a	0.55±0.00 ^{bc}
F	0.03±0.00 ^d	0.03±0.00 ^{bc}	0.07±0.00 ^{ef}	0.39±0.05 ^d
G	0.06±0.01 ^c	0.10±0.00 ^a	0.12±0.00 ^{de}	0.68±0.02 ^{ab}
H	0.04±0.00 ^d	0.04±0.00 ^{bc}	0.15±0.03 ^{cd}	0.18±0.00 ^e
J	0.04±0.00 ^d	0.04±0.01 ^b	0.02±0.00 ^f	0.52±0.01 ^{cd}
K	0.04±0.00 ^d	0.05±0.01 ^b	0.07±0.00 ^{ef}	0.42±0.00 ^{cd}

Ortalama±Standart Hata. Aynı sütunda farklı üstel küçük harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır (Tukey Testi).

Farklı çeşitteki balmumlarına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.5’de verilmiştir. Varyans kaynağı olan bal mumu çeşidinin p<0.05 düzeyinde % kül miktarına etkisi önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.5 Bal mumu örneklerinin kül miktarına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F-değeri	P
Bal mumu Çeşidi	3	0.263	13.30	0.000*
Hata	36	0.019		
Toplam	39			

*p<0.05 düzeyinde önemli

Çizelge 4.6’da farklı çeşitteki balmumlarının % kül miktarlarına ait Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları verilmiştir. Çizelgede görüldüğü üzere balmumlarının çeşitliliğinin kül içeriği üzerine p<0.05 düzeyinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.6 Farklı çeşitteki bal mumu örneklerinin kül miktarlarına ait Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Bal mumu Çeşidi	n	Kül Miktarı
KB	10	0.06±0.05 ^b
TP	10	0.05±0.03 ^b
BBP	10	0.17±0.15 ^b
DB	10	0.40±0.23 ^a

*Farklı harfler çeşitli balmumları arasındaki farklılığı göstermektedir (p<0.05).

Çizelge 4.6'daki sonuçlar göz önüne alındığında en yüksek kül içeriğinin doğal bal mumunda 0.40±0.23 g/100g olduğu gözlemlenmiştir. Bunu sırasıyla balı boşaltılmış petek 0.17±0.15 g/100g, külçe bal mumu 0.06±0.05 g/100g, temel petek 0.05±0.03 g/100g takip etmektedir. Bernal ve ark., (2005)'de İspanya'nın farklı iklim bölgelerinde üretilen saf bal mumunun fiziko-kimyasal parametresinin belirlenmesi üzerine yaptığı araştırmada % kül içeriği 0.00246±0.00003 g/100g tespit etmişlerdir.

4.3 Yağ Miktarı

Farklı çeşitteki balmumlarına ait yağ miktarları Çizelge 4.7'de verilmiştir. Çizelgede de görüldüğü üzere yağ miktarları külçe bal mumu örneklerinde %89.33±0.88 ile %97.43±0.67 arasında, temel petek örneklerinde %91.23±0.53 ile %93.95±0.10 ile arasında, balı boşaltılmış peteklerde %85.96±0.03 ile %93.28±0.06 arasında, doğal peteklerde ise %34.58±0.23 ile %66.93±0.39 arasında tespit edilmiştir.

Çizelge 4.7 Bal mumu örneklerine ait yağ miktarı (%)

NUMUNELER	KB	TP	BBP	DB
A	95.75±0.52 ^{ab}	93.95±0.10 ^a	88.44±0.15 ^{cde}	62.58±0.74 ^b
B	97.04±0.47 ^a	91.27±0.74 ^a	89.43±1.04 ^{bcde}	56.52±0.08 ^c
C	97.43±0.67 ^a	92.14±1.00 ^a	91.64±0.79 ^{abc}	66.93±0.39 ^a
D	95.85±0.38 ^{ab}	92.30±0.48 ^a	90.21±0.83 ^{abcd}	47.38±0.32 ^d
E	92.37±0.38 ^{cd}	91.23±0.53 ^a	85.96±0.03 ^e	45.94±1.75 ^d
F	91.37±0.84 ^{de}	92.99±0.52 ^a	91.96±0.02 ^{ab}	34.58±0.23 ^g
G	92.34±1.74 ^{cde}	92.51±1.40 ^a	91.26±0.89 ^{abc}	40.61±0.48 ^f
H	94.83±0.14 ^{abc}	91.81±0.97 ^a	93.28±0.06 ^a	44.84±1.95 ^{de}
J	93.49±0.21 ^{bcd}	92.60±0.50 ^a	90.32±1.75 ^{abcd}	60.03±1.13 ^{bc}
K	89.33±0.88 ^c	93.36±0.90 ^a	87.68±1.23 ^{de}	41.13±0.61 ^{ef}

Ortalama±Standart Hata. Aynı sütunda farklı üstel küçük harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır (Tukey Testi).

Külçe bal mumu, balı boşaltılmış petek ve doğal bal mumuna ait numunelerin kendi içlerinde yağ miktarları arasında istatistiksel olarak $p<0.05$ düzeyinde önemli farklar bulunurken, temel petek numunelerinin yağ miktarı benzer bulunmuştur.

Farklı çeşitteki balmumlarına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.8’de verilmiştir. Varyans kaynağı olan bal mumu çeşidinin $p<0.05$ düzeyinde % yağ miktarına etkisi önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.8 Bal mumu örneklerinin yağ miktarına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F-değeri	P
Bal mumu Çeşidi	3	4454.09	138.74	0.000*
Hata	36	32.10		
Toplam	39			

* $p<0.05$ düzeyinde önemli

Çizelge 4.9’da farklı çeşitteki balmumlarının % yağ miktarlarına ait Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları verilmiştir. Çizelgede görüldüğü üzere balmumlarının çeşitliliğinin yağ içeriği üzerine $p<0.05$ düzeyinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.9 Farklı çeşitteki bal mumu örneklerinin % yağ miktarlarına ait Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Bal mumu Çeşidi	n	% Yağ
KB	10	93.98±2.64 ^a
TP	10	92.42± 0.87 ^a
BBP	10	90.02±2.20 ^a
DB	10	50.05±10.76 ^b

*Farklı harfler çeşitli balmumları arasındaki farklılığı göstermektedir ($p<0.05$).

Çizelge 4.9’daki sonuçlara bakıldığında en düşük % yağ içeriğinin doğal bal mumunda (50.05±10.76 g/100g) olduğu gözlemlenirken, diğer bal mumu çeşitlerinin yağ içeriğinin istatistiksel olarak $p<0.05$ düzeyinde benzer olduğu tespit edilmiştir. Bal mumu bileşimiyle ilgili az sayıda çalışma bulunmakla birlikte, bu çalışmalarda yağ içeriğine yönelik bir bulguya rastlanmamıştır.

4.4 Asit Sayısı

Farklı çeşitteki balmumlarına ait asit sayısı Çizelge 4.10’de verilmiştir. Asit sayısı külçe bal mumu örneklerinde 18.76 ± 0.19 mg KOH/g ile 20.80 ± 0.12 mg KOH/g arasında, temel petek örneklerinde 20.68 ± 0.19 mg KOH/g ile 21.65 ± 0.14 mg KOH/g ile arasında, balı boşaltılmış peteklerde 20.22 ± 0.16 mg KOH/g ile 23.27 ± 0.13 mg KOH/g arasında, doğal peteklerde ise 18.72 ± 0.01 mg KOH/g ile 23.40 ± 0.36 mg KOH/g arasında tespit edilmiştir. Temel petek, balı boşaltılmış petek, külçe bal mumu ve doğal bal mumuna ait bazı numunelerin yağ miktarlarında istatistiksel olarak $p < 0.05$ düzeyinde önemli farklar tespit edilmiştir.

Çizelge 4.10 Bal mumu örneklerine ait asit sayısı miktarı [mg KOH/g]

NUMUNELER	KB	TP	BBP	DB
A	19.38 ± 0.06^d	21.54 ± 0.12^{ab}	20.98 ± 0.03^b	23.40 ± 0.36^a
B	20.61 ± 0.08^{ab}	21.65 ± 0.14^a	21.19 ± 0.27^b	21.95 ± 0.09^b
C	20.80 ± 0.12^a	21.27 ± 0.08^{abc}	21.46 ± 0.14^b	21.15 ± 0.15^b
D	20.59 ± 0.06^{ab}	21.54 ± 0.28^{ab}	20.78 ± 0.77^b	21.60 ± 0.22^b
E	19.66 ± 0.23^{cd}	21.06 ± 0.21^{abc}	21.51 ± 0.13^b	18.72 ± 0.01^c
F	18.80 ± 0.22^c	21.08 ± 0.09^{abc}	22.91 ± 0.54^a	21.55 ± 0.66^b
G	18.76 ± 0.19^c	20.80 ± 0.22^c	23.27 ± 0.13^a	21.63 ± 0.09^b
H	20.18 ± 0.16^{bc}	20.82 ± 0.17^{bc}	20.22 ± 0.16^b	21.89 ± 0.14^b
J	20.32 ± 0.01^{ab}	20.68 ± 0.19^c	20.73 ± 0.40^b	18.77 ± 0.03^c
K	20.46 ± 0.06^{ab}	20.72 ± 0.23^c	20.49 ± 0.00^b	22.03 ± 0.04^b

Ortalama \pm Standart Hata. Aynı sütunda farklı üstel küçük harflerle gösterilen değerler birbirinden $p < 0.05$ düzeyinde farklıdır (Tukey Testi).

Bu değerler Tulloch, (1973)’un (19.1 mg KOH/g), Bernal ve ark., (2005)’in ($17.1-21.9$ mg KOH/g), Svenčnjak ve ark., (2015)’nin ($20.7-30.2$ mg KOH/g), Maia ve Nunes, (2013)’un ($14.4-23.0$ mg KOH/g) yapmış oldukları çalışmalardaki balmumlarına ait asit değerleri ile benzerlik göstermektedir.

Farklı çeşitteki balmumlarına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.11’de verilmiştir. Varyans kaynağı olan bal mumu çeşidinin $p < 0.05$ düzeyinde asit sayısına etkisi önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.11 Bal mumu örneklerinin asit sayısına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F-değeri	P
Bal mumu Çeşidi	3	4.259	4.45	0.009*
Hata	36	0.957		
Toplam	39			

*p<0.05 düzeyinde önemli

Çizelge 4.12’de farklı çeşitteki balmumlarının asit sayısına ait Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları verilmiştir. Çizelgede görüldüğü üzere balmumlarının çeşitliliğinin asit sayısı üzerine p<0.05 düzeyinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.12 Farklı çeşitteki bal mumu örneklerinin asit sayısına ait Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Bal mumu Çeşidi	n	Asit Sayısı
KB	10	19.96±0.76 ^b
TP	10	21.12±0.37 ^{ab}
BBP	10	21.35±1.00 ^a
DB	10	21.27±1.45 ^a

*Farklı harfler çeşitli balmumları arasındaki farklılığı göstermektedir (p<0.05).

Çizelge 4.12’deki sonuçlar göz önüne alındığında en yüksek asit sayısı içeriği balı boşaltılmış petek (21.35±1.00 mg KOH/g) ile doğal bal mumunda 21.27±1.45 mg KOH/g tespit edilmiştir. En düşük asit sayısı külçe bal mumunda (19.96±0.76 mg KOH/g) tespit edilmiştir. Tesfaye ve ark., (2016) Etiyopya’nın güneydoğusundaki ormanlardan toplanan bal mumun fiziko-kimyasal özelliklerini araştırdığı çalışmalarında asit değerini 22.33±0.39 tespit etmişler ve elde edilen sonuçların ulusal ve uluslararası standartlara göre mükemmel kalite karakterleri gösterdiğini belirtmişlerdir. Tulloch ve Hoffman (1972)’ın Kanada’da bulunan sarı, rafine edilmemiş bal mumunun fiziksel ve kimyasal özelliklerini araştırdıkları çalışmalarında 80 adet bal mumunun ortalama asit değerini 18.7 mg KOH/g olarak tespit etmişlerdir.

4.5 Sabunlaşma Sayısı

Farklı çeşitteki balmumlarına ait sabunlaşma sayısı Çizelge 4.13’de verilmiştir. Çizelgede de görüldüğü üzere sabunlaşma sayıları külçe bal mumu örneklerinde 95.78 ± 0.91 mg KOH/g ile 102.39 ± 1.48 mg KOH/g arasında, temel petek örneklerinde 96.37±1.82 mg KOH/g ile 103.63±0.02 mg KOH/g ile arasında, balı boşaltılmış peteklerde 95.63±1.23 mg KOH/g ile 101.56±1.44 mg KOH/g arasında, doğal

peteklerde ise 89.01 ± 0.77 mg KOH/g ile 100.24 ± 2.12 mg KOH/g arasında tespit edilmiştir. Külçe bal mumu numunelerinin kendi içlerinde sabunlaşma sayıları arasındaki fark istatistiksel olarak $p < 0.05$ düzeyinde önemli bulunmazken, temel petek, balı boşaltılmış petek ve doğal bal mumuna ait bazı numunelerde önemli farklar tespit edilmiştir.

Çizelge 4.13 Bal mumu örneklerine ait sabunlaşma sayısı [mg KOH/g]

NUMUNELER	KB	TP	BBP	DB
A	102.39 ± 1.48^a	103.63 ± 0.02^a	101.56 ± 1.44^{ab}	89.01 ± 0.77^c
B	100.79 ± 1.58^a	99.27 ± 1.94^{abc}	101.22 ± 1.86^{ab}	97.23 ± 0.99^{ab}
C	102.04 ± 0.95^a	98.98 ± 1.37^{abc}	97.50 ± 1.11^{ab}	97.15 ± 2.46^{ab}
D	96.06 ± 1.51^a	96.96 ± 1.57^c	102.30 ± 0.88^a	99.13 ± 0.92^a
E	101.78 ± 2.74^a	99.39 ± 1.48^{abc}	98.12 ± 1.25^{ab}	95.03 ± 1.202^{ab}
F	98.83 ± 1.05^a	97.41 ± 1.84^{bc}	100.54 ± 1.13^{ab}	92.30 ± 1.17^{bc}
G	101.87 ± 3.19^a	102.44 ± 0.20^{ab}	101.05 ± 2.50^{ab}	97.77 ± 1.40^{ab}
H	99.23 ± 1.95^a	96.37 ± 1.82^c	100.35 ± 1.95^{ab}	98.63 ± 1.06^a
J	97.56 ± 1.82^a	98.72 ± 1.15^{abc}	95.63 ± 1.23^b	100.24 ± 2.12^a
K	95.78 ± 0.91^a	100.63 ± 0.08^{abc}	101.09 ± 0.73^{ab}	97.66 ± 0.97^{ab}

Ortalama \pm Standart Hata. Aynı sütunda farklı üstel küçük harflerle gösterilen değerler birbirinden $p < 0.05$ düzeyinde farklıdır (Tukey Testi).

Bu değerler Bonvehí ve Bermejo, (2012)'de ($90.1 - 98.3$ mg KOH/g), Maia ve Nunes, (2013)'ün ($65.5 - 124.2$ mg KOH/g), Svenčnjak, Baranovič ve ark., (2015)'in ($57.5 - 134.0$ mg KOH/g) yapmış oldukları çalışmalardaki balmumlarına ait sabunlaşma sayıları ile benzerlik göstermektedir.

Farklı çeşitteki balmumlarına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.14'de verilmiştir. Varyans kaynağı olan bal mumu çeşidinin $p < 0.05$ düzeyinde sabunlaşma sayısına etkisi önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.14 Bal mumu örneklerinin sabunlaşma sayısına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F-değeri	P
Bal mumu Çeşidi	3	26.674	3.82	0.018*
Hata	36	6.983		
Toplam	39			

*p<0.05 düzeyinde önemli

Çizelge 4.15'te farklı çeşitteki balmumlarının sabunlaşma sayısına ait Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları verilmiştir. Çizelgede görüldüğü üzere balmumlarının çeşitliliğinin sabunlaşma sayısı üzerine p<0.05 düzeyinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.15 Farklı çeşitteki bal mumu örneklerinin sabunlaşma sayısına ait Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Bal mumu Çeşidi	n	Sabunlaşma Sayısı
KB	10	99.63±2.52 ^a
TP	10	99.38±2.32 ^{ab}
BBP	10	99.94±2.14 ^a
DB	10	96.41±3.42 ^b

*Farklı harfler çeşitli balmumları arasındaki farklılığı göstermektedir (p<0.05).

Çizelge 4.15'deki sonuçlar göz önüne alındığında en yüksek sabunlaşma sayısı içeriği balı boşaltılmış petek 99.94±2.14 mg KOH/g ve külçe bal mumunda 99.63±2.52 mg KOH/g olduğu gözlemlenirken temel petek 99.38±2.32 mg KOH/g örneklerinin sabunlaşma sayısında bunlara istatistiksel olarak çok yakın olduğu görülmektedir. En düşük ise sabunlaşma sayısı doğal bal mumunda 96.41±3.42 mg KOH/g tespit edilmiştir. Bernal ve ark., (2005)' de saf bal mumunun karakterizasyonu ve taşıyıcılarının tespiti için bal mumunun fiziko-kimyasal parametrelerini araştırdığı çalışmasında saf bal mumunun sabunlaşma sayısını 92.0±3.5 mg KOH/g tespit etmişlerdir.

4.6 İyot Sayısı

Farklı çeşitteki balmumlarına ait iyot sayısı Çizelge 4.16'da verilmiştir. Çizelgede de görüldüğü üzere iyot sayıları külçe bal mumu örneklerinde 10.13±0.01 g I/100g ile 13.46±0.08 g I/100g arasında, temel petek örneklerinde 11.78±0.01 g I/100g ile 13.44±0.02 g I/100g ile arasında, balı boşaltılmış peteklerde 9.61±0.05 g I/100g ile 12.23±0.03 g I/100g arasında, doğal peteklerde ise 5.87±0.03 g I/100g ile 13.38±0.08

g I/100g arasında tespit edilmiştir. Temel petek, balı boşaltılmış petek, külçe bal mumu ve doğal bal mumuna ait bazı numunelerin iyot sayılarında istatistiksel olarak $p<0.05$ düzeyinde önemli farklar tespit edilmiştir.

Çizelge 4.16 Bal mumu örneklerine ait iyot sayısı [g I/100g]

NUMUNELER	KB	TP	BBP	DB
A	10.13±0.01 ^g	11.78±0.01 ^e	10.55±0.03 ^e	5.87±0.03 ^g
B	11.81±0.04 ^c	11.82±0.02 ^e	10.92±0.06 ^d	9.28±0.01 ^f
C	10.52±0.02 ^f	12.23±0.01 ^d	9.61±0.05 ^f	10.10±0.05 ^e
D	10.93±0.08 ^{de}	12.19±0.01 ^d	10.53±0.05 ^e	9.28±0.01 ^f
E	10.92±0.01 ^{de}	11.79±0.04 ^e	11.32±0.11 ^c	10.51±0.01 ^d
F	11.17±0.29 ^d	12.65±0.01 ^c	11.73±0.02 ^b	10.53±0.02 ^d
G	10.96±0.01 ^d	13.02±0.01 ^b	11.29±0.05 ^c	13.38±0.08 ^a
H	10.55±0.02 ^{ef}	13.44±0.02 ^a	12.23±0.03 ^a	10.88±0.06 ^c
J	13.46±0.08 ^a	13.42±0.10 ^a	11.75±0.00 ^b	10.92±0.06 ^c
K	12.99±0.01 ^b	13.43±0.03 ^a	11.40±0.01 ^c	11.65±0.01 ^b

Ortalama±Standart Hata. Aynı sütunda farklı üstel küçük harflerle gösterilen değerler birbirinden $p<0.05$ düzeyinde farklıdır (Tukey Testi).

Bu değerler Bernal ve ark., (2005)'de (7.6-13.1 g I/100g) yapmış olduğu çalışmadaki balmumlarına ait sabunlaşma sayısı ile benzerlik göstermektedir.

Farklı çeşitteki balmumlarına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.17'de verilmiştir. Varyans kaynağı olan bal mumu çeşidinin $p<0.05$ düzeyinde iyot sayısına etkisi önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.17 Bal mumu örneklerinin iyot sayısına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F-değeri	P
Bal mumu Çeşidi	3	9.273	6.16	0.002*
Hata	36	1.505		
Toplam	39			

* $p<0.05$ düzeyinde önemli

Çizelge 4.18'de farklı çeşitteki balmumlarının iyot sayısına ait Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları verilmiştir. Çizelgede görüldüğü üzere balmumlarının çeşitliliğinin iyot sayısı üzerine $p<0.05$ düzeyinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.18 Farklı çeşitteki bal mumu örneklerinin iyot sayısına ait Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Bal mumu Çeşidi	n	İyot Sayısı
KB	10	11.34±1.09 ^{ab}
TP	10	12.58±0.71 ^a
BBP	10	11.13±0.76 ^{ab}
DB	10	10.24±1.94 ^b

*Farklı harfler çeşitli balmumları arasındaki farklılığı göstermektedir (p<0.05).

Çizelge 4.18'deki sonuçlar göz önüne alındığında en yüksek iyot sayısı içeriği temel petek (12.58±0.71 g I/100g) olduğu gözlemlenmiştir. Bunu sırasıyla külçe bal mumu (11.34±1.09 g I/100g), balı boşaltılmış petek (11.13±0.76 g I/100g) takip etmektedir. En düşük iyot sayısı doğal bal mumunda (10.24±1.94 g I/100g) tespit edilmiştir.

4.7 Peroksit Sayısı

Farklı çeşitteki balmumlarına ait peroksit sayısı Çizelge 4.19'da verilmiştir. Peroksit sayısı külçe bal mumu örneklerinde 1.29±0.14 meq O/kg ile 2.18±0.29 meq O/kg arasında, temel petek örneklerinde 0.89±0.14 meq O/kg ile 2.29±0.14 meq O/kg ile arasında, balı boşaltılmış peteklerde 1.59±0.28 meq O/kg ile 2.49±0.14 meq O/kg arasında, doğal peteklerde ise 0.69±0.14 meq O/kg ile 1.99±0.00 meq O/kg arasında tespit edilmiştir. Temel petek, balı boşaltılmış petek, külçe bal mumu ve doğal bal mumuna ait bazı numunelerin peroksit değerlerinde istatistiksel olarak p<0.05 düzeyinde önemli farklar tespit edilmiştir.

Çizelge 4.19 Bal mumu örneklerine ait peroksit değerleri [meq O/kg]

NUMUNELER	KB	TP	BBP	DB
A	1.68±0.16 ^{ab}	1.69±0.14 ^{abc}	2.09±0.14 ^{ab}	1.19±0.28 ^{bcd}
B	1.29±0.14 ^b	1.19±0.28 ^{bc}	2.19±0.00 ^{ab}	1.69±0.14 ^{abc}
C	1.99±0.28 ^{ab}	1.89±0.14 ^{ab}	1.59±0.28 ^b	1.79±0.00 ^{ab}
D	2.18±0.29 ^a	2.29±0.14 ^a	2.09±0.14 ^{ab}	1.99±0.00 ^a
E	1.99±0.00 ^{ab}	1.39±0.28 ^{bc}	1.79±0.28 ^{ab}	1.19±0.28 ^{bcd}
F	1.39±0.28 ^{ab}	1.59±0.28 ^{abc}	2.49±0.14 ^a	1.09±0.14 ^{cd}
G	1.89±0.14 ^{ab}	1.69±0.13 ^{abc}	1.59±0.28 ^b	1.69±0.14 ^{abc}
H	1.99±0.28 ^{ab}	0.89±0.14 ^c	1.79±0.00 ^{ab}	0.69±0.14 ^d
J	1.29±0.14 ^b	1.79±0.28 ^{ab}	2.29±0.14 ^{ab}	1.39±0.00 ^{abc}
K	1.79±0.00 ^{ab}	1.59±0.28 ^{abc}	1.99±0.00 ^{ab}	1.79±0.00 ^{ab}

Ortalama±Standart Hata. Aynı sütunda farklı üstel küçük harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır (Tukey Testi).

Farklı çeşitteki balmumlarına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.20'de verilmiştir. Varyans kaynağı olan bal mumu çeşidinin p<0.05 düzeyinde peroksit sayısına etkisi önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.20 Bal mumu örneklerinin peroksit değerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F-değeri	P
Bal mumu Çeşidi	3	0.530	4.19	0.012*
Hata	36	0.126		
Toplam	39			

*p<0.05 düzeyinde önemli

Çizelge 4.21'de farklı çeşitteki balmumlarının peroksit sayısına ait Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları verilmiştir. Çizelgede görüldüğü üzere balmumlarının çeşitliliğinin peroksit sayısı üzerine p<0.05 düzeyinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.21 Farklı çeşitteki bal mumu örneklerinin asit sayısına ait Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Bal mumu Çeşidi	n	Peroksit Sayısı
KB	10	1.75±0.32 ^{ab}
TP	10	1.60±0.38 ^{ab}
BBP	10	1.99±0.30 ^a
DB	10	1.45±0.41 ^b

*Farklı harfler çeşitli balmumları arasındaki farklılığı göstermektedir (p<0.05).

Çizelge 4.21'deki sonuçlar göz önüne alındığında en yüksek peroksit sayısı içeriğinin balı boşaltılmış petek 1.99±0.30 meq O/kg olduğu gözlemlenmiştir. Bunu

sırasıyla külçe bal mumu 1.75 ± 0.32 meq O/kg, temel petek 1.60 ± 0.38 meq O/kg takip etmektedir. En düşük peroksit sayısı doğal bal mumunda 1.45 ± 0.41 meq O/kg tespit edilmiştir. Sonuçlar literatür verileri ile karşılaştırıldığında Bernal ve ark., (2005) İspanya'nın farklı iklim bölgelerinde üretilen saf balmumlarında peroksit değerini daha düşük (0.0051 ± 0.0002 meq O/kg) buldukları görülmektedir.

4.8 Yağ Asitleri Kompozisyonu

4.8.1 Bal mumu Çeşitleri Yağ Asitleri Kompozisyonu

Bal mumu yağının kimyasal yapısında çoğunlukla C sayısı 20 ila 35 arasındaki doymuş ve doymamış hidrokarbonlar, palmitatlar başta olmak üzere monoesterler ile bazı yağ asitleri tespit edilmiştir (Maia ve Nunes, 2013; Wás ve ark., 2014; Jimenez ve ark., 2007). Bal mumu bileşimini oluşturan doğrusal monoesterler en önemlileridir, ürünün %40-50'sini temsil etmektedir. Esterler uzun zincirli yağ alkollerinden ve yağ asitlerinden özellikle palmitik asit (16:0) ve oleik asitten (18:0) oluşmaktadır. Bal mumu esterlerinin çoğu doymuş yapıdadır (Aichholz ve Lorbeer, 1999). Bu bölümde içeriğinde sadece miktarca fazla olan yağ asitleri sırasıyla incelenmiştir.

4.8.1.1 Külçe Bal mumu Yağ Asitleri Kompozisyonu

Çizelge 4.22'de külçe bal mumu numunelerine ait yağ asitleri kompozisyonu verilmiştir. Çizelgede de görüldüğü üzere külçe bal mumu örneklerinde palmitik asit ($C_{16:0}$) miktarı $\%37.28\pm 1.04$ ile $\%43.94\pm 1.33$ arasında, trans elaidik asit miktarı ($C_{18:1}$ t 11) $\%7.00\pm 0.20$ ile $\%8.17\pm 0.25$ ile arasında, cis-oleik asit miktarı $\%9.89\pm 0.30$ ile $\%13.66\pm 0.99$ arasında, 11-eikosenoik asit miktarı $\%6.23\pm 0.09$ ile $\%7.94\pm 0.59$ arasında, erüsik asit miktarı $\%5.43\pm 0.11$ ile $\%6.90\pm 0.44$ arasındadır.

Çizelge 4.22 Külçe Bal mumu Örneklerinin Yağ Asit Kompozisyonu (%)

NUMUNELER	YAĞ ASİTLERİ				
	Palmitik Asit	Elaidik Asit	Oleik Asit	11-Eikosenoik Asit	Erüsik Asit
A	43.94±1.33	8.17±0.25	10.09±0.84	6.39±0.49	5.7±0.35
B	38.42±1.32	7.09±0.21	11.60±1.18	7.25±1.07	6.47±1.18
C	37.87±2.06	7.51±0.43	11.85±0.67	7.65±0.28	6.90±0.44
D	42.29±1.85	7.2±0.19	11.55±0.95	7.65±0.83	6.69±0.91
E	41.44±0.41	7.81±0.02	10.39±1.06	6.62±0.83	5.86±0.83
F	41.89±2.90	8.14±0.27	10.18±1.47	6.43±1.07	5.74±1.21
G	41.88±1.35	7.97±0.25	9.89±0.30	6.23±0.09	5.43±0.11
H	42.86±0.61	7.14±0.10	13.66±0.99	7.94±0.59	5.86±0.67
J	37.28±1.04	7.00±0.20	10.74±1.15	6.93±0.77	6.18±0.88
K	40.9±4.04	7.14±0.36	11.27±0.30	7.17±0.06	6.21±0.04

4.8.1.2 Temel Petek Örneklerinin Yağ Asitleri Kompozisyonu

Çizelge 4.23’de temel petek numunelerine ait yağ asitleri kompozisyonu verilmiştir. Çizelgede de görüldüğü üzere temel petek örneklerinde palmitik asit (C_{16:0}) miktarı %35.20±1.31 ile %55.99±24.95 arasında, trans elaidik asit miktarı (C_{18:1 t 11}) %6.62±0.29 ile %12.86±9.05 arasında, cis-oleik asit miktarı %10.43±0.42 ile %13.62±3.40 arasındadır.

Çizelge 4.23 Temel Petek Örneklerinin Yağ Asit Kompozisyonu (%)

NUMUNELER	YAĞ ASİTLERİ		
	Palmitik Asit	Elaidik Asit	Oleik Asit
A	47.21±14.58	8.29±2.51	13.62±3.40
B	42.89±9.97	12.86±9.05	12.99±3.01
C	48.35±12.82	8.71±2.37	13.09±2.97
D	55.99±24.95	9.62±4.16	12.58±1.71
E	45.33±14.93	10.72±3.35	12.81±3.16
F	36.00±2.75	6.62±0.29	11.37±0.11
G	39.36±0.83	7.33±0.08	10.71±0.13
H	35.20±1.31	6.72±0.64	11.41±0.48
J	37.58±4.02	6.75±0.89	11.36±0.51
K	38.75±3.34	7.05±0.76	10.43±0.42

4.8.1.3 Balı Boşaltılmış Petek Örneklerinin Yağ Asitleri Kompozisyonu

Çizelge 4.24’te balı boşaltılmış petek numunelerine ait yağ asitleri kompozisyonu verilmiştir. Çizelgede de görüldüğü üzere temel petek örneklerinde

palmitik asit (C_{16:0}) miktarı %37.00±3.81 ile %48.39±13.85 arasında, trans elaidik asit miktarı (C_{18:1 t 11}) %6.87±0.37 ile %8.48±1.56 arasında, cis-oleik asit miktarı %11.07±1.68 ile %14.86±5.01 arasında, 11-eikosenoik asit miktarı %6.75±1.86 ile %8.98±3.03 arasında, erüsik asit miktarı %6.08±1.81 ile %8.05±2.77 arasındadır.

Çizelge 4. 24 Balı Boşaltılmış Petek Örneklerinin Yağ Asit Kompozisyonu (%)

NUMUNELER	YAĞ ASİTLERİ				
	Palmitik Asit	Elaidik Asit	Oleik Asit	11-Eikosenoik Asit	Erüsik Asit
A	40.96±1.19	7.27±0.09	12.37±1.16	7.82±0.59	6.76±0.52
B	40.57±1.65	7.42±0.61	12.34±1.22	7.51±0.87	6.85±0.77
C	48.30±10.34	8.48±1.56	14.86±5.01	8.98±3.03	8.05±2.77
D	48.39±13.85	8.45±2.46	14.72±5.14	8.63±2.79	7.91±2.45
E	37.00±3.81	6.92±0.62	11.76±1.74	7.73±0.95	6.75±0.66
F	41.61±6.01	7.74±0.72	11.07±1.68	6.84±0.63	6.15±0.22
G	41.78±2.33	7.93±0.19	11.21±1.89	7.11±1.04	6.52±0.75
H	42.54±1.05	7.60±2.5	11.21±2.93	6.75±1.86	6.08±1.81
J	38.97±3.78	7.08±0.55	11.93±1.66	7.35±0.83	6.70±0.70
K	38.25±3.16	6.87±0.37	12.24±1.79	7.35±0.95	6.77±0.78

4.8.1.4 Doğal Bal mumu Örneklerinin Yağ Asitleri Kompozisyonu

Çizelge 4.25'te doğal bal mumu numunelerine ait yağ asitleri kompozisyonu verilmiştir. Çizelgede de görüldüğü üzere temel petek örneklerinde palmitik asit (C_{16:0}) miktarı %31.97±1.71 ile %42.85±3.12 arasında, trans elaidik asit miktarı (C_{18:1 t 11}) %4.73±0.42 ile %7.33±0.45 arasında, cis-oleik asit miktarı %9.80±0.18 ile %12.62±0.20 arasında, 11-eikosenoik asit miktarı %6.22±0.40 ile %8.16±0.08 arasında, erüsik asit miktarı %5.21±0.25 ile %7.78±0,06 arasındadır.

Çizelge 4.25 Doğal Bal mumu Örneklerinin Yağ Asit Kompozisyonu (%)

NUMUNELER	YAĞ ASİTLERİ				
	Palmitik Asit	Elaidik Asit	Oleik Asit	11-Eikosenoik Asit	Erüsik Asit
A	42.85±3.12	4.73±0.42	12.62±0.20	6.75±0.11	6.04±0.24
B	36.32±3.68	6.03±0.57	11.31±0.08	6.89±0.16	6.39±0.08
C	38.01±1.36	6.02±1.12	10.35±0.24	6.32±0.55	5.91±0.99
D	32.92±3.11	5.59±0.19	11.66±0.04	8.16±0.08	7.78±0.06
E	31.97±1.71	6.10±0.49	11.82±2.06	7.33±1.16	6.52±0.92
F	34.22±0.45	6.61±0.34	11.37±0.51	6.22±0.40	5.63±0.53
G	38.39±0.27	6.94±0.50	9.80±0.18	6.93±0.23	6.65±0.06
H	39.11±3.20	7.04±0.70	10.98±0.37	6.83±0.28	6.16±0.30
J	40.94±1.36	7.33±0.45	9.88±0.37	6.93±0.37	6.40±0.42
K	34.17±0.30	6.28±0.03	11.40±0.52	6.26±0.30	5.21±0.25

4.8.2 Bal mumu Çeşitlerinin Yağ Asitlerinin Karşılaştırılması

4.8.2.1 Palmitik Asit

Farklı çeşitteki balmumlarına ait örneklerin doymuş yağ asitlerinden palmitik asit (16:0) miktarları ile Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.26'da verilmiştir. Çizelgeye göre temel petek örnekleri diğer örneklere kıyasla daha yüksek palmitik asit içeriğine (42.67±2.08) sahip iken; doğal bal mumu örneklerinin düşük palmitik asit oranına (36.89±1.13) sahip oldukları tespit edilmiştir. Farklı çeşitteki balmumlarının istatistiksel olarak $p<0.05$ düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.26 Farklı çeşitteki bal mumu örneklerinin palmitik asit % miktarları ve tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Bal mumu Çeşidi	n	Palmitik Asit(%)*
KB	10	40.87±0.71 ^{ab}
TP	10	42.67±2.08 ^a
BBP	10	41.84±1.21 ^{ab}
DB	10	36.89±1.13 ^b

*Farklı harfler çeşitli balmumları arasındaki farklılığı göstermektedir ($p<0.05$).

Bu değerlerin, Jimenez ve ark., (2007)'nin İspanya'nın farklı bölgelerinden toplanılan beyaz ve sarı renkli balmumlarında GC/FID cihazıyla tespit ettikleri palmitik asit miktarlarından (%15.03-19.23) daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu farkın nedeni, bu tez çalışmasında % olarak sadece yağ asitlerinin hesaplamaya dahil edilmesi olabilir. Jimenez ve ark., (2007) yaptıkları çalışmada alkanlar, alkenler, çeşitli

esterler dahil toplam 102 bileşen içerisinde palmitik asit miktarını hesaplayıp vermişlerdir.

Farklı çeşitteki balmumlarına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.27’de verilmiştir. Varyans kaynağı olan bal mumu çeşidinin $p<0.05$ düzeyinde palmitik asit değerine etkisi önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.27 Bal mumu örneklerinin palmitik asit % değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F-Değeri	P
Bal mumu Çeşidi	3	65.45	3.45	0.027
Hata	36	18.97		
Toplam	39			

* $p<0.05$ düzeyinde önemli

4.8.2.2 Elaidik Asit

Farklı çeşitteki balmumlarına ait örneklerin trans yağ asitlerinden elaidik asit ($C_{18:1}$ t 11) miktarları ile Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.28’de verilmiştir. Çizelgeye göre temel petek örnekleri diğer örneklere kıyasla daha yüksek elaidik asit içeriğine % 8.47 ± 0.65 sahip iken; doğal bal mumu örneklerinin düşük elaidik asit oranına % 6.27 ± 0.24 sahip oldukları tespit edilmiştir. Farklı çeşitteki balmumlarının istatistiksel olarak $p<0.05$ düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.28 Farklı çeşitteki bal mumu örneklerinin elaidik asit % miktarları ve tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Bal mumu Çeşidi	n	Elaidik Asit (%) *
KB	10	7.51 ± 0.15^{ab}
TP	10	8.47 ± 0.65^a
BBP	10	7.58 ± 0.18^{ab}
DB	10	6.27 ± 0.24^b

*Farklı harfler çeşitli balmumları arasındaki farklılığı göstermektedir ($p<0.05$).

Farklı çeşitteki balmumlarına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.29’da verilmiştir. Varyans kaynağı olan bal mumu çeşidinin $p<0.05$ düzeyinde palmitik asit değerine etkisi önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.29 Bal mumu örneklerinin elaidik asit % değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F-Değeri	P
Bal mumu Çeşidi	3	8.18	6.04	0.002
Hata	36	1.354		
Toplam	39			

*p<0.05 düzeyinde önemli

4.8.2.3 Oleik Asit

Farklı çeşitteki balmumlarına ait örneklerin doymamış yağ asitlerinden oleik asit (C_{18:1} C 9) miktarları ile Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.30'da verilmiştir. Çizelgeye göre farklı çeşitteki balmumlarının oleik asit miktarları arasındaki fark istatistiksel olarak p<0.05 düzeyinde önemli bulunmamıştır.

Çizelge 4.30 Farklı çeşitteki bal mumu örneklerinin oleik asit % miktarları ve tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Bal mumu Çeşidi	n	Oleik Asit (%) *
KB	10	11.12±0.35 ^a
TP	10	12.04±0.35 ^a
BBP	10	12.37±0.43 ^a
DB	10	11.11±0.28 ^a

*Farklı harfler çeşitli balmumları arasındaki farklılığı göstermektedir (p<0.05).

Jiménez ve ark., (2007) tarafından, İspanya'nın farklı bölgelerinden toplanılan beyaz ve sarı renkli balmumlarında 102 kimyasal bileşik (doymuş ve doymamış hidrokarbonlar, palmitatlar, toplam ve serbest asitler, toplam hidroksiasitler, toplam ve serbest alkoller, asidik monoesterler ve monoesterize edilmiş 1,2,3 propanetrioller) GC/FID ile belirlenmiştir. Bunlar içerisinde oleik asit miktarı %1.42-4.86 olarak tespit edilmiştir. Bu çalışmada oleik asit miktarının daha yüksek (%11.11-12.37) çıkmasının nedeni, % olarak sadece yağ asitlerinin hesaplamaya dahil edilmesi olabilir.

Farklı çeşitteki balmumlarına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.31'de verilmiştir. Varyans kaynağı olan bal mumu çeşidinin p<0.05 düzeyinde oleik asit değerine etkisi önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.31 Bal mumu örneklerinin oleik asit % değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F-Değeri	P
Bal mumu Çeşidi	3	4.09	3.18	0.035
Hata	36	1.28		
Toplam	39			

*p<0.05 düzeyinde önemli

4.8.2.4 11-Eikosenoik Asit

Farklı çeşitteki balmumlarına ait örneklerin doymamış yağ asitlerinden 11-eikosenoik asit miktarları ile Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.32’de verilmiştir. Çizelgeye göre balı boşaltılmış petek örnekleri diğer örneklerle kıyasla daha yüksek 11-eikosenoik asit içeriğine 7.61 ± 0.23 sahip iken; doğal bal mumu örneklerinin düşük 11-eikosenoik asit oranına 6.86 ± 0.18 sahip oldukları tespit edilmiştir. Farklı çeşitteki balmumlarının istatistiksel olarak p<0.05 düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.32 Farklı çeşitteki bal mumu örneklerinin 11-eikosenoik asit asit % miktarları ve Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Bal mumu Çeşidi	n	11-Eikosenoik Asit (%)*
KB	10	7.03 ± 0.202^{ab}
BBP	10	7.61 ± 0.23^a
DB	10	6.86 ± 0.18^b

*Farklı harfler çeşitli balmumları arasındaki farklılığı göstermektedir (p<0.05).

Farklı çeşitteki balmumlarına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.33’te verilmiştir. Varyans kaynağı olan bal mumu çeşidinin p<0.05 düzeyinde 11-eikosenoik asit değerine etkisi önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.33 Bal mumu örneklerinin 11-eikosenoik asit asit % değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F-Değeri	P
Bal mumu Çeşidi	2	1.53	3.78	0.036
Hata	27	0.405		
Toplam	29			

*p<0.05 düzeyinde önemli

4.8.2.4 Erüsik Asit

Farklı çeşitteki balmumlarına ait örneklerin doymamış yağ asitlerinden erüsik asit miktarları ile Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.34’de verilmiştir. Çizelgeye göre balı boşaltılmış petek örnekleri diğer örneklere kıyasla daha yüksek erüsik asit içeriğine 6.85 ± 0.65 sahip iken; külçe bal mumu örneklerinin düşük erüsik asit oranına 6.10 ± 0.15 sahip oldukları tespit edilmiştir. Farklı çeşitteki balmumlarının istatistiksel olarak $p < 0.05$ düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.34 Farklı çeşitteki bal mumu örneklerinin Erüsik asit % miktarları ve Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Bal mumu Çeşidi	n	Erüsik Asit
KB	10	6.10 ± 0.15^b
BBP	10	6.85 ± 0.65^a
DB	10	6.27 ± 0.68^{ab}

*Farklı harfler çeşitli balmumları arasındaki farklılığı göstermektedir ($p < 0.05$).

Farklı çeşitteki balmumlarına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.35’te verilmiştir. Varyans kaynağı olan bal mumu çeşidinin $p < 0.05$ düzeyinde erüsik asit değerine etkisi önemli bulunmuştur.

Çizelge 4. 35 Bal mumu örneklerinin erüsik asit % değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F-Değeri	P
Bal mumu Çeşidi	2	1.55	4.17	0.026
Hata	27	0.37		
Toplam	29			

* $p < 0.05$ düzeyinde önemli

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu tez çalışmasında Ordu ilinde bulunan farklı çeşitteki balmumlarının (külçe bal mumu, temel petek, balı boşaltılmış petek, doğal bal mumu) kimyasal özellikleri ve kalite parametreleri araştırılmıştır. Yapılan araştırma sonucunda elde edilen veriler aşağıdaki gibidir.

1. Farklı çeşitteki balmumlarına ait numunelerin kuru madde miktarları incelenmiş olup temel petek ve balı boşaltılmış petek numunelerinin kendi içlerinde kuru madde miktarları arasındaki fark istatistiksel olarak $p<0.05$ düzeyinde önemli bulunmazken, en yüksek kuru madde miktarı temel petek (99.52 ± 0.09), en düşük kuru madde miktarı ise doğal bal mumu (99.20 ± 0.29) numunelerinde bulunmuştur.

2. Farklı çeşitteki balmumlarına ait numunelerin; temel petek, balı boşaltılmış petek, külçe bal mumu ve doğal bal mumuna ait bazı numunelerin kül miktarlarında istatistiksel olarak $p<0.05$ düzeyinde önemli farklar tespit edilmiştir. En yüksek kül içeriği ise doğal bal mumu (0.40 ± 0.23) numunelerinde bulunmuştur.

3. Farklı çeşitteki balmumlarına ait numunelerin; en düşük yağ içeriği doğal bal mumunda 50.05 ± 10.76 olduğu gözlemlenirken; külçe bal mumu, balı boşaltılmış petek ve temel peteğe ait numunelerin kendi içlerinde yağ miktarları arasında istatistiksel olarak $p<0.05$ düzeyinde yağ miktarlarının 90 'ın üzerinde ve kendi içlerinde benzer olduğu tespit edilmiştir.

4. Farklı çeşitteki balmumlarına ait numunelerin; temel petek, balı boşaltılmış petek, külçe bal mumu ve doğal bal mumuna ait bazı numunelerin asit sayısında istatistiksel olarak $p<0.05$ düzeyinde önemli farklar tespit edilmiştir. En yüksek asit sayısı balı boşaltılmış petekte 21.35 ± 1.00 mg KOH/g ve doğal bal mumu 21.27 ± 1.45 mg KOH/g gözlemlenirken en düşük asit sayısı külçe bal mumunda 19.96 ± 0.76 mg KOH/g tespit edilmiştir.

5. Farklı çeşitteki balmumlarına ait numunelerin; külçe bal mumu numuneleri kendi içlerinde sabunlaşma sayıları arasındaki fark istatistiksel olarak $p<0.05$ düzeyinde önemli bulunmazken, temel petek, balı boşaltılmış petek ve doğal bal mumuna ait bazı numunelerde önemli farklar tespit edilmiştir. Sonuçlar göz önüne alındığında en yüksek sabunlaşma sayısı içeriği balı boşaltılmış petek (99.94 ± 2.14 mg KOH/g) ve

külçe bal mumunda (99.63 ± 2.52 mg KOH/g) olduğu gözlemlenmiştir. En düşük sabunlaşma sayısı doğal bal mumunda (96.41 ± 3.42 mg KOH/g) tespit edilmiştir.

6. Farklı çeşitteki balmumlarına ait numuların; temel petek, balı boşaltılmış petek, külçe bal mumu ve doğal bal mumuna ait bazı numunelerin iyot sayılarında istatistiksel olarak $p < 0.05$ düzeyinde önemli farklar tespit edilmiştir. Sonuçlar göz önüne alındığında en yüksek iyot sayısı içeriği temel petekte (12.58 ± 0.71 g I/100g) gözlemlenirken en düşük iyot sayısı doğal bal mumunda (10.24 ± 1.94 g I/100g) tespit edilmiştir.

7. Farklı çeşitteki balmumlarına ait numuların; temel petek, balı boşaltılmış petek, külçe bal mumu ve doğal bal mumuna ait bazı numunelerin peroksit değerlerinde istatistiksel olarak $p < 0.05$ düzeyinde önemli farklar tespit edilmiştir. Sonuçlar göz önüne alındığında en yüksek peroksit sayısı içeriğinin balı boşaltılmış petek (1.99 ± 0.30 meq O/kg) olduğu gözlemlenirken en düşük peroksit sayısı doğal bal mumunda (1.45 ± 0.41 meq O/kg) tespit edilmiştir.

8. Farklı çeşitteki balmumlarına ait numunelerin; miktarca fazla olan yağ asitleri sırasıyla irdelenmiştir. Temel petek örnekleri diğer örneklere kıyasla daha yüksek palmitik asit içeriğine (42.67 ± 2.08 %) sahip iken; doğal bal mumu örneklerinin düşük palmitik asit oranına (36.89 ± 1.13 %) sahip oldukları tespit edilmiştir. Farklı çeşitteki balmumlarının istatistiksel olarak $p < 0.05$ düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir. Temel petek örnekleri diğer örneklere kıyasla daha yüksek elaidik asit içeriğine 8.47 ± 0.65 % sahip iken; doğal bal mumu örneklerinin düşük elaidik asit oranına 6.27 ± 0.24 % sahip oldukları tespit edilmiştir. Farklı çeşitteki balmumlarının oleik miktarları arasındaki fark istatistiksel olarak $p < 0.05$ düzeyinde önemli bulunmamıştır. balı boşaltılmış petek örnekleri diğer örneklere kıyasla daha yüksek 11-eikosenoik asit içeriğine 7.61 ± 0.23 % sahip iken; doğal bal mumu örneklerinin düşük 11-eikosenoik asit oranına 6.86 ± 0.18 % sahip oldukları tespit edilmiştir. Balı boşaltılmış petek örnekleri diğer örneklere kıyasla daha yüksek erüsik asit içeriğine 6.85 ± 0.65 % sahip iken; külçe bal mumu örneklerinin düşük erüsik asit oranına 6.10 ± 0.15 % sahip oldukları tespit edilmiştir. Farklı çeşitteki balmumlarının istatistiksel olarak $p < 0.05$ düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir.

Sonuç olarak bu çalışmada bal mumu çeşitleri arasında incelenen parametreler açısından farklılıklar olduğu görülmekle birlikte yaptığımız analizler doğrultusunda elde edilen sonuçların uluslararası standartlara uygun olduğu bulunmuştur. Ülkemizde diğer arıcılık ürünleri ile ilgili çok sayıda çalışma yapılmasına rağmen bal mumu ile ilgili pek çalışma bulunmamaktadır. Bu tez çalışmasında bal mumu çeşitlerine ait elde edilen veriler ülkemizde arıcılık ürünleri içerisinde önemli yere sahip olan bal mumu için uygun standartlar oluşturulması açısından faydalı olacaktır.

6. KAYNAKLAR

- Aichholz, R. & Lorbeer, E. (1999). Investigation of combwax of honeybees with high-temperature gas chromatography and high-temperature gas chromatography-chemical ionization mass spectrometry. II: High-temperature gas chromatography-chemical ionization mass spectrometry. *Journal of Chromatography. A*, 855(1-2), 601-615.
- Aichholz, R. & Lorbeer, E. (2000). Investigation of combwax of honeybees with high-temperature gas chromatography and high-temperature gas chromatography-chemical ionization mass spectrometry. II: High-temperature gas chromatography-chemical ionization mass spectrometry. *Journal of Chromatography. A*, 883, 75-88.
- Anonim, (1991). Food Additives Series 30 Beeswax. First draft prepared by Dr D.L Grant Bureau of Chemical Safety Health and Welfare Ottawa, ontario, Canada. <http://www.inchem.org/documents/jecfa/jecmono/v29je01.htm> (05.06.2021).
- Anonim, (2016). Türkiye İstatistik Kurumu Hayvansal Üretim İstatistikleri, <http://www.tuik.gov.tr> (11.09.2020).
- Anonim, (2020a). Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO <http://www.fao.org/faostat/en/#data> (10.09.2020).
- Anonim, (2020b). Türkiye İstatistik Kurumu, TÜİK <https://www.tuik.gov.tr> (11.09.2020).
- Anonim, (2021). <https://www.tarimorman.gov.tr/Konular/Hayvancilik/Arıcılık> (13.08.2020).
- Bağçe, A. (2009). Arıcılıkta kullanılan temel peteklerde naftalin kalıntısının belirlenmesi üzerinde bir araştırma. Yüksek Lisans Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootekni Anabilim Dalı, Aydın.
- Bayir, Y., Un, H., Ugan, RA., Akpınar, E., Cadirci, E., Calik, E. & Halici, Z. (2019). The effects of beeswax, olive oil and butter impregnated bandage on burn wound healing. *Burns*. 45, 1410-1417.
- Bekele Tesfaye, Desalegn Begna, Mitiku Eshetu. Analysis of Physico-Chemical Properties of Beeswax Produced in Bale Natural Forest, South-Eastern Ethiopia. *European Journal of Biophysics. Special Issue: Environmental Toxicology*. Vol. 4, No. 5, 2016, pp. 42-46.
- Bernardini, F., Tuniz, C., Coppa, A., Mancini, L. & Dreossi, D. Et al. (2012). Beeswax as dental filling on a neolithic human tooth. *Plos ONE*, 7(9): e44904.
- Bernal, JL., Jimenez, JJ., Nozal, MJ., Toribio, L. & Martín, MT. (2005). Physico-chemical parameters for the characterization of pure beeswax and detection of adulterations. *European Journal of Lipid Science and Technology*. 107, 158-166.
- Bogdanov, S. (2004a). Beeswax: quality issues today. *Bee World*. 85(3), 46-50.
- Bogdanov, S. (2004b). Quality and standarts of pellen and beeswax. *Apiacta*. 38, 334-341.

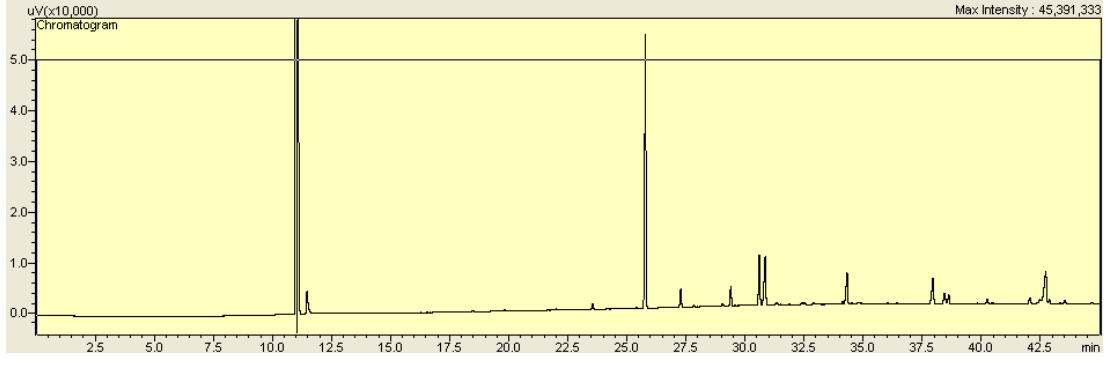
- Bogdanov, S. (2006). Contaminants of Bee Products. *Apidologie*. 37, 1-18.
- Bogdanov, S. (2009). Beeswax: uses and trade. *Bee Product Science*, 1-11.
- Bogdanov, S. (2012). Propolis: production, properties composition and control. *Bee Product Science*. www.bee-hexagon.net .
- Bogdanov, S., Kılchenmann, V., Seiler, V., Pfefferli, H., Frey, TH., Roux, B., Wenk, P. & Noser, J. (2004). Residues of para-dichlorobenzene in honey and beeswax. *Journal of Apicultural Research*. 43(1), 14-16.
- Bommuraj, V., Chen, Y., Klein, H., Sperling, R., Barel, S. & Shimshoni, JA. (2019). Pesticide and trace element residues in honey and beeswax combs from israel in association with human risk assessment and honey adulteration. *Food Chemistry*.
- Bonvehi, JS. & Bermejo, FJO. (2012). Detection of adulterated commercial Spanish beeswax. *Food Chemistry*. 132, 642-648.
- Bourtoom, T. (2008). Edible films and coatings: characteristics and properties. *International Food Research Journal*. 15(3), ?.
- Buchwald, R., Breed, Md., Bjostad, L., Hibbard, BE. & Greenberg, AR. (2009). The role of fatty acids in the mechanical properties of beeswax. *Apidologie*, 40, 585-594.
- Crane, E. (1983). Global Apiculture: a New Outlook. *Outlook on Apiculture* 12(3), 135-141.
- Debeaufort, F., Polo, MM. & Voilley, A. (1993). Polarity homogeneity and structure affect water vapor permeability of model edible films. *Food Science*. 58(2), 426-429.
- Eshete, Y. & Eshetie, T. (2018). A review on crude beeswax mismanagement and lose: opportunities for collection, processing and marketing in Ethiopia. *Journal of Nutritional Health & Food Engineering*. 8(6), 384-389.
- Fratini, F., Cilia, G., Turchi, B. & Felicioli, A. (2016). Beeswax: a minireview of its antimicrobial activity and its application in medicine. *Asian Pacific Journal of Medicine*. 9(9),839-843).
- Gemeda, M. & Kebebe, D. (2019). Evaluation of the quality of beeswax from different sources and rendering methods. *International Journal of Research Studies in Biosciences*. 7(6), 20-25.
- Genç, F. (1993). Arıcılığın temel esasları. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Tesisi, No:149, Erzurum, 223s.
- Güler, A (2006). Bal Arısı (Apis mellifera L.). Ondokuz Mayıs üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitabı NO 55: 574 s, Samsun.
- Harriet, J. & Campâ, J. (2017). Agricultural pesticides and veterinary substances in Uruguayan beeswax. *Chemosphere*. 177, 77-83.
- Hassan, ZH., Lesmayati, S., Qomariah, R. & Hasbianto, A. (2014). Effects of wax coating applications and storage temperatures on the quality of tangerine citrus

- (*Citrus reticulata*) var. Siam banjar. *International Food research Journal*. 21(2), 641-648.
- Imdorf, A., Kilchenmann, V., Kuhn, R. & Bogdanov, S. (2003). Beeswax replacement in organic bee keeping is there a risk of contamination by residues in hive walls?. *Apiacta*. 38, 178.
- James, C. S. (1995). Analytical chemistry of foods. Blackie academic and Professional press. *Chemistry*, 46, 4358-4362.
- Jiménez, JJ., Bernal JL., Aumente, S., del Nozal, MJ., Martín, T. & Bernal, J. (2004). Quality assurance of commercial beeswax I. Gas chromatography-electron impact ionization mass spectrometry of hydrocarbons and monoesters. *Journal of Chromatography A*, 1024, 147-154.
- Jiménez, JJ., Bernal JL., Aumente, S., Toribio, L. & Bernal, J. (2004). Quality assurance of commercial beeswax II. Gas chromatography-electron impact ionization mass spectrometry of alcohols and acids. *Journal of Chromatography A*, 1007, 101-116.
- Jiménez, JJ., Bernal, JL., del Nozal, MJ., Toribio, L. & Bernal, J. (2007). Detection of beeswax adulterations using concentration guide- values. *European Journal of Lipid Science and Technology*. 109, 682-690.
- Kara, S. (2019). Karnauba ve Bal mumu vaksları ile hazırlanan oleojellerin DSC ve FT-IR spektroskopisi ile karakterizasyonu. Yüksek Lisans İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi, Fen bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.
- Karakoç, BR. (2018). Plastik ve doğal bal mumu yükseklerde üretilen arı sütlerinin mikrobiyal yüklerinin, protein içeriklerinin ve antimikrobiyal etkinliklerinin araştırılması. Yüksek Lisans Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Ankara.
- Korkmaz, A. (2013). Anlaşılabilir Arıcılık. Gıda Tarım ve Hayvancılık İl Müdürlüğü, Samsun, 344s.
- Krell, R. (1996). Value-added products from beekeeping. Food and Agriculture Organization of the United, No:124, 409s.
- Maia, M. & Nunes, FM. (2013). Authentication of beeswax (*Apis mellifera*) by high-temperature gas chromatography and chemometric analysis. *Food Chemistry*. 136, 961-968.
- Mudannayaka, AI., Rajapaksha, DSW. & Kodithuwakku, AHT. (2016). Effect of beeswax, gelatin and aloe vera gel coatings on physical properties and shelf life of chicken eggs stored at 30°C. *Scienceline Publication*. 6(1), 6-13.
- Munro, I.C., Dinovi, M., Knaap, A. & Kuznesof, P.M. (2006). Beeswax. Beeswax (WHO Food Additives Series 56).
- Namdar, D., Neumann, R., Sladezki, Y., Haddad, N. & Weiner, S. (2007). Alkane composition variations between darker and lighter colored comb beeswax. *Apidologie*. 38, 453-461.

- Nasrin, TAA., Rahman, MA., Arfin, MS., Islam, MN. & Ullah, MA. (2020). Effect of novel coconut oil and beeswax edible coating on postharvest quality of lemon at ambient storage. *Journal of Agriculture and Food Research*. 2, 100019.
- Saygılı, M. (2017). Kırklareli ilinde arıcılık faaliyeti yapan üreticilerden toplanan peteklerde antibiyotik ve pestisit kalıntısı aranması. Yüksek Lisans Namık Kemal Üniversitesi, Fen bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Tekirdağ.
- Seleshi, G., Woldetsadik, K. & Azane, M. (2019). Effect of calcium chloride dipping and beeswax coating on the shelf life and quality of nectarine (*Prunus persica* (L.) Batsch var. *Nucipersica*) fruits. *Agriculture and Food Sciences Research*. 6(1), 71-78.
- Svecnjak, L., Baranovic, G., Vincekovic, M., Prd'un, S., Bubalo, D., & Tlak Gajger, I. (2015). An approach for routine analytical detection of beeswax adulteration using FTIR-ATR spectroscopy. *Journal of Apicultural Science*, 59(2), 37–49.
- TEPGE, 2020. Arıcılık 2020. Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü Müdürlüğü, TEPGE <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge/>
- Topal, E., Ceylan, Ö., Kösoğlu, M., Mârgãoan, R. & Cıpcıgan, MC. (2020). Bal mumunun yapısı, kullanım alanları ve bazı temel sorunları. *Uluarıcılık*. 20(2), 209-220.
- Tsigouri, A., Spiroudi, UM., Thrasylvoulou, A. & Diamantidis, G. (2003). Fluvalinate residues in greek honey and beeswax. *Apiacta*. 38, 50-53.
- Tulloch, A. P. (1973). Factors affecting analytical values of beeswax and detection of adulteration. *Journal of the American Oil Chemists Society*, 50(7), 269–272.
- Tulloch, AP. (1970). The composition of beeswax and other waxes secreted by insects. *Lipids*. 5(2), 247-258.
- Tulloch, AP. (1971). Beeswax: structure of the esters and their component hydroxy acids and diols. *Chemistry and Physics of Lipids*, 6, 235-265.
- Tulloch, AP. & Hoffman, LL. (1972). Canadian beeswax: analytical values and composition of hydrocarbons, free acids and long chain esters. National Research Council of Canada. 696-697.
- Uylaşer, V. & Başoğlu, F. (2014). Temel gıda analizleri. Dora yayıncılık, Bursa, 135s.
- Waś, E., Szczesna, T. & Chmielewska, HR. (2014). Determination of beeswax hydrocarbons by gas chromatography with a mass detector (gc-ms) technique. *Journal of Apicultural Science*, 58(1),145-157.
- Waś, E., Szczesna, T. & Chmielewska, HR. (2016). Efficiency of GC-MS method in detection of beeswax adulterated with paraffin. *Apiculture Division in Pulawy*. 60(1), 145-161.
- Yılmaz, F. (2011). Kaşar peyniri üretiminde bal mumunun kaplama materyali olarak kullanılabilirliği ve peynir kalitesine etkisi. Yüksek Lisans Atatürk Üniversitesi, Fen bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Erzurum.

Yılmaz, F. & Dağdemir, E. (2012). The effects of beeswax coating on quality of Kashar cheese during ripening. *International Journal of Food Science and Technology*, 47, 2582-2589.

EKLER



Ek 1: Doğal bal mumu numunesinin GC-FID’de okunan yağ asitleri kromatogramı.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı	Melike İNAL
Doğum Yeri	
Doğum Tarihi	
Uyruğu	+ T.C. <input type="checkbox"/> Diğer:
Telefon	
E-Posta Adresi	

Eğitim Bilgileri	
Lisans	
Üniversite	Ordu Üniversitesi
Fakülte	Ziraat Fakültesi
Bölümü	Gıda Mühendisliği
Mezuniyet Yılı	01.06.2018