ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BAZI BALLARIN KİMYASAL BİLEŞİMİ ÜZERİNE ARAŞTIRMA

Gül ŞAHİN

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ANKARA
2019

Her hakkı saklıdır

TEZ ONAYI

Gül ŞAHİN tarafından hazırlanan **"Bazı Balların Kimyasal Bileşimi Üzerine Araştırma"** adlı tez çalışması 03/09/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Prof. Dr. Recai ERCAN
Ankara Üniversitesi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Jüri Üyeleri:

Başkan : Prof. Dr. Recai ERCAN
Ankara Üniversitesi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Üye : Prof. Dr. Hami ALPAS
Orta Doğu Teknik Üniversitesi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Üye : Doç. Dr. Pınar ŞANLIBABA
Ankara Üniversitesi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Özlem YILDIRIM
Enstitü Müdürü V.

ETİK

Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlamış olduğum bu tez içerisindeki tüm bilgilerin doğruluğunu ve tam olduğunu, bilgilerin üretilmesi aşamasında bilimsel etiğe uygun davrandığımı, yararlandığım tüm kaynakları atıf yaparak belirttiğimi beyan ederim.

03/09/2019

Gül ŞAHİN

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

BAZI BALLARIN KİMYASAL BİLEŞİMİ ÜZERİNE ARAŞTIRMA

Gül ŞAHİN

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Recai ERCAN

Bu çalışmada Kırgizistan' da üretilen bazı bal çeşitlerinin karakteristik özellikleri belirlenmeye çalışılmıştır. Kırgızistan' ın çeşitli bölgelerinden toplanmış olan 46 adet çiçek balı üzerinde bazı fiziksel ve kimyasal analizler yapılmış olup daha sonra balların aroma profillerinin belirlenmesi amacıyla GC-MS cihazı kullanılmıştır. Fiziksel ve kimyasal özellikleri açısından; nem değeri %19,73±0,14 ile %13,00 arasında olup ortalaması %16,22, pH değeri 4,34±0,02 ile 3,58±0,03 arasında olup ortalama 3,84, briks^{o} değeri 80,53±0,16 ile 64,62±0,020 arasında olup ortalama 77,09, toplam asitlik değeri 45,00±2,50 meq/kg bal ile 15,00±0,0 meq/kg bal arasında olup ortalama 28,18 meq/kg bal, antioksidan değeri 562,67±1,98 QE/100g bal ile 4,56±0,14 QE/100g bal arasında olup ortalaması 41,34 QE/100g bal, toplam fenol 150,24±3,39 GA/100g bal ile 23,81±1,29 GA/100g bal arasında olup ortalama değeri 25,27 GA/100g bal, renk analizine ait sonuçlar ise L*(parlaklık) değeri 53,02±0,02 ile 30,42±0,02 arasında olup ortalaması 35,13, a*(kırmızılık) değeri -3,22±0,01 ile 1,70±0,04 arasında olup ortalaması -0,72, b*(sarılık) değerine ait sonuçlar ise 24,50±0,01 ile 6,44±0,02 olup ortalaması 13,83'dür. Bu çalışmada ayrıca ballarda 128 farklı aroma bileşeni bulunmuştur. En yaygın bulunan bileşen trans linalool oksit, benzaldehit, lilak aldehit B, nonanoik asit, dekanoik asit, hotrienol, hyasintin, safranal, heptadekan, kumion, fenil etil alkol' dür.

Eylül 2019, 81 sayfa

Anahtar Kelimeler: bal, aroma, pH, Briks, GC-MS, SPME, antioksidan aktivite, toplam fenol

ABSTRACT

Ms Thesis

RESEARC ON THE CHEMICAL COMPOSITION OF SOME HONEYS

Gül ŞAHİN

Ankara University
Graduate school of Natural and Applied Sciences
Department of Food Engineering

Advisor: Prof. Dr. Recai ERCAN

In this study, the characteristics of some honey varieties produced in Kyrgyzstan were tried to be determined. Some physical and chemical analyzes were performed on 46 flower honey collected from various regions of Kyrgyzstan and then GC-MS device was used to determine the aroma profiles of honey. In terms of physical and chemical properties; the humidity value is between 19.73%±0.14 and 13.00%, the average is 16.22%, the pH value is between 4.34±0.02 and 3.58 ± 0.03, the average is 3.84, the brix value is between 80.53±0.16 and 64.62±0.020 with an average of 77.09, with a total acidity of 45.00±2.50 meq/kg honey and 15.00±0.0 meq/kg honey, with an average of 28.18 meq/kg honey, antioxidant value of 562.67±1.98 QE /100g honey between 4.56±0.14 QE/100g honey of the average of 41.34 QE/100g honey, total phenol 150.24±3.39 GA/100g honey and 23.81±1.29 GA/100 g honey, mean value 25.27 GA/100 g honey, and color analysis results *L** (brightness) 53.02±0.02 to 30.42±0.02. the average of 35.13, *a** (redness) is between -3.22 ± 0.01 and 1.70 ± 0.04 and the average of -0.72, and *b** (yellowness) is 24.50±0.01 and 6.44±0.02, the average is 13.83. In this study, 128 different aroma components were found in honey. The most common component is trans linalool oxide, benzaldehyde, lilac aldehyde B, nonanoic acid, decanoic acid, hotrienol, hyasintine, safranal, heptadecane, cumione, phenyl ethyl alcohol.

September 2019, 81 pages

Key Words: honey, aroma, pH, Briks, GC-MS, SPME**,** antioxidant activitiy, total fenol

TEŞEKKÜR

Bana araştırma olanağı sağlayıp çalışmamın her aşamasında bilgi, yardım ve önerileriyle yönlendiren hocalarım sayın Prof. Dr. Nevzat ARTIK'a, sayın Prof. Dr. Recai ERCAN'a, maddi manevi desteğiyle beni yalnız bırakmayan bilgisini paylaşmaktan asla çekinmeyen Dr. Gülay ÇOKSARI' ya, arkadaşlığı, çalışma ve öğrenme azmiyle ve yardımlarıyla hep yanımda olan canım arkadaşım Şeyma'ya teşekkürü borç bilirim. Bunun yanı sıra çalışmamın her aşamasında benden desteğini esirgemeyen, sonsuz sabır gösteren canım anneme, babama, kardeşime ve sevgili eşime, varlığıyla bana güç veren minik oğlum Yağız' a minnettarlığımı sunarım.

Gül ŞAHİN
Ankara, Eylül 2019

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAY SAYFASI
ETİK ..... **i**
ÖZET ..... **ii**
ABSTRACT ..... **iii**
TEŞEKKÜR ..... **iv**
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ ..... **vii**
ÇİZELGELER DİZİNİ ..... **viii**
1. GİRİŞ **1**
2. LİTERATÜR TARAMASI **3**
2.1 Arıcılığın Tarihçesi **3**
2.2 Arı ve Arı Ürünleri **4**
2.2.1 Bal arısı **4**
2.2.2 Bal **5**
2.2.2.1 Bal hasatı **7**
2.2.2.2 Bal çeşitleri **8**
2.2.2.3 Balın fiziksel ve kimyasal özellikleri **10**
2.2.3 Polen **15**
2.2.4 Nektar **17**
2.2.5 Propolis **18**
2.2.6 Bal mumu **20**
2.2.7 Arı sütü **21**
2.2.8 Arı zehri **22**
3. MATERYAL VE YÖNTEM **24**
3.1 Materyal **24**
3.2 Yöntem **24**
3.2.1 Nem tayini **24**
3.2.2 Suda çözünür kuru madde (ºBriks) tayini **24**
3.2.3 pH değeri tayini **24**
3.2.4 Asitlik tayini **24**
3.2.5 Antioksidan aktivite analizi **25**
3.2.6 Toplam fenolik bileşen tayini **25**
3.2.7 Renk tayini **25**
3.2.8 SPME-GC/MS ile aroma bileşenleri miktar tayini **26**
3.2.9 Verilerin istatistiksel analizi **26**

4. BULGULAR VE TARTIŞMA 29
4.1 Nem İçeriği (%) Değerine Ait Sonuçlar 29
4.2 Suda Çözünür Kuru Madde (ºBriks) Değerine Ait Sonuçlar 31
4.3 pH Değerine Ait Sonuçlar 32
4.4 Toplam Asitlik Değerine Ait Sonuçlar 33
4.5 Antioksidan Aktivite Değerlerine Ait Sonuçlar 35
4.6 Toplam Fenolik Bileşenlere Ait Sonuçlar 36
4.7 Renk Değerlerine Ait Sonuçlar 38
4.8 SPME-GC/MS ile Aroma Bileşenleri Miktarına Ait Sonuçlar 42
5. SONUÇ 57
KAYNAKLAR 58
EKLER 63
EK 1 Kalibrasyon Grafikleri 64
EK 2 GC-MS ile Yapılan Aroma Tayininde Bal Örneklerinin Kromatogramları 65
ÖZGEÇMİŞ 81

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

°C	Santigrat
DPPH	1,1-difenil-2-pikrilhidrazil
HMF	5-Hidroksi Metil Furfural
NaOH	Sodyum hidroksit

Kısaltmalar

GAE	Gallik asit eşdeğeri
GC-MS	Gaz Kromotografi- Kütle Spektrometresi
QE	Quersetin eşdeğeri
pH	Hidrojenin gücü
SPME	Katı faz mikro enjeksiyonu
TGK	Türk Gıda Kodeksi
TSE	Türk Standartları Enstitüsü
FAO	Gıda ve Tarım Örgütü

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1 Süzme balın genel kimyasal bileşimi 10
Çizelge 2.2 Balın bazı kimyasal ve fiziksel özellikleri 11
Çizelge 2.3 Balda farklı araştırmalarda tespit edilen aroma bileşenleri 13
Çizelge 2.4 Polenin yaklaşık ortalama genel kimyasal bileşimi 16
Çizelge 2.5 Bal mumunun genel kimyasal bileşimi 20
Çizelge 2.6 Arı sütünün genel kimyasal bileşimi 22
Çizelge 2.7 Arı zehrinin genel kimyasal bileşimi 23
Çizelge 3.1 Bal materyalleri kodlama ve açıklamaları 27
Çizelge 4.1 Değişik bölgelerden toplanan balların ortalama nem içeriğine ait varyans analizi sonuçları 30
Çizelge 4.2 Değişik bölgelerden toplanan balların ortalama nem miktarlarına ait çoklu karşılaştırma analizi (Duncan) sonuçları 30
Çizelge 4.3 Değişik bölgelerden toplanan balların ortalama pH, toplam asitlik ve suda çözünür kuru madde (ºBriks) değerlerine ait varyans analizi sonuçları 31
Çizelge 4.4 Değişik bölgelerden toplanan balların ortalama ph değerlerine ait varyans analizi sonuçları 32
Çizelge 4.5 Değişik bölgelerden toplanan balların ortalama toplam asitlik değerlerine ait varyans analizi sonuçları 33
Çizelge 4.6 Değişik bölgelerden toplanan balların ortalama ph, toplam asitlik ve suda çözünür kuru madde (ºBriks) değerlerine ait çoklu karşılaştırma analizi (Duncan) sonuçları 34
Çizelge 4.7 Değişik bölgelerden toplanan balların ortalama antioksidan aktivite değerlerine ait varyans analizi sonuçları 35
Çizelge 4.8 Değişik bölgelerden toplanan balların ortalama antioksidan aktivite değerlerine ait çoklu karşılaştırma analizi (Duncan) sonuçları 36
Çizelge 4.9 Değişik bölgelerden toplanan balların toplam ortalama fenolik bileşen miktarına ait varyans analizi sonuçları 37
Çizelge 4.10 Değişik bölgelerden toplanan balların toplam ortalama fenolik bileşen miktarına ait çoklu karşılaştırma analizi (Duncan) sonuçları 38
Çizelge 4.11 Değişik bölgelerden toplanan balların ortalama renk (L^*) değerlerine ait varyans analizi sonuçları 39
Çizelge 4.12 Değişik bölgelerden toplanan balların ortalama renk (a*) değerlerine ait varyans analizi sonuçları 39
Çizelge 4.13 Değişik bölgelerden toplanan balların ortalama renk (b^*) değerlerine ait varyans analizi sonuçları 40
Çizelge 4.14 Değişik bölgelerden toplanan balların ortalama renk (L^*, a^*, b^*) değerlerine ait çoklu karşılaştırma analizi (Duncan) sonuçları 41
Çizelge 4.15 Değişik bölgelerden toplanan balların ortalama aroma bileşenleri miktarına ait Duncan çoklu karşılaştırma sonuçları 44

1. GİRİŞ

TGK 2012/58 sayılı tebliğe göre "Bal, bal arısının bitki nektarları, bitkinin canlı kısımları salgıları ya da bitkinin canlı kısmı üzerinde yaşayan bitki emici böceklerin salgılarını toplayıp toplanıp kendine özgü maddelerle birleştirerek değiştirdiği, su içeriğini düşürüp petekte depolayarak olgunlaştırdığı doğal ürün'' olarak ifade edilmiştir.

Dünya arıcılık rakamları FAO 2017 yılı verilerine göre toplam 91000 bin adet kovan ile bal üretimi 1861 bin tondur. 2017 yılında en fazla kovana sahip olan ilk beş ülke sırasıyla Hindistan (%14), Çin (%10,1), Türkiye (%8,8), İran (%8) ve Etiyopya (%6,7)' dır. 2017 yılı bal üretimi açısından ilk beş ülke ise sırasıyla; Çin (%29,6), Türkiye (6,2), Arjantin (4,1), İran (%3,7) ve ABD (%3,6)'dir (Anonim 2019).

Kırgızistan Orta Asya' da yer alan 199.951 kilometrekarelik bir ülkedir. Kırgızistan'ın %90'ı deniz seviyesinden 1500 metre yüksekliktedir. Ancak ülkenin 1/3'ü 3000 metreden daha yüksek dağlardan oluşmaktadır. Kırgızistan'ın deniz seviyesinden ortalama yüksekliği ise 2750 metredir. Kırgızistan`ın rölyefinin karmaşık olması, yüksekliğinin keskin bir şekilde değişmesi, farklı bölge faktörleri, toprağın çeşitliliği gibi durumlar Kırgızistan'ın florasının çok çeşitlilik göstermesine sebep olmaktadır. Bu çeşitlilik bal kalitesi üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Bu çalışmada, Kırgızistan'da üretilen çiçek ballarının karakteristik özelliklerinin belirlenip miktarlarının tayin edilemesi amaçlanmış olup balın kalitesi ve bitkisel kaynak tespiti için toplam asitlik, pH, Briks, renk, toplam fenol miktarı, antioksidan miktarı, nem ve aroma miktarı tayini analizleri yapılmıştır. Kırgızistan'da ağırlıklı olarak poliflor (karışık çiçek) balların üretilmesinden ötürü bal çeşitleri üretildiği coğrafi alana göre adlandırılır. Çalışmada Kırgızistan'daki temel bal türü olan dağ balları incelenmiştir. Kırgızistan'da bilinen bal çeşitleri Isık-Göl, Suusamır, Karkıra, Çon Kemin, Toktogul, Talas, Celal-Abad ve Çayek ballarıdır. Şu ana kadar yapılmış araştırmalarda belirtilen bal çeşitlerinin bazı fiziksel ve kimyasal analizleri incelenmiştir ancak şimdiye kadar Kırgızistan ballarında aromatik bileşenlerin tanımlanması ve miktarı tayin edilmesi için bir çalışma yapılmamıştır. Bal kalitesi, kimyasal bileşimin yanında bitkisel kaynağıyla da değerlendirilmektedir (Cherchi vd. 1994). Bal kalite parametreleri içinde de en önemlisi

bitkisel kaynaktır. Çoğunlukla balın fiyatı bitkisel kaynağı ile doğrudan ilişkilidir (Tomas-Barberan vd. 1994). Bölgeleri farklı olan ve farklı bitkisel kaynaklı balların bileşimi de farklılık gösterir. Kırgizistan'da ballar isimlerini üretildikleri coğrafi bölgelerden aldıklarından balların ağırlıklı bitki kaynaklarının bölgeler ile özleştirilmesi açısından yapılan bu tez çalışması önemli olup bitkisel kaynağın tespiti için diğer çalışmalara da katkı sağlayacaktır. Bu nedenle bu tezde balın aromatik bileşen tayini üzerine ağırlık verilmiştir. Balda aroma tayini için kullanılan yöntem açısından da 'katı faz mikro enjeksiyon' yöntemi nadir kullanılmış olup yeni çalışmalara katkı sağlayacaktır.

2. LİTERATÜR TARAMASI

2.1 Arıcılığın Tarihçesi

Balın insanlık tarihinin ilk çağlarından buyana çok değerli olduğu ve birçok hastalığın tedavisinde kullanıldığı bildirilmiştir (Özbek 1990). İspanyada yapılan bazı kazı çalışmalarında MÖ 7000 yılına ait olan arı resim ve fosillerinin bulunduğu arının ilk kez kültürünün yapıldığı ülkenin Mısır olduğu MÖ 4000'li yıllarda Mısır'da vergi ödenmesi ve bazı malların satın alınması gibi durumlarda takas ürünü gibi kullanılan balın; Mezopotamya yerlisi Sümerliler' in MÖ 3000 yıl öncesinde bir ilaç maddesi olarak kullandıkları; MÖ 2000 yıl öncesine ait olan Babil yazıtlarında, Hindistanın dinsel metinlerinde ve Mısır kitabelerinde yazıtlarında bahsi geçtiği görülmektedir. Anadolu'da arıcılık geçmişinin çok eski yıllara dayanmakta olduğu, Boğazköy'deki kazılarda bulunmuş olan MÖ 1300 yıllarına ait olan Hitit kitabelerinde arıcılıktan bahsedildiği rapor edilmiştir (Korkmaz 2010).

Arıcılık ile ilgili olarak ilk bilimsel çalışmaların 16. yüzyılda bilimde ve teknolojide ilerlemelere doğru orantılı olarak ortaya çıktığı Nicket Jacobs'un 1568 yılında ana arının bir yumurtadan meydana geldiğini belirttiği; Charles Butler'ın 1609 yılında ana arının kraliçe arı olarak adlandırıp dişi olduğunu; C. Linnaeus'un 1758 yılında bal arılarını 'bal toplayan' manasında *Apis mellifera* olarak isimlendirildiği; A. Janscha'nın 1771 yılında ana arının kovanın dışarısında ve uçarken çiftleşip; E. Spilzer'in 1788 yılında işçi arıların kovana nektar getirip petekler üzerinde bir takım hareketler yaparak uçtukları rapor edilmiştir. Bu süreç içerisinde gen merkezlerinin Asya, Avrupa ve Afrika kıtaları olan bal arıları 1638 yılında ABD kıtasına götürüldüğü ve bu sayede modern arıcılığın temellerinin atılmış olduğu. Lorenzo Langstroth'un 1851 yılında arıların doğal yaşamın uygun, kullanılması basit ve ölçüleri standart olan ilk modern kovan tipini geliştirdiği bildirilmiştir (Korkmaz 2003).

Taş devrinden beri kovan olarak öncelikle ağaç kütükleri daha sonra kil ve topraktan yapılmış olan kapların kullanıldığı, zamanla bugün kullanılan kovanları geliştirildiği ve arıcılık mesleğinin insanların ağaç kovukları içerisine yuva yapmış arıları telef etmeden

biraz bal almaları ve biraz balı da arıların kullanımına bırakmalarıyla başladığı bildirilmiştir.

1600-1851 yılları arası arıcıların, arıların hayat döngüsünü biyolojik yapısını anlamaya başladıkları, arıcılık yöntemlerinin geliştirilmesiyle birlikte, kovanların içerisini daha kolay izleme imkanını buldukları bu sayede arıların üstündeki kontrollerini arttırdıkları; 1851 yılında monte edilebilir özelliklere sahip olan çerçeve ve kovanların bulunduğu ve modern arıcılığın bu buluştan sonra başlamış olduğu belirtilmiştir (Sunay ve Samancı 2008)

2.2 Arı ve Arı Ürünleri

2.2.1 Bal arısı

Arılar, *Hymenoptera* takımından *Apidae* üst familyasının *Apiformes* grubunu oluşturan böceklerdir. Yeryüzünde yaklaşık 25.000 tür arının tanımlanmış olduğu bal arısı (*Apis mellifera*) dışındaki türlerin yaban arıları olarak ayrıldığı, *Apis mellifera* dışında yeryüzünde yaklaşık 10 civarında farklı bal arısı türünün mevcut olduğu ve bunların uzak doğu ülkelerinde bulundukları bilinmektedir (Özbek 2002).

Bal arısı (*Apis mellifera*)' nın uzunluğunun 1,2 cm olduğu, baş ve göğüs bölgelerinde tüylerinin bulunduğu, soydan soya değişkenlik gösteren sarı tonlarındaki renge sahip olduğu; başının üst kısmında iki büyük bileşik göz ile üç basit gözün bulunduğu; koku alıcı olarak iki adet antene sahip olduğu ve bu antenlerin aynı zamanda arının görme fonksiyonuna da katkıda bulunduğu ve topluluk halinde yaşayan canlılar oldukları bildirilmiştir (Anonim 2011).

Bal, bal mumu, propolis, arı sütü ve arı zehri gibi çok önemli gıda ve farmakoloji açsından değerlere sahip olan ürünleri üreten bal arıları aynı zamanda bitkilerdeki tozlaşma olayına da gerçekleştirerek ürünün nitelik ve nicelik yönünden üstün değerde olmasını sağlamaktadırlar (Özbek 2003).

Dünyada *Apidae* familyasından olan dört farklı tür bal arısı bulunmakta olup bunların en yaygın ve ekonomik değeri olanı *Apis mellifera* türüdür. Diğer ekonomik değeri fazla olan bal arısı ırklarının Karniyol *(Apis mellifera carnica),* İtalyan *(Apis mellifera ligustica),* Avrupa esmer *(Apis mellifera mellifera,* Kafkas *(Apis mellifera caucasica)* ve Anadolu *(Apis mellifera anotoliaca)* olduğu düşük ekonomik değere sahip olan ırkların ise Suriye *(Apis mellifera syriaca)* ve Kıbrıs *(Apis mellifera cypria)* arılarından oluştuğu bildirilmiştir (Korkmaz 2010).

Apis mellifera caucasica Gorb' un anavatanının Trans Kafkasların dağlık bölgesinde yer alan Kuzey Kafkasya bölgesi olduğu belirtilmektedir. Alpatov (1948), yapmış olduğu biyometrik çalışmalar sonucunda Kafkasya'da, *Apis mellifera caucasıca*'nın pekçok yerel formu bulunduğunu rapor etmiştir. Kafkas ırkı arıların en belirgin özelliğinden birisi petek üzerinde çok sakin bir hal içerisinde olmaları güçlü koloniler oluşturdukları fakat bahar aylarında daha yavaş bir ilerleme gösterdikleri için en yüksek koloni kapasitesine yaz aylarının ortalarına doğru ulaştıkları aynı zamanda bu ırk ve melez ırkarının oğul verme eğilimlerinin düşük düzeyde olması Kafkas arısının üstün özellikleri arasında yer almaktadır. Pekçok üstün özelliklere sahip olan Kafkas anlarının dünyanın birçok yerinde hibrit yetiştirme amacıyla sıklıkla kullanıldıkları bildirilmiştir. Kafkas arılarının I ve II Dünya Savaşları arasındaki Rusya'dan batı ülkelerine ithal edilerek diğer esmer ırklarıyla ve bilhassa kendine yapısal anlamda çok benzeyen Karniyol arıları ile melezlendikleri ifade edilmiştir. Rusya'da bu ırk üzerinde yoğun çalışmaların yapıldığı Amerika Birleşik Devletleri'nin kuzey eyaletleri Kanada, Orta ve Kuzey Avrupa ülkeleri, Çin, Mançurya, Moğolistan, Orta Asya cumhuriyetleriyle soğuk iklim özelliklerine sahip olan ülkelerde başarı ile kullanılan en önemli arı ırkı olduğu bildirilmiştir (Kara vd. 2012).

2.2.2 Bal

TGK 2012/58 sayılı tebliğe göre "Bal, bal arısının bitki nektarları, bitkinin canlı kısımları salgıları ya da bitkinin canlı kısmı üzerinde yaşayan bitki emici böceklerin salgılarını toplayıp kendine özgü maddelerle birleştirerek değiştirdiği, nem miktarını düşürüp peteklerde depolayarak olgunlaştırdığı doğal ürün'' olarak ifade edilmiştir.

TSE (Türk Standartları Enstitüsü)' nün 3036 sayılı Standardına göre bal "bitkilerin çiçeklerinde bulunan nektarların veya bitkilerin canlı kısımlarından yararlanarak bazı eş kanatları böceklerin salgıladığı tali maddelerin bal arıları (*Apis mellifera*) tarafından toplanması vücutlarında bileşimlerinin değiştirilip petek gözlerine depo edilmesi ve buralarda olgunlaşması sonucunda meydana gelen tatlı bir ürün" olarak tanımlanmıştır (Anonim 2010)

Bal arısı tarafından katı ve sıvı gıdaların dışarıdan alınması işlemi ağız yoluyla gerçekleştirilmekte olup bu gıdaların daha sonra arının bal kesesi ve bağırsaklarında depolandığı, bu bölümler erkek arı kraliçe arı ve işçi arıda farklı yapıda olduğu; şeker içeren nektar, salgı vb. maddelerin arılar tarafından kovana getirildiklerinde salyaları ile daha da seyreltilmiş halde olduğu ve bu özellikleri sayesinde de arıların kuru şeker vb. maddeleri bile seyreltebildiği, taşıyıcı arıların (tarlacı arı) kovan içine girdiği zaman bal kesesinde bulunan içeriği bir veya birkaç kovan içerisine aktardığı, bu işlemin süresinin ve süreçte yer alan arı sayısının koloni gücüne ve hammadde miktarına bağlı olarak değiştiği, bu hammaddenin olgunlaşma süresinin ve enzim miktarının proseste yer alan arı sayısından etkileneceği bildirilmiştir (Sunay ve Samancı 2008)

Kovan içerisinde meydana gelen balın çok fazla su içermesinden dolayı depolamada ortaya çıkacak olumsuz durumları engellemek amacıyla balın bünyesinde bulunan suyun büyük bir kısmının uzaklaştırılması gerekmektedir. Bu işleme **olgunlaşma** adı verilmiş olup balın olgunlaştırılması işlemi sadece kovan içerisinde gerçekleştirilmektedir. Bu işlemin iki kademesi mevcut olup ilk kademede arı oldukça aktif bir rol almaktadır suyun büyük bir kısmının uzaklaştırıldığı ikinci aşamada ise arı pasif bir görev almaktadır. Kovan içinde görevli olan arı tarlacı olarak nitelendirilen arıdan hammaddeyi alıp kovanda sakin bir yere giderek yüzeye dik bir durumda tutunmaktadır. Sonrasında çenesini açıp aşağı yukarı dilini hareket ettirmekte bu esnada ağzındaki damla haline gelen nektarı 5-10 saniyelik süre sonunda tekrardan içine çekmektedir. Hammaddenin defalarca havayla temas ettirilmesi sonucunda bünyesindeki suyun bir kısmının uzaklaştırılması sağlanmış olmaktadır. Suyun hammaddeden daha kolay uzaklaştırılmasını sağlamak amacıyla arı bir petek gözüne ince bir tabaka halinde hammaddeyi yaymaktadır. Bu esnada hammadde yarı

olgunlaşmış (%50-60 kuru madde) yapıya sahiptir. İkinci aşamada pasif olarak görev alan arılar yarı olgunlaştırılmış olan balı petek gözlerinde olgunlaştırmakta olup kural olarak peteğin 1/4' ü veya 1/3' ü doldurulmaktadır. Eksik doldurulmuş olan bu petekler üzerinde kant çırpan arılar hava akımı oluşturmakta bu sayede ham olan balın bünyesinde bulunan su uzaklaştırılarak olgunlaşma işlemi tamamlanmaktadır. Olgunlaşma işleminin en son aşaması balın petek gözüne ilk konduğu andaki nem içeriğine, gözün doluluk durumuna, kovandaki hava hareketine, sıcaklık derecesine ve atmosferin bağıl nemine bağlı olarak 1 günden 3 güne kadar devam etmektedir. Balın tamamen olgunlaşması durumunda nem oranı %20 veya daha düşük oranlara kadar düşmekte olup bu bal arılar tarafından petek gözü içeresine tamamen doldurulmakta ve O_2 girişi sınırlandırılarak bal mumu ile kapatılmaktadır. Bal mumu ile kapama işlemi sayesinde balın atmosferdeki nem emilimi sınırlandırılmakta ve fermente olma durumu engellenebilmektedir (Sunay ve Samancı 2008).

2.2.2.1 Bal hasatı

Bal hasatı işleminin genellikle bal peteklerinin yaklaşık 2/3 veya 3/4 ü kadarının arılar tarafından sırlandıktan sonra yapılması ve bal hasatı yapılırken arılar için gerekli olan balın yeterli oranlarda bırakılması gerektiği aksi halde 'yağmacılık' diye tanımlanan mevcut balın arılar tarafından kullanıldığı ve bal veriminin olumsuz yönde etkilendiği durumlarla karşı karşıya kalınabileceği ifade edilmiştir (Korkmaz 2003).

Bal hasatı işlemi çoğunlukla arazi gibi açık alanlarda yapılmakta olup bu amaçla kolonilerden uzak bir mesafede 'hasat çadırı' denen kapalı bir alan kurulmakta ve bu çadır içerisine bal hasatı işleminde gerekli olan her türlü süzme makinası, boş ballıklar, bal tenekeleri ile diğer hasat ekipmanları yerleştirilmektedir. Bu alan içerisine arıların girmemesi amacıyla gerekli önlemler alınmakta olup kolonilerden alınan ballı petekler hafifçe silkelenerek üzerinde bulunana arıların uzaklaştırılması sağlanmaktadır. Petekler üzerinde kalan diğer arılar ise bir fırça yardımı ile uzaklaştırıldıktan sonra boş ballıklar içerisine alınarak hasat çadırına getirilmektedir. Peteklerin üzerinde bulunan sır v.b. yabancı maddeler ise 'sır bıçağı' veya 'sır tarağı' adı verilen ekipmanlarla temizlendikten sonra ballı petekler bal süzme makinasına yerleştirilmekte ve

süzülmektedir. Geriye kalan boş petekler tekrar arı kovanları içerisine yerleştirilmektedir. Bal süzme makinasından elde edilmiş olan balın içerisinde sır, polen, arı kalıntıları v.b. birçok istenmeyen yabancı maddelerde bulunabilmekte olup bu kalıntıların baldan uzaklaştırılabilmesi için elekten geçirilmekte ve 48 saat süre ile dinlendirme tankında bekletilmektedir. Bu süre sonunda elde edilen dinlendirilmiş olan ballar kavanozlara doldurularak pazara sunulmaktadır.

2.2.2.2 Bal çeşitleri

Türk Gıda Kodeksi (TGK) 2012/58 nolu Bal Tebliği' ne göre bal, kaynağına, üretim/pazarlama şekline, kaynağına ve üretilmiş olduğu materyale göre üç temel sınıf ayrılmaktadır (Anonim 2012).

Kaynağına göre bal sınıfında salgı balı ile çiçek balı yer almaktadır.

Çiçek balı: Bitki nektarından elde edilmiş bal çeşidi olup ıhlamur, yonca, kekik ve funda balları bu gruba dahildir.

Salgı balı: Bitkilerin canlı olan kısımlarının salgılarından veya bitkilerin canlı kısımları üzerinde yaşamlarını sürdüren bitki emen böceklerin -*Hemiptera*- salgılarından elde edilen bal çeşidi olup yaprak ve çam balları bu gruba dahildir.

Pazara sunuluş ve/veya üretim şekline göre sınıflandırıldığında süzme bal, sızma bal, petekli bal, pres balı, petekli süzme bal ile filtre edilmiş bal bu grupta yer almaktadır.

Petekli bal: Kuluçka amacıyla kullanılmamış olan saf balmumundan hazırlanan ana peteklerin veya arıların doğal olarak yapmış olduğu peteklerde depolanmış ve tamamı ya da büyük bölümü sırlanmış olarak satışa sunulan bal çeşitidir.

Süzme bal: Sırrı alınmış olan ve yavru bulunmayan peteklerden santrifüj ile üretilmiş olan bal çeşitidir.

Petekli süzme bal: Süzme bal içinde petekli bal parçalarının yer aldığı bal çeşitidir.

Sızma bal: Süzme bal elde edilirken ayrılan sırların ve balından arındırılmış peteklerin sızdırılması ile toplanmış olan baldır.

Pres balı: Yavru bulunmayan peteklerin doğrudan veya 45°C'yi geçmeyecek şekilde ısıl işlem uygulanarak preslenmesi vasıtası ile elde edilmiş bal çeşitidir.

Filtre edilmiş bal: Doğal olmayan organik ve/veya inorganik maddelerin filtrasyon işlemi ile uzaklaştırılması aşamasında polen içeriğinin önemli ölçüde azaltdığı olan bal çeşitidir (TGK 2012).

Üretilmiş olduğu materyale göre bal;

Doğal petekli bal, karakovan balı ve fırıncılık balı adı altında satışa sunulmakta olup bunlardan '**doğal petekli bal'** modern kovanlarda, içerisinde ana petek kullanılmayıp, arılar tarafından peteğiyle birlikte üretilmiş olan bal çeşidini ifade ederken '**fırıncılık balı'** yabancı koku ve tada sahip olan fermantasyona başlamış veya fermente olmuş veya yüksek sıcaklık derecesinde ısıl işlem görmüş, endüstriyel olan veya daha sonra işlenecek diğer gıda ürünlerinde bileşen olarak kullanım amaçlı üretilen bal çeşidini, '**karakovan balı'** ise içinde temel petek kullanılmadan, arılar tarafından karakovanlarda peteği ile birlikte üretilen bal çeşidi olarak ifade edilmektedir (Nakilcioğlu ve Ötleş 2015). ABD'de 490 bal üzerinde yapılmış bir çalışmada analiz sonucunda süzme balın genel kimyasal bileşimi araştırılmış olup Çizelge 2.1.' de verilmiştir (White 1984).

Türkiye'nin iklimsel ve yükselti farklılıkları ve biyolojik çeşitliliği sebebiyle bal üretimi açısından en elverişli ülkeler arasında kabul edilmekte olup FAO verilerine göre Dünya arıcılık rakamları FAO' nun 2017 yılı verilerine göre toplam 91000 bin adet kovan ile bal üretimi 1861 bin tondur. 2017 yılında en fazla kovana sahip olan ilk beş ülke sırasıyla Hindistan (%14), Çin (%10,1), Türkiye (%8,8), İran (%8) ve Etiyopya (%6,7)' dır. 2017 yılı bal üretimi açısından ilk beş ülke ise sırasıyla; Çin (%29,6), Türkiye (6,2), Arjantin (4,1), İran (%3,7) ve ABD (%3,6)'dir (Anonim 2019).

Çizelge 2.1 Süzme balın genel kimyasal bileşimi (White 1984)

BİLEŞİM	MİKTAR (%)
Şekerler	79,59
Su	17,2
Asitler	0,57
Mineral Maddeler	0,17
Protein	0.26
Diğer Bileşikler	2.21

2.2.2.3 Balın fiziksel ve kimyasal özellikleri

TGK (2012) ve TSE (2015)' de belirtilen ve balın kendine özgü fiziksel ve kimyasal özellikleri arasında yer alan hususlar Çizelge 2.2.' de listelenmiştir.

Balın sınıflandırılması ve bal hakkında bilgi vermesi açısından fiziksel özellikler önemli bir kriter olup bu fiziksel özellikler içerisinde balın rengi, tat ve aroma özellikleri, kristallenme durumu ile elektriksel iletkenlik derecesi gibi ölçülebilen kriterler yer almaktadır.

Elektriksel iletkenlik derecesi: Balın mineral madde içeriği ile bu katsayının değişebildiği çiçek ballarıyla salgı ballarının orijininin belirlenmesi amacıyla kullanılabildiği bildirilmiş olup bu değerin (Karadal ve Yıldırım 2012) çiçek ballarında en yüksek 0,8 mS/cm salgı ballarındaysa en düşük 0,8 mS/cm olduğu rapor edilmiştir (Anonim 2005).

Renk: Balın rengi doğal olarak bileşiminde yer alan maddelerin farklı dalga boylarındaki ışığı farklı oranlarda absorblaması ile ortaya çıkan bir özellik olup balda bulunan bazı antosiyaninler, fenolik asitler, flavanoidler, karotenoidler, ksantofil v.b. renk maddeleri ile aminoasit/şeker oranı gibi faktörler balın rengini önemli ölçüde etkilemektedirler. Bala uygulanan ısıl işlem, sıcak iklime sahip bir bölgeden balın elde edilmiş olması, mineral madde içeriği ve uzun süre doğal şartlar altında bırakılması gibi faktörlerin balın rengini etkileyebildiği bildirilmiştir. Rengin tanımlanmasında Lovibond kolorimetresinden veya Pfund sıkalasından yararlanılmakta olup (Nakicioğlu ve Ötleş 2015) TGK ve TSE' ye göre balın rengi ''su beyazı ile koyu kahverengi

arasında değişebilen'' tonlarda olmalıdır (Anonim 2011). Koyu renkli balların açık renkli ballara kıyasla daha yüksek oranlarda mineral madde içeriğine sahip olduğu, asidik bir karakterde ve genel kimyasal bileşiminin balın elde edildiği hammaddenin cinsine, üretim yöntemi ve dönemsel farklılık gösterebildiği ifade edilmiştir (Şahinler 2000). Amerika Birleşik Devletleri Tarım Bakanlığı' nın verilerine göre bal renginin Pfund değeri 8 mm'den düşükse 'su beyazı', 9-17 mm olduğunda 'ekstra beyaz', 18-34 mm' de beyaz, 35-50 mm' de 'ekstra açık amber', 51-85 mm arasında 'açık amber', 86-114 mm olduğunda 'amber' ve 114 mm'den büyük bir değerdeyse 'koyu amber' olarak isimlendirilmektedir (Islam vd. 2012; Mutlu vd. 2017).

Çizelge 2.2 Balın bazı kimyasal ve fiziksel özellikleri (Anonim 2012; Anonim 2015)

	Türk Gıda Kodeksi		Türk Standartları Enstitüsü	
	Çiçek Balı	Salgı Balı	Çiçek Balı	Salgı Balı
Nem	%20	%20	%20	%20
pH	-	-	3,4-6,1	3,4-6,1
Kül (en fazla)	-	-	%0,6 (kütlece)	%1,2 (kütlece)
Renk	Su beyazından koyu kahve rengine kadar	Pfund sıkalaya göre en az 60 olmalıdır	Su beyazı ile koyu kahve rengine arası	Çoğunlukla koyu renkte, Pfund sıkalaya göre en az 60 olmalıdır
Salmonella, E.coli, Clostridiumbotulinum, maya ve küf	Olmamalı	Olmamalı	Olmamalı	Olmamalı
Nişasta	-	Olmamalı	Olmamalı	Olmamalı
Ticari glukoz	Olmamalı	Olmamalı	Olmamalı	Olmamalı
Boyar madde	-	-	Olmamalı	Olmamalı
Sakkaroz (en fazla)	5 g/100g	5 g/100g	%5(kütlece)	%5(kütlece)
Fruktoz-Glukoz (en az)	60 g/100g bal	45 g/100g bal	%60 (kütlece)	%45 (kütlece)
Fruktoz/Glukoz	0,9-1,4	1,0-1,4	0,9-1,4	1,0-1,4
Bitki şekeri (C 4) oranı (en fazla)	%7	%7	%7	%7
Suda çözünmeyen madde (en fazla)	0,1g/100g	0,1g/100g	%0,1 (kütlece)	%0,1 (kütlece)
Serbest asitlik (en fazla)	50 meq/kg	50 meq/kg	50 meq/kg	50 meq/kg
Elektrik iletkenliği	En fazla 0,8 mS/cm	En az 0,8 mS/cm	-	-
Diyastaz sayısı (en az)	8	8	8	8
HMF (en fazla)	40 mg/100 kg	40 mg/100 kg	40 mg/100 kg	40 mg/100 kg
Protein miktarı (en az)	300 mg/100 kg	300 mg/100 kg	300 mg/100 kg	300 mg/100 kg
Naftalin miktarı (en fazla)	10 ppb	10 ppb	10 ppb	10 ppb

Kristallenme durumu: Balın kristallenme (şekerlenme) durumunun önemli kalite kriterlerinden birisi olmakla birlikte bu durum doğal bir süreç olup kristalize olmuş bal ile likit bal arsında besleyicilik değeri bakımından herhangi bir farkın bulunmadığı

bildirilmiştir. Balın kristallenmesi, doyma noktası üzerindeki glukozun kristal hale dönüşümü şeklinde ortaya çıkmakta olup bu durum balın elde edilmiş olduğu bitki kaynağa göre değişebilen doğal bir olay olup bazı balların hiç kristallenmemesine rağmen bazılarının henüz hasat aşamasındayken bile kristallenebildiği belirtilmektedir. Bu durum balın kimyasal yapısı, işlenmesi ve depolanması sırasında uygulanan bazı işlemlerden dolayı kritallenmeyi etkilemesinden kaynaklanır. Balın kristalize olmasıyla baldaki şekerlerin zamana bağlı olarak doyma noktasına ulaşıp dibe çökmesi ile karakterize olmaktadır. Kristalize olmuş bal 'sahte' veya 'hileli' olan bal anlamına gelmediğini balın yapısıyla kristallenmesi arasındaki ilişkinin fruktoz/gukoz veya glukoz/nem oranlarıyla doğrudan ilişkili olduğu; bu durumun bir bozulma olayından kaynaklanmamasına karşın baldaki fermantasyon reaksiyonlarını tetiklediği bildirilmiştir. Balda bulunan glukoz ve fruktoz, mayaları tarafından parçalanarak karbondioksit ve alkol meydana gelmekte olup oksijenli ortamdan alkolün parçalanarak asetik asit ve suya dönüştüğü ve fermantasyon sonucunda balın bozulduğu belirtilmiştir (Anonim 2011; Nakicioğlu ve Ötleş 2015).

Aroma: Koku ve tat olmak üzere iki farklı sözcükten oluşan aroma, ağızın arka duvarı ile burnun kıvrıntılı kemiklerinin birlikte duyu sinirlerindeki işlevleri sonucu meydana gelen karmaşık bir olaydır. Uçucu bileşenlerin doğrudan burunla algılanmasıyla koku, uçucu olamaya bileşenlerin dil tarafından algılanması da tat olarak ifade edilir (Bayrak 2006). Gıda maddelerinin en önemli kalite kritelerinden biri olan aroma balda uçucu bileşen kompozisyonu, nektarı içeriği ve floral orijine bağlı olarak değişkenlik gösterebilmektedir (Cuevas- Glory ve ark. 2007). Aroma kimyası ile ilgili bilgiler, son yıllarda gaz kromatografi ve kütle spektrofotometresinin kullanılması ile gelişme göstermiştir. Bu teknikler aroma maddelerini konu edinen çalışmalarda yaygın olarak, klasik kimyasal yöntemler ise ilk çalışmalarda özellikle uçucu yağ ve baharat ekstraktlarının analizlerinde kullanılmıştır (Bayrak 2006). Balda floral orijinin tespit edilebilmesi amacıyla polen analizi, organoleptik veya fiziko- kimyasal özelliklerden faydalanılmaktadır. Polen analizi için deneyimli analistler, uzun bir süre, uzman yeteneği ve görüşü gerekmektedir. Bir diğer yöntem olan fiziko-kimyasal parametreler kimyasal bileşenlerin modifikasyona uğraması, depolama şartları gibi durumlardan etkilendiğinden dolayı güvenilirlik derecesi düşüktür. Bünyesinde yüksek oranlarda

uçucu bileşenin bulunması sayesinde balın kendine özgü aroma profili meydana gelmekte ve balın orijininin belirlemesinde bu durumdan yararlanılabilmektedir. Uçucu bileşenler aroma tayininde bir araç olarak kullanılmakta bitkisel kaynağın belirlenmesinde, özellikle bal gibi zengin bir tada sahip olan ürünlerde, aroma bileşenleri temel alınmakta olup bu amaçla uçucu fraksiyonların ölçülmesi prensibine dayalı olarak geliştirilmiş yöntemlerden faydalanılmaktadır (Cuevas-Glory vd. 2007). Balda düşük sıcaklıklarda kaynama noktasına ulaşıp uçucu bileşen haline geçen bazı aromatik bileşenler mevcut olup balın ısıtılması ve uzun süreli depolanması ile aroma bileşenlerinde kayıp olabilir. Hatta fazla ısıtma sonucu istenmeyen aromatik bileşiklerden de söz edilebilir (Sunay 2006). Yapılan birçok araştırmada balda pek çok aroma bileşeni bulunmuştur. Balda bulunan aromatik bileşenler Çizelge 2.3.'de verilmiştir (Crane 1990; White 2003).

Çizelge 2.3 Balda farklı araştırmalarda tespit edilen aroma bileşenleri (Crane 1990; White 2003)

KETON VE ALDEHİTLER	ALKOLLER	ESTERLER
Asetaldehit	2-Bütanol	Metilasetat
Formaldehit	Etanol	Etil format
Propionaldehit	İzopropanol	Metil format
İzobütiralaldehit	n-Bütanol	Etilasetat
Bütiralaldehit	n-Pentanol	Etil propionat
İzovaleralaldehit	3-Metil-2-bütanol	Metil bütirat
Metokrolein	3-Metil-1-bütanol	Propil asetat
Furfural	İzobütanol	İsopropil asetat
Valeraldehit	3-Pentanol	Etil bütirat
Metil etil keton	B-Methallil alkol	İzoamil bütirat
Kaprolaldehit	Metanol	Metil valerant
Metakrolein	Propan-1-ol	Metil iso valerant
Diasetilasetoin	Benzil alkol	Etil valerant
Benzaldehit	Bütan-1-ol	Metil pruvanat
Aseton	3-pentilbütan-1-ol	Metil benzoat
	Pentan-1-ol	Etil benzoat
	Furfural alkol	Metil fenisilasetat
	4-pentilbütan-1-ol	Etil fenisil asetat
		Metil antrenilat
		Diğerleri
		Dietil eter

Asitlik: Balın tatlılık derecesi bünyesinde bulunan asidik karaktere sahip olan maddelerden ötürü benzer oranlarda şeker içeren diğer besinlere nazaran daha az düzeyde hissedilebilmektedir. Serbest asitler, esterler ve laktonların toplamı baldaki

toplam asitlik derecesini belirlemekte olup serbest asitlik derecesi balın aroması üzerine olumlu etkilere sahip olmasının yanı sıra aynı zamanda mikroorganizmalara karşı dayanıklılığını da artırmaktadır. Ayrıca balın kimyasal reaksiyonlar, antibakteriyel ve antioksidan özelliğini de artırıcı ve balın kaynağı hakkında bazı bilgilerin elde edilmesini de sağlamaktadır. Balın asitlik derecesi, başta glukonik asit olmak üzere çeşitli organik asitler ile fosfat ve klorid gibi inorganik iyonlar tarafından etkilenmektedir. Serbest asitlik derecesinin artması durumunda balda fermantasyon reaksiyonlarının başlangıç göstergesi olarak kabul edilmekte olup bal içerisindeki alkoller ve şekerler baldaki mayalar vasıtasıyla asitlere kadar parçalanabilmektedir. Serbest asit miktarı TGK' ne göre balda 50 meq/ kg' den daha az düzeyde olmalıdır (Karadal ve Yıldırım 2012).

Nem: Balda meydana gelen fermantasyon reaksiyonları genellikle fruktoz ve glukoz üzerinde ozmotolerant mayaların etkisiyle oluşmakta ve sonuç olarak etil alkol ile karbondioksit ortaya çıkmaktadır. Ortamda bulunan oksijen varlığında balda bulunan alkol asetik asit ve suya kadar parçalanabilmekte olup bu durumda fermente olan balın tadı ekşi bir hale dönüşebilmektedir. Fermantasyondan sorumlu olan mayalar genellikle balda doğal olarak bulunmakta olup *Saccharomyces spp*. en sık karşılaşılan türler arasındadır. Balın su içeriğinin fermantasyon reaksiyonlarının oluşumu ve hızı üzerine önemli bir etkiye sahip olduğu kabul edilmektedir (Chirife vd. 2006). Su içeriği balın olgunluk derecesi ile raf ömrünü değerlendirmede en önemli kriterlerden biri olup TGK 2005'e göre balın nem miktarı %20'nin altında olmalıdır (Karadal ve Yıldırım 2012).

Antioksidan aktivite: Antioksidanlar ışık, sıcaklık ve bazı metallerin etkisi ile oluşan bozulma, bayatlama ve solmayı yavaşlatmak için gıdaların korunmasında ve oksidatif ajanların vermiş olduğu zararlanmaya karşı mücadele ederek insan sağlığında önemli rol oynayan bileşiklerdir (Meda vd. 2015). Bazı araştırmacılar balın 200' den fazla komponent içeriğini rapor etmişlerdir ve taze balın pek çok sebze meyve ile benzer antioksidan aktiviteyi gösterdiği yapılan pek çok çalışma ile göstermişlerdir. Bitkiler karmaşık yapıda pek çok polifenol bileşik içerirler ve arının nektarı toplamasıyla bu biyoaktif bileşikler bitkilerden bala geçmiş olur. Bu bileşiklerin miktarı bitkisel ve coğrafi kaynağa, üretime, kullanıma ve depolamaya göre değişiklik gösterir. Bununla

birlikte bitkisel kaynak antioksidan aktivite üzerinde en fazla etkili olandır (Çoban vd. 2014). Pek çok çalışma fenolik ve flavanoid konsantrasyonu ile bitkisel kaynağının ve antimikrobiyal aktivite varlığının arasında korelasyon olduğunu göstermiştir. Ballarda antioksidan aktivite belirlenmesinde pek çok yöntem kullanılır bunlar aktif oksijen türlerinin (süperoksit ajanlar, peroksit ve hidroperoksit radikaller) radikal oluşturma yetenekleri, 1,1-difenil-2-picrilhidrasil (DPPH) antioksidan içeriği, lipit peroksidasyon (Meda 2015).

2.2.3 Polen

Çiçekli bitkilerin erkek organlarının (stamen) üst kısmında bulunan anterlerinin içerisindeki polen keseciklerinde yer alan, erkek hücresini taşıyan, dikenli, buruşuk, yapışkan ve yağlı bir yapıya sahip olan ve bal arısı tarafından toplanarak kurutulmuş çiçek tozlarına ‘‘polen’’ adı verilmektedir (Anonim 2014).

Rengi ve şeklinin her bir bitki türüne göre değiştiği, boyutunun 6-200 mikron çapındadır (Anonim 2011) genel olarak sarı renk olmasına rağmen zaman zaman yeşil kırmızı, pembe, eflatun, mor ve siyah gibi çok farklı renklere de sahip olabileceği bildirilmiştir (Korkmaz 2010; Anonim 2011).

Polen arılar için doğada bulunan tek protein kaynağı olup bileşiminde bulunan aminoasitlerin başlıca izolosin, arginin, lisin, histidin, lösin, metiyonin, treonin, fenilalanin, triptofan ve valin (Standifer 2003). Bal arılarının yavrularının yetiştirilmesinde ve genç dönemlerinde kaslarının, dokularının, salgı bezlerinin ve diğer organlarının yeterli düzeyde gelişmesi için elzem olduğu; vitamin, protein, sterol, mineral ve lipit maddelerce oldukça zengin bir besin kaynağı olduğu belirtilmiştir. Bal arıları tarafından toplanan polenlerin farklı bitkilerden temin edilmesi sonucunda genel kimyasal kompozisyonunda da farklılıklar olduğu bu nedenle polenin standart bir bileşiminin mevcut olmadığı bildirilmiş olup Çizelge 2.4.’ de polenin yaklaşık ortalama genel kimyasal kompozisyonuna ait değerler verilmiştir (Krell 1996; Schmidt 1997).

Çizelge 2.4 Polenin yaklaşık ortalama genel kimyasal bileşimi (Krell 1996; Schmidt 1997)

BİLEŞEN	**DEĞER**	**BİLEŞEN**	**DEĞER**
Karbonhidrat	% 27	Niasin	157 ppm
Protein	% 23,7	Riboflavin	18,6 ppm
Enerji	2,46 Kcal/g	Nikel	4,5 ppm
Potasyum	% 0,58	Tiamin	9,4 ppm
Fosfor	% 0,53	Pantotenat	28 ppm
Lipit	% 4,8	Pridoksin	9 ppm
Demir	140 ppm	Vitamin C	350 ppm
Bakır	14 ppm	Biotin	0,32ppm
Magnezyum	% 0,148	Vitamin E	14 ppm
Sodyum	% 0,044	Karoten	95 ppm
Kalsiyum	% 0,225	Folik asit	5,2 ppm
Çinko	87 ppm		
İÇERİK	**ARILARCA TOPLANAN (%)**		**ELLE TOPLANAN (%)**
Kül	3		4
Ham protein	21		20
Su	11		10
İndirgenmiş şeker	26		3
Eter ekstraktı (Ham yağı)	5		3
Bilinmeyen kısım	29		43
Nişanta	3		8
İndirgen olmayan şeker	3		8

Bal arılarının polen toplamak amacıyla sabahın erken saatlerini tercih ettikleri, bu amaçla arının midesini bal ile doldurmasından sonra kovandan ayrıldığı, çiçekten çiçeğe dolaşırken arının sert olan vücut kıllarına yapışan polenlerin orta bacaklarında bulunan fırçalar vasıtasıyla topladığı ve ağzından çıkarmış olduğu bir miktar salgı yoluyla nemlendirerek birbirine yapıştırıp arka bacaklarında bulunan polen sepetine yerleştirerek kovana taşıdığı bilinmektedir (Korkmaz 2010).

Bir arı bir seferde en fazla ortalama 15 mg polen taşıyabildiği, bu miktarın arının vücut ağırlığının 1/3'üne tekabül ettiği arının polen sepetini 6-10 dk süre içerisinde ancak doldurabildiği ve bir kolonin yılda yaklaşık 35-45 kg polen toplayabildiği bildirilmektedir (Erdoğan ve Dodoloğlu 2005; Korkmaz 2010).

Ziyaret edilmiş olan çiçek sayısı, bir tane polen paleti yapma süresiyle günlük uçuş sayısı, havanın sıcaklığına, çiçeğin türü, rüzgar şiddetine ve hava nispi nemine göre

değişkenlik gösterebilir. Bir bal arısı, her polen toplama uçuşunda genellikle bir tek bitki türünü dolaşmakta olup sadece iki adet polen paleti taşıyabilmektedir. Toplamış olduğu her bir polen paletindeki polen tanelerinin yalnız bir tür bitkiye ait olduğu bilinmektedir (Artık ve Konar 2018)

Polenin insan beslenmesi açısından oldukça önemli bir besin kaynağı olduğu, büyümeyi hızlandırdığı, yorgunluğu giderdiği, kansızlığı önleyebildiği ve metabolizmayı düzenleyici etkilere sahip olduğu ayrıca polenin hayvanları ve insanları X ışınlarının zararlı etkilerinden koruyabildiği yapılan çalışmalarda tespit edilmiştir (Şahinler 2000; Anonim 2014).

2.2.4 Nektar

%80'i sudan oluşan nektarın arılar tarafından toplanma işlemi mevsim, atmosfer sıcaklık derecesi, bitki çeşidi, çiçeğin şeker yoğunluğu ve nektarın toplandığı kaynağın uzaklığına bağlı olarak değişmektedir. Bitki kaynağının kovan ile arasındaki mesafe arttıkça arıların uçuş süresinin, uçuş seferinin ve kovana getirmiş oldukları nektar miktarlarının daha da azaldığı bildirilmiştir (Korkmaz 2010).

Arıların çiçeklerde bulunan nektarı toplamak amacıyla çubuk, boru şeklinde olan uzun dillerini kullandıkları toplamış oldukları nektarı karın bölgelerinde depoladıkları arıların iki tane karına sahip oldukları bunlardan birisini nektar toplamak için diğerini ise normal vücut fonksiyonlarını yerine getirebilmek için kullandıkları belirtilmiştir. Arıların nektarı depoladıkları karın içerisinde yaklaşık 70 mg nektar bulunabileceği ve bu bölümün tamamen doldurulabilmesi yaklaşık için 100-1500 farklı sayıda çiçeğe konmaları gerektiği bildirilmiştir (Anonim, 2014). Nektar toplayan bir arının günlük olarak 10-24 uçuş seferi gerçekleştirdiği ve her bir seferde bal midesinin kapasitesi kadar nektarın yaklaşık 40-50 mg' nı koloniye taşıyabildiği, geriye kalan kısmı kendi enerji ihtiyacını karşılamak amacıyla kullandığı ifade edilmiştir. Tarlacı arıların toplamış oldukları nektarı kovana geldiğinde görevli olan işçi arılara aktararak tekrar nektar toplamak için bitkiye yöneldikleri işçi arıların bal arılarının karınlarındaki nektarı kendi ağızları vasıtasıyla aldıkları, alınan nektarın yaklaşık 30 dakika süreyle

çiğnedikleri ve bu süre içerisinde de enzimlerin nektarın içindeki şekeri daha basit şeker niteliklerine dönüştürdükleri ve böylece nektarın hem arıların sildirebildiği duruma geldiği hem de kovan içindeki bakterilere karşı korunmuş olduğu, bu aşama sonrasında arıların nektarların içerisindeki suyu uzaklaştırdığı ve koyu kıvamlı şurubun oluşturulduğu peteklere dağıttıkları ve arıların kanatlarını yelpaze benzeri kullanıp nektarın daha hızlı bir şekilde kurumasını sağladıkları rapor edilmiştir (Korkmaz, 2010; Anonim 2014).

2.2.5 Propolis

Propolis, meşe, huş, kestane, okaliptüs, çam, kavak gibi ağaçların ve bir takım otsu bitkilerin tomurcukları, yaprakları ve benzer olan kısımlarından arıların toplayıp mumla karıştırılarak kovanda pekçok amaç için kullandıkları zamk benzeri yapışkan kıvamda olan reçinemsi kokan ve rengi ise koyu sarı ile kahverengi aasında değişen bir maddedir (Kutluca Karlıdağ ve Genç 2007). İlk kez Yunan Uygarlığınca kullanılan propolis, çok eskiden beri bilhassa tedavi amacıyla farklı alanlarda kullanılmakta olduğu bilinmektedir. Eski Yunan yazıtlarında, propolisin iltihaplı yaralar ile çürüklerde kür olarak 'doğal antibiyotik' amacıyla kullanıldığı belirtilmektedir. Antik Roma'da yaraları iyileştirmek amacıyla yara üzerine konulmuş olan lapaya benzeyen bir karışımın üretiminde propolisin kullanılmış olduğu bildirilmiştir (Yavuz vd. 2012). Arıların, bitkilerden toplamış olduğu reçinemsi bu maddeyi arka ayaklarıyla kovana taşıdıkları, kovanda diğer arıların yardımıyla boşaltılabildikleri, propolisin kovanın dip tahtası, giriş deliği arkası ve çerçeve kenarlarından arılar tarafından biriktirilip sonrasında balmumu ve bazı sindirim salgılarıyla karıştırıp kovanın içerisinde kullandıkları arıların canlı bir varlık öldüğünde bedeninde bozulmalar olabileceğini ve açığa çıkan maddelerin kovanda bulunan diğer canlılar için zararlı olduğunu bildikleri ve bu bozulmayı engellemek amacıyla ölen canlıyı özel bir kimyasal işleme tabi tuttukları; arıların kovan içinde öldürüp de dışarı taşıyamayacakları kadar büyük olan böcekleri propolis ile kaplayıp bir manada mumyalama yaptıkları; propolisin aynı zamanda kovan inşasında arılar tarafından kovan içerisindeki çatlak ve delikleri bu madde ile sıvayıp tıkadıkları bildirilmiştir (Yavuz vd. 2012). Yapılan bazı çalışmalarda propolisin insan sağlığı üzerinde bağışıklık sistemini uyarıp hastalıklara karşı doğal direncini artırması ve

vücudun direnç kazanmasına yardımcı olması gibi olumlu etkilerine ve ayrıca antiseptik, antimikrobiyotik, bakteriyostatik astringent, spazmolitik, anestezik ve antioksidan özelliklere sahip olduğu bildirilmiştir. Propolisin geçmişten günümüze dek yaraların iyileştirilmesinde, doku yenilenmesinde, yanık tedavisinde, nörodermatitlerde (deride kaşıntı), sedef hastalığında ve bacak ülserleri için faydalı etkilerde bulunduğu rapor edilmiştir. Romatizmal ve eklem hastalıklarında, ağız yıkama preparatlarının içerisine dahil edilerek, diş macunu olarak, diş etlerinin tedavisinde ve ağız iltihaplarında kullanıldığı kaydedilmiştir. Ayrıca propolisin diş aralarını temizlemek amacıyla kullanılan mumlu iplik yapımında da kullanılabildiği bildirilmiştir (Yavuz vd. 2012). Propolisin bildirilen pekçok olumlu özelliğinin yapılan çalışmalarda ortaya çıkarılmasından önce arıcılık alanında çalışma koşulları ile bal hasadında zorluk oluşturması ve petekli balın piyasa fiyatını düşürmesinden ötürü kolonilerin propolis toplama eğilimlerinin fazla olması durumu talep edilmeyen bir özellik olarak kabul edilmekteydi fakat günümüzde propolis uluslararası ticarette ve marketlerde alınıp satılan bir ürün haline gelmiş durumdadır. Bazı arı ırklarının propolisi diğerler ırklardan daha fazla topladıkları bildirilmekte olup özellikle Kafkas ırkının diğerlerinden daha fazla oranda propolis toplama eğilimine sahip oldukları; Karniyol arılarınınsa propolisin yerine balmumu kullanarak aynı işlemi yaptıkları bildirilmiştir. Yapılan bazı çalışmalarda propolisin bazı fiziksel özelliklerinden bahsedecek olursak, 10ºC'nin altındaki sıcaklık derecelerinde sert ve kırılgan bir yapıda olduğu; 15ºC–25ºC arasında mum kıvamına benzer elastik bir yapı gösterdiği, 30ºC–40ºC arasında yumuşayarak yapışkan bir hal aldığı ve bu durum sebebiyle bilhassa yaz mevsiminde arıcıların çalışmalarını güçleştirdiği, 80ºC'de kısmen sıvı hale geçtiği; kovan dışında yapışkan ve kendine has bir kokuya sahip olduğu; derin dondurucu içerisinde hemen katılaştığı; kaliteli bir propolisin elde edilebilmesi amacıyla propolisin olgunlaştığı zaman hasat edilmesi ve olgunlaşan propolisin kırıldığı zaman mat olmayıp parlak olması gerektiği; yapışkanımsı veya yumuşak bir durumda iken hasat edilmemesi gerektiği; bu durumun özellikle yüksek derecelerdeki ortamlardan veya henüz olgunlaşmamasından kaynaklanabileceği bildirilmiştir (Bianchi 1995). Propolisin hasat edilebilmesi için en uygun dönemin soğuk geçen sonbahar ayları veya kış ayları olduğu; yaz aylarında toplanan propolisin yapışkan bir halde olacağı için içerisinde fazla miktarda balmumunun karışabileceği, sonbaharda toplanmış olan propolisin balmumu içeriğinin

daha az oranlarda ve renginin daha parlak bir tonda olduğu daha güvenilir bir sınıflandırmanın yapılabilmesi amacıyla propolisin hasat edilmeden önce bünyesinde bulunan balmumunun öncelikle uzaklaştırılması ve propolise karışmasının önlenmesi gerektiği; toplanan propolisin temiz bir kağıt üzerinde toz halinde serilmesi ve yabancı artıklardan ayıklanması gerektiği ayrıca propolisin kesinlikle ısıtılmadan ve ufalanmadan hasat edilmesi gerektiği rapor edilmiştir (Kutluca Karlıdağ ve Genç 2007).

2.2.6 Bal mumu

12-18 günlük işçi arıların karın halkalarında bulunan mumun salgı bezlerinden salınan bir madde olduğu; ilk salgılandığı zaman beyaz sonrasında giderek koyulaştığı; arıların 1 kg balmumunu üretebilmeleri için 6-10 kg bal tüketmeleri gerektiği, mum salgılayan arıların öncelikle bal tükettikleri, daha sonra 35°C de zincir şeklinde salkım oluşturarak mum salgıladıkları bildirilmiştir (Pirim vd. 2011). Arıların bu maddeyi yavrularını yetiştirip büyütmek, bal ve polen depolamak üzere gerekli olan depo gözlerini örmek amacıyla salgıladıkları; bal mumunun, arıcılık sektöründe temel olarak peteğin yapımında, marangozculuk sektöründe ağaçtan yapılan eşyaların parlatılmasında ayrıca boya endüstrisinde çeşitli amaçlarla kullanılabildiği ayrıca insan sağlığı için merhem benzeri bazı ilaçların üretiminde, yüz kremlerinde ve dişçilik alanında da mal mumundan yararlanılabildiği rapor edilmiştir (Şahinler 2000).Çizelge 2.5' de balmumunun genel kimyasal bileşimi verilmiştir (Schmidt 1997).

Çizelge 2.5 Bal mumunun genel kimyasal bileşimi (Schmidt 1997)

KİMYASAL MADDE	ORAN (%)
Diesterler	14
Monoesterler	35
Hidroksi ester ve poliester	12
Asit ester ve poliester	3
Triesterler	3
Uzun zincirli yağ asitleri	12
Uzun zincirli hidrokarbonlar	14

2.2.7 Arı sütü

Arı ürünleri içinde besleyicilik değeri en yüksek olan arı sütünün, 5 ile 15 günlük işçi arıların alt çeneleri ve boğazlarındaki bezlerden salgılanan ana arı gözlerine aşılanan larvaların beslenmesini sağlayan bir sıvı olduğu; arı sütünün ana arı gözlerine aşılama yapıldıktan 36-48 saatlik süre içerisinde toplandığı kemik renginde, pelte kıvamında, kendine özel bir kokusu ve yakıcı bir tadı olan bir gıda maddesi olduğu bildirilmişti (Anonim 1989). Saf arı üretiminin muhafazasının oldukça zor olduğu ve teknik işgücü gerektiği belirtilmektedir. Arı sütü üretiminin temelinde ana arı yetiştiriciliğinin bir aşamada durdurulup yavru yumurtalarının gelişebilmesi amacıyla depolanmış olan arı sütünün, yavru yumurtalarının imha edilerek toplanması esasına dayanmaktadır. Toplanan arı sütü ışık geçirmeyen koyu renkli şişelerde saklanması gerektiği bildirilmiştir (Korkmaz 2010). Arı sütünün genel kimyasal kompozisyonunun arıların doğal beslenme durumuna, mevsime, larvaların yaşına ve üretim yöntemine göre değişebileceği; insan sağlığı üzerinde hücre yenilenmesine katkı sağladığı mide ve bağırsak hastalıkları, astım, romatizmal hastalıklar, damar sertliği gibi birçok hastalığın tedavisinde de kullanılabileceği ayrıca yüksek tansiyonu engelleyici, böbrek ve idrar yolu hastalıklarını düzenleyici özelliklere de sahip olduğu rapor edilmiştir (Şahinler 2000). Arı sütünün genel kimyasal kompozisyonu Çizelge 2.6‘ de verilmiştir (Aslan ve Bayraktar 1996).

Arı sütüne özel bileşenlerden biri de 10-HDA (10- hidroksi- 2- dekanoik asit)’ dır. 10-HDA değeri taze arı sütünde 1,4 g/100g den fazla liyofilize arı sütünde ise 3,5 g/100 g’dan yüksektir (Sabatini vd. 2009). Arı sütünün yağ asitleri 8-10 karbon atomlu ve çoğunlukla hidroksi yağ asidi ve dikarboksilik asit olarak bulunmaktadır. 10 karbonlu hidroksi asitlerin koloninin gelişim durumu üzerinde çeşitli biyolojik aktivitelerden sorumlu olduğuna dair çalışmalar mevcuttur. Bunun yanı sıra pek çok farmakolojik özellikleri de mevcuttur. Arı sütünün büyüme ve gelişme üzerine etkileri incelendiğinde 10-HDA’ nın erkek fareler üzerinde yapılan denemelerde genital organ gelişiminin, insan monosit poliferasyonunun sitüle edildiği bildirilmiştir. Bunun yanısıra 10-HDA’nın ömrü uzattığı, östrojen reseptör aktivatörü olarak rol alması sebebiyle menapozu önleyici olarak kullanılabileceği yapılan çeşitli çalışmalarla ileri sürülmüştür. 10-HDA’nın minimolar konsantrasyonlarıyla yapılan çalışmalarda antiromatoid aktivite

gösterdiği, cildi koruduğu ve UV ışınlara karşı cildi koruyarak yaşlanmayı geciktirici etki yaptığı bildirilmiştir (Uçar 2018).

Çizelge 2.6 Arı sütünün genel kimyasal bileşimi (Aslan ve Bayraktar 1996)

BİLEŞEN	**MİKTAR (%)**
Su	68.43
Asitlik	33.18
Protein	14.01
Kuru Madde	31.57
Amino asitler	**mg/100 g**
Treonin	807
Aspartik asit	3851
Glutamik asit	3851
Serin	980
Valin	573
Glisin	421
İsolösin	312
Metiyonin	403
Tirosin	828
Lösin	962
Histidin	589
Fenilalanin	905
Amonyak	139
Lisin	643
Alanin	517

2.2.8 Arı zehri

Arı zehrinin arının zehir torbasında oluşarak yapısında başlıca histamin hiyaluronidaz, apamin, fosfolipaz-A2, MCD-peptidi ve mellitin bulunan keskin kokusu olan ve acı bir tada sahip, sarımtırak renkte, sıvı, oksijen ile temasıyla hızlı bir şekilde kuruyarak kristalize olabilen bir madde olduğu bildirilmektedir (Anonim 2015). Arı zehrinin, arıların zehir torbasına bir kanalla bağlanarak, alkali ve asit salgı bezlerinde üretilip zehir torbasında depolandığı; bu salgının arının soktuğunda iğne içindeki zehir kanalından sokulmuş olan bölgeye enjekte edildiği, yeni olgunlaşmış olan bir günlük arılarda biraz arı zehri olmasına karşın erken dönemde iğnenin henüz yeterli sertlikte olmaması sebebiyle sokamadıkları; ikinci gün itibariyle asit salgı bezinin aktivitesinin arttığı ve 16-19 günlük arılarda arı zehri üretiminin en fazla düzeye ulaştığı; bir arıdaki zehrin miktarının arının yapısına ve mevsime göre 0,05-0,3 ml/arı olacak şekilde değişiklik gösterebildiği rapor edilmiştir.

Arı zehrinin insan sağlığı üzerinde eklem rahatsızlıkları ve özellikle romatizmal hastalıkların tedavisinde koruyucu olarak ayrıca gribal enfeksiyonlarda, ortopedik hastalıklarda, analjezik (ağrı kesici) ve iltihap kurutucu olarak etkilere de sahip olduğu belirtilmektedir (Anonim, 2014). Çizelge 2.7' da arı zehrinin genel kimyasal bileşeni verilmiştir (Schmidt 1997).

Çizelge 2.7 Arı zehrinin genel kimyasal bileşimi (Schmidt 1997)

KİMYASAL MADDE	**ORAN (%)**
Mellitin	30-50
Apamin	3
Fosfolipaz A	10-20
Hyaluronidase	2
MCD peptidi	2
Histamin	<1

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Materyal

Araştırma materyali olarak Kırgızistan'da tanınmış bazı bal çeşitlerinden Toktogul, Isık-Göl, Suusamır, Çayek, Karkıra, Çon Kemin, Talas ve Celal-Abad balları gibi dağ balları kullanılmış olup bu amaçla toplam 46 adet dağ balı incelenmiştir. Materyal isimlendirmeleri ve toplandıkları bölge ile ilgili ayrıntılar Çizelge 3.1 'de verilmiştir.

3.2 Yöntem

3.2.1 Nem tayini

Balın nem içeriği, refraktometre (ABBE Refractometer Reicher Mark II plus) yardımıyla, 20ºC' deki kırılma indisi kullanılarak, bir nem skalasından yararlanarak tayin edilmiştir (Anonim 1990: Ötles 1995).

3.2.2 Suda çözünür kuru madde (ºBriks) tayini

Balın suda çözünür kuru madde (ºBriks) içeriği, şeker kristalleri çözündürüldükten sonra, 20ºC'de, bir refraktometre (ABBE RefractometerReicher Mark II plus) yardımı ile tayin edilmiştir.

3.2.3 pH değeri tayini

Örneklerin bir pH-metre (Denver Instrument Model 1220) yardımı ile pH değerleri belirlenmiştir (Anonim 1990).

3.2.4 Asitlik tayini

20 g bal tartılıp 100 mL' ye damıtık suyla tamamlanıp bu çözeltiden 20 mL alınıp pH metre yardımıyla pH değeri 8.1 olana dek 0,1 N NaOH ile titrasyon yapılmıştır. pH

8,1'e gelene kadar titrasyona devam edilir. Aşağıdaki formül kullanılarak örneklerin değeri hesaplanmıştır.

Toplam asitlik (meq/kg bal)= F.N.V. 1000/m

V: Titrasyonda sarf edilen alkali (ml),

N: Titrasyonda kullanılan alkalinin normalitesi,

F: Alkali çözeltinin faktörü,

m: Alınan örnek miktarı (g)

3.2.5 Antioksidan aktivite analizi

Balın antioksidan aktivitesi Frankel (1998) ve Chen (2000)' nın geliştirmiş olduğu yöntemler kullanılarak tayin edilmiştir.

3.2.6 Toplam fenolik bileşen tayini

Balın toplam fenolik bileşen miktar tayini Folin-Ciocalteu yöntemiyle tayin edilmiş olup 1g bal tartılır üzerine 4 mL metanol ilave edildikten sonra vorteks karıştırıcı ile çözünmesi sağlanmıştır. Elde edilen ekstrakt Whatman 1 filtre kağıdı ile süzüldükten sonra elde edilen çözeltiden 40 µL alınıp üzerine 2400 µL saf su, 600µL $NaCO_3$ (%20'lik) ve 200 µL folin çözeltisi ilave edilmiştir. 40˚C etüvde 30 dk süreyle karanlıkta bekletildikten sonra 765 nm spektrofotometrede okuma yapılır.

3.2.7 Renk tayini

Bal örneklerinin renk değerleri Hunter (L^*, a^*, b^*) renk ölçüm sisteminde Minolta cihazı ile ölçümü yapılmıştır. (Anupama vd. 2003; Haroun 2006).

3.2.8 SPME-GC/MS ile aroma bileşenleri miktar tayini

Örnek Hazırlama: 2 g bal viale tartılıp üzerine 0,5 mL %20' lik doymuş NaCl çözeltisi ilave edilip vorteks manyatik karıştırıcıda homojenize olması sağlanmıştır. Hazırlanan çözelti Headspace-SPME yöntemi kullanılarak 60ºC'de 10 dakika süreyle fiber kullanılmadan manyetik karıştırıcı tablanın üzerinde bekletilip daha sonra 30 dakika süreyle 65 µm PDMS-DVB fiber ile bekletilmiş ve GC-MS cihazına enjekte edilmiştir.

GC/MS Koşulları: Shimadzu GCMS-QP2010, Rtx-5MS 0.25 µmx0.25 mmx30 m kolon ile lineer akış kullanılarak analiz yapılmıştır. Sıcaklık programı 40ºC (5 dakika tutulur)'den 240 ºC'ye dakikada 4ºC'lik artışla sıcaklık artırılır 240 ºC'de 10 dakika tutularak analiz tamamlanır. Taşıyıcı gaz olarak He kullanılmıştır. Willey ve Nist 147 kütüphaneleri ile tanımlama yapılmıştır.

3.2.9 Verilerin istatistiksel analizi

Elde edilmiş olan verilerin varyans analizi (ANOVA) Minitab istatistik programı kullanılarak yapılmıştır. Çoklu karşılaştırma analizi (Duncan) ise MSTAT C istatistik programı kullanılarak yapılmıştır.

Çizelge 3.1 Bal materyalleri kodlama ve açıklamaları

SIRA NO	KOD	AÇIKLAMA
1	QKBL1	ÖZGÖN BÖLGESİ, Osh Oblası, Mayıs 2014 ürünü, numune alım tarihi Mayıs 2014
2	QKBL2	TOGUZ TORO BÖLGESİ, Calalabad Oblası, Mayıs 2014 ürünü, numune alım tarihi Mayıs 2014
3	QKBL3	TOKTOGUL-ÇIÇKAN BÖLGESİ, Mayıs 2014 ürünü, numune alım tarihi Temmuz 2014
4	QKBL4	AT BAŞI BÖLGESİ, Narın Oblası, Mayıs 2014 ürünü, numune alım tarihi Temmuz 2014
5	QKBL5	TOGTOGUL- ÖRÜKTÜ BÖLGESİ, Mayıs 2014 ürünü, numune alım tarihi Temmuz 2014
6	QKBL6	SUUSAMİR BÖLGESİ, Mayıs 2014 ürünü, numune alım tarihi Mayıs 2014
7	QKBL7	TOKTOGUL-ÇIÇKAN BÖLGESİ, Mayıs 2014 ürünü, numune alım tarihi Mayıs 2014
8	QKBL8	SARIÇELEK, Mayıs 2014 ürünü, numune alım tarihi Mayıs 2014
9	QKBL9	SARIÇELEK, Haziran 2014 ürünü, numune alım tarihi Haziran 2014
10	QKBL10	TALAS, Haziran 2014 ürünü, numune alım tarihi Temmuz 2014
11	QKBL11	ATBAŞI, Mayıs 2014 ürünü, numune alım tarihi Temmuz 2014
12	QKBL12	ÖZGÖN BÖLGESİ, Osh Oblası, Mayıs 2014 ürünü, numune alım tarihi Mayıs 2014
13	QKBL13	TALAS, Temmuz 2014 ürünü, numune alım tarihi Temmuz 2014
14	QKBL14	SUSAMIRI Ağustos 2013 ürünü, numune alım tarihi Temmuz 2014
15	QKBL15	KARABALTA, Haziran 2014 ürünü, numune alım tarihi Temmuz 2014
16	QKBL16	ÇON KEMİN, Temmuz 2014 ürünü, numune alım tarihi Ağustos 2014
17	QKBL17	ISSIK GÖL, KARKIRA, Ağustos 2013 ürünü, numune alım tarihi Temmuz 2014
18	QKBL18	TOKTOGUL, Haziran 2014 ürünü, numune alım tarihi Haziran 2014
19	QKBL19	SARIÇELEK, Haziran 2013 ürünü, numune alım tarihi Haziran 2014
20	QKBL20	ISIK GÖL, Doğusu, Haziran 2014 ürünü, numune alım tarihi Haziran 2014
21	QKBL21	KARKIRA 2.ÜRÜN, Temmuz 2014 ürünü, numune alım tarihi Aralık 2014 (10.12.2014/ Dr. Miyot)
22	QKBL22	KARKIRA, Ağustos 2014 ürünü, numune alım tarihi Aralık 2014 (Ağustos / Dr. Miyot)
23	QKBL23	KARKIRA 2.ÜRÜN Ağustos 2014 ürünü, numune alım tarihi Aralık 2014

Çizelge 3.1 Bal materyalleri kodlama ve açıklamaları (devamı)

SIRA NO	KOD	AÇIKLAMA
24	QKBL24	TOKTAGUL 2.ÜRÜN Temmuz 2014 ürünü, numune alım tarihi Aralık 2014 (Bal Fuarı)
25	QKBL25	TOKTOGÜL ÖRÜKTÜ Temmuz 2014 ürünü, numune alım tarihi Aralık 2014
26	QKBL26	TOKTOGUL 2.ÜRÜN Temmuz 2014 ürünü, numune alım tarihi Aralık 2014 (16.12.2014/ Dr. Miyot)
27	QKBL27	ARSTANBAP KARAT VE GAVA (Ağustos) Ağustos 2014 ürünü, numune alım tarihi Aralık 2014
28	QKBL28	ARSTANBAP KIZIL ÜNKÜR 2.ÜRÜN Temmuz 2014 ürünü, numune alım tarihi Aralık 2014
29	QKBL29	ÖZGÖN, GÜLCİGİT, KARA ŞORO yakınında(Temmuz 2.çekim) Ağustos 2014 ürünü, numune alım tarihi Aralık 2014
30	QKBL30	KALMAK KIRÇIN KIZIL SUU YAYLASI (19.12.2014/ Bal Fuarı) Temmuz 2014 ürünü, numune alım tarihi Aralık 2014
31	QKBL31	SARI ÇELEK 2.ÜRÜN (16.12.2014/ Dr. Miyot) Temmuz 2014 ürünü, numune alım tarihi Aralık 2014
32	QKBL32	SARI ÇELEK 2.ÜRÜN (Bal Fuarı) Temmuz 2014 ürünü, numune alım tarihi Aralık 2014
33	QKBL33	ÖZGÖN KARA ŞORO (3.ÇEKİM CUÜZAT) Ağustos 2014 ürünü, numune alım tarihi Aralık 2014
34	QKBL34	TALAS (Temmuz) Temmuz 2014 ürünü, numune alım tarihi Temmuz 2014
35	QKBL35	CAZGEÇÜ YAYLA 2.ÇEKİM (Temmuz -Kasım / 4 Top Alma) Temmuz 2014 ürünü, numune alım tarihi Aralık 2014
36	QKBL36	TOKTOKUL, ÇIÇKAN 2.ÜRÜN (16.12.2014) Temmuz 2014 ürünü, numune alım tarihi Aralık 2014
37	QKBL37	ÇON KEMİN 2.ÜRÜN (18.12.2014 / Dr. Miyot) Temmuz 2014 ürünü, numune alım tarihi Aralık 2014
38	QKBL38	ÇÜY BÖLGESİ, ŞAMSİ, PROPOLİS katılmış (Bal Fuarı) Temmuz 2014 ürünü, numune alım tarihi Aralık 2014
39	QKBL39	SUUSAMIR 2.ÜRÜN (16.12.2014 / Dr. Miyot) Temmuz 2014 ürünü, numune alım tarihi Aralık 2014
40	QKBL40	SUUSAMIR, Temmuz 2014 ürünü, numune alım tarihi Aralık 2014
41	QKBL41	5. AZAMAT KARAMAT COŞU GİYYOT 2.ÇEKİM
42	QKBL42	AT BAŞI 2.ÜRÜN (16.12.2014/ Dr. Miyot) Temmuz 2014 ürünü, numune alım tarihi Aralık 2014
43	QKBL43	AT BAŞI 2. ÜRÜN BİÇKEK (Bal Fuarı) Temmuz 2014 ürünü, numune alım tarihi Aralık 2014
44	QKBL44	AT BAŞI 2.ÜRÜN Temmuz 2014 ürünü, numune alım tarihi Aralık 2014
45	QKBL45	AT BAŞI (Temmuz / Dr. Miyot) Temmuz 2014 ürünü, numune alım tarihi Aralık 2014
46	QKBL46	AT BAŞI (Mayıs 2014) Mayası 2014 ürünü, numune alım tarihi Mayıs 2014

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1 Nem İçeriği (%) Değerine Ait Sonuçlar

Araştırma materyali olarak kullanılan balların ortalama nem miktarına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.1' de; çoklu karşılaştırma analizi (Duncan) sonuçları ise Çizelge 4.2' de verilmiştir.

Çizelge 4.1' de görüldüğü gibi yapılan varyans analizi sonuçlarına göre istatistiksel olarak farkın önemli olduğu ($p<0.01$ seviyesinde) bulunmuş olup çoklu karşılaştırma analizi (Duncan) yapılmış buna göre nem içeriklerinin geniş bir aralıkta olduğu Çizelge 4.2' de görüldüğü gibi en yüksek nem içeriği % 19,73±0,14 ile QKBL3 kodlu bal örneği, en düşük nem içeriği ise %13.21 ve %13.00 ile QKBL37 ve QKBL46 kodlu ballar olup balların ortalama nem içeriği %16.22' dir.

TGK Bal Tebliğine göre, balın nem düzeyi en fazla % 20 olabilir (Anonim 2012). Tüm bal örnekleri tebliğde verilen üst sınırın altındadır. Yapılmış başka çalışmalarda göz önüne alındığında balda nem tayini ile ilgili elde edilen sonuçlar; Türk çam ballarında %13,70-20,80 (Haroun 2006), Bingöl yöresinde üretilen ballarda %16,20-14,80 (Ateş 2014), Türk çam balları üzerinde yapılan bir diğer çalışmada %14.40-16,80 (Bilgen Çınar 2010), Ordu ve Giresun İllerinde yapılan bir çalışmada ise %19,04-14,44 (Kabakçı vd. 2012) olarak bulunmuştur. Yapılan bu çalışmalar göz önüne alındığında Kırgızistan'ın çeşitli bölgelerinden temin edilen balların nem içeriklerinin değişkenlik gösterdiği % 19,73±0,14 ile % 13.00 arasında geniş bir aralığa yayıldığı görülmüştür. Balın nem içeriği iklim koşullarına göre değişkenlik gösteriyor olup üretim yılına mevsime balın olgunluk durumuna göre farklılık gösterebilir. Balın nem içeriği fermantasyon tepkimeleri ile ilişkili olup bazı mikroorganizmalar yüksek nem içerikli ballarda canlı olarak kalabildiklerinden balın bozulmasına sebep olabilmektedirler (Doğan 2013).

Çizelge 4.1 Değişik bölgelerden toplanan balların ortalama nem içeriğine ait varyans analizi sonuçları

VARYASYON KAYNAKLARI	SD	KT	KO	F
Muameleler Arası	45	553.6617	12.3036	301.31**
Muameleler İçi (Hata)	230	9.3918	0.0408	
Genel	275	563.0535		

**p<0.01 seviyesinde önemli

Çizelge 4.2 Değişik bölgelerden toplanan balların ortalama nem miktarlarına ait çoklu karşılaştırma analizi (Duncan) sonuçları (n=46)

Bal	Nem (%)	Bal	Nem(%)
QKBL1	13,57±0,40^{q}	QKBL24	17,92±0,18^{c}
QKBL2	17,76±0,16^{c}	QKBL25	15,92±0,35^{c}
QKBL3	19,73±0,14^{a}	QKBL26	15,05±0,23^{op}
QKBL4	15,51±0,14^{lmn}	QKBL27	15,72±0,12^{lm}
QKBL5	17,25±0,10^{e}	QKBL28	16,61±0,18^{fgh}
QKBL6	17,71±0,06^{cd}	QKBL29	16,85±0,08^{f}
QKBL7	18,95±0,02^{b}	QKBL30	15,46±0,05^{mn}
QKBL8	17,72±0,32^{cd}	QKBL31	16,43±0,22^{ghı}
QKBL9	16,08±0,04^{jk}	QKBL32	16,31±0,14^{ghıj}
QKBL10	15,07±0,19^{op}	QKBL33	16,40±0,36^{ghıj}
QKBL11	16,82±0,04^{f}	QKBL34	15,43±0,09^{mn}
QKBL12	15,57±0,20^{lmn}	QKBL35	15,72±0,08^{lm}
QKBL13	15,59±0,21^{lmn}	QKBL36	16,86±0,14^{f}
QKBL14	16,91±0,06^{f}	QKBL37	13,21±0,0^{r}
QKBL15	15,27±0,06^{no}	QKBL38	16,63±0,18^{fgh}
QKBL16	16,80±0,21^{no}	QKBL39	15,84±0,07^{kl}
QKBL17	17,28±0,35^{e}	QKBL40	16,25±0,22^{ij}
QKBL18	18,97±0,12^{b}	QKBL41	16,07±0,47^{jk}
QKBL19	17,43±0,02^{de}	QKBL42	15,56±0,04^{lmn}
QKBL20	15,60±0,16^{lmn}	QKBL43	16,60±0,15^{fgh}
QKBL21	14,76±0,17^{p}	QKBL44	13,84±0,11^{q}
QKBL22	16,64±0,08^{fg}	QKBL45	15,23±0,25^{q}
QKBL23	16,29±0,27^{hıj}	QKBL46	13,00±0,0^{r}

$^{a-r}$Aynı sütunda birbirinden farklı harflerle işaretlenmiş olan ortalamalar istatistik açısından birbirinden farklıdır.

4.2 Suda Çözünür Kuru Madde (ºBriks) Değerine Ait Sonuçlar

Araştırma materyali olarak kullanılan balların ortalama suda çözünür kuru madde (ºBriks) değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.3' de; çoklu karşılaştırma analizi (Duncan) sonuçları ise Çizelge 4.6' da verilmiştir.

Çizelge 4.3 Değişik bölgelerden toplanan balların ortalama pH, toplam asitlik ve suda çözünür kuru madde (ºBriks) değerlerine ait varyans analizi sonuçları

VARYASYON KAYNAKLARI	SD	KT	KO	F
Muameleler Arası	45	2217.380	49.275	3868.71**
Muameleler İçi (Hata)	230	2.930	0.013	
Genel	275	2220.310		

**p<0.01 seviyesinde önemli

Çizelge 4.3' de görüldüğü üzere yapılan varyans analizi sonuçlarına göre istatistiksel olarak farkın önemli olduğu (p<0.01 seviyesinde) bulunmuş olup çoklu karşılaştırma analizi (Duncan) yapılmış buna göre suda çözünür kuru madde (ºBriks) değerlerine ait sonuçların geniş bir aralıkta olduğu Çizelge 4.6' daki değerlere göre en yüksek ºBriks değerinin 80,53±0,16 ile QKBL37 kodlu bal örneği, en düşük ºBriks değeri ise 64,62±0,20 ile QKBL3 kodlu bal örneği olduğu görülmüş olup ortalama ºBriks değeri 77,09' dur

Yapılan diğer çalışmalar göz önüne alındığında balda ºBriks değerleri ile ilgili elde edilen sonuçlar; Türk çam ballarında 84,47-16,40 (Haroun 2006), olarak bulunmuştur. Yapılan bu çalışmalar göz önüne alındığında Kırgızistan'ın çeşitli bölgelerinden temin edilen balların ºBriks değerlerinin değişkenlik gösterdiği ve değerlerin yüksek olduğu görülmüştür.

4.3 pH Değerine Ait Sonuçlar

Araştırma materyali olarak kullanılan balların ortalama pH değerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.4' de; çoklu karşılaştırma analizi (Duncan) sonuçları ise Çizelge 4.6' da verilmiştir.

Çizelge 4.4 Değişik bölgelerden toplanan balların ortalama ph değerlerine ait varyans analizi sonuçları

VARYASYON KAYNAKLARI	SD	KT	KO	F
Muameleler Arası	45	8.477229	0.188383	435.60**
Muameleler İçi (Hata)	230	0.099467	0.000432	
Genel	275	8.576696		

**p<0.01 seviyesinde önemli

Çizelge 4.4' de görüldüğü gibi yapılan varyans analizi sonuçlarına göre istatistiksel olarak farkın önemli olduğu (p<0.01 seviyesinde) bulunmuş olup çoklu karşılaştırma analizi (Duncan) yapılmış buna göre pH değerine ait sonuçların geniş bir aralıkta olduğu Çizelge 4.6' deki değerlere göre en yüksek pH değeri 4,34±0,02 ile QKBL40 kodlu bal örneğidir, en düşük pH değeri ise 3.58±0,05 ile QKBL10 kodlu ve 3.58±0,03 ile QKBL11 kodlu bal örnekleri olup genel ortalama pH değeri 3,84' dür.

Yapılmış başka çalışmalarda göz önüne alındığında balda pH tayini ile ilgili elde edilen sonuçlar; Türk çam ballarında 3,38-5,22 (Haroun 2006), Bingöl yöresinde üretilen ballarda 2,91-2,68 (Ateş 2014), Türk çam balları üzerinde yapılan bir diğer çalışmada 3,95-5,12 (Bilgen Çınar 2010) olarak bulunmuştur. Yapılan bu çalışmalar göz önüne alındığında Kırgızistan'ın çeşitli bölgelerinden temin edilen balların çam ballarına kıyasla pH değerleri genel olarak daha düşük olup Bingöl yöresinde üretilen ballara kıyasla daha yüksektir. TGK Tebliğine (2012/58) göre, balın pH değer aralığı 3,4-6.1' dir (Anonim 2012). Tüm bal örnekleri TGK Tebliği'nde (2012/58) belirtilen pH değerleri aralığındadır.

4.4 Toplam Asitlik Değerine Ait Sonuçlar

Araştırma materyali olarak kullanılan balların ortalama asitlik değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.5' de; çoklu karşılaştırma analizi (Duncan) sonuçları ise Çizelge 4.6' de verilmiştir.

Balın tatlılık derecesi bünyesinde bulunan asidik karaktere sahip olan maddelerden ötürü benzer oranlarda şeker içeren diğer besinlere nazaran daha az düzeyde hissedilebilmektedir. Serbest asitler, esterler ve laktonların toplamı baldaki toplam asitlik derecesini belirlemekte olup serbest asitlik derecesi balın aroması üzerine olumlu etkilere sahip olmasının yanı sıra aynı zamanda mikroorganizmalara karşı dayanıklılığını da artırmaktadır. Ayrıca balın kimyasal reaksiyonlar, antibakteriyel ve antioksidan özelliğini de artırıcı ve balın kaynağı hakkında bazı bilgilerin elde edilmesini de sağlamaktadır. Balın asitlik derecesi, başta glukonik asit olmak üzere çeşitli organik asitler ile fosfat ve klorid gibi inorganik iyonlar tarafından etkilenmektedir. (Karadal ve Yıldırım 2012).

Çizelge 4.5 Değişik bölgelerden toplanan balların ortalama toplam asitlik değerlerine ait varyans analizi sonuçları

VARYASYON KAYNAKLARI	SD	KT	KO	F
Muameleler Arası	45	0.634139	0.014092	37.26**
Muameleler İçi (Hata)	230	0.086992	0.000378	
Genel	275	0.721132		

**p<0.01 seviyesinde önemli

Çizelge 4.5' de görüldüğü üzere yapılan varyans analizi sonuçlarına göre istatistiksel olarak farkın önemli olduğu (p<0.01 seviyesinde) bulunmuş olup çoklu karşılaştırma analizi (Duncan) yapılmış buna göre toplam asitlik değerlerine ait sonuçların geniş bir aralıkta olduğu Çizelge 4.6'daki değerlere göre QKBL7 kodlu bal örneğinin 45,00±2,50 ile en yüksek, 15,00±0,0 değeri ile QKBL 46 ve QKBL42 kodlu bal örnekleri de en düşük toplam asitliğe sahip olduğu görülmüştür. Genel ortalama 28,18' dir.

Çizelge 4.6 Değişik bölgelerden toplanan balların ortalama ph, toplam asitlik ve suda çözünür kuru madde (ºBriks) değerlerine ait çoklu karşılaştırma analizi (Duncan) sonuçları (n=46)

BAL	**pH**	**Toplam Asitlik (**meq/kg bal**)**	**ºBriks**
QKBL1	3.74± 0^{nop}	30,30± 0^{fgh}	79,43±0,20^{b}
QKBL2	3.62±0,01^{uv}	34,99 ±2,50^{cdef}	75,87±0,16^{u}
QKBL3	3.71±0,02^{pqr}	43,33± 0,83^{ab}	64,62±0,20^{z}
QKBL4	4.08±0,02^{d}	18,33±0,83^{lmn}	78,97±0,14^{ef}
QKBL5	3.65±0,03st	31,66±1,67^{efgh}	76,62±0,03^{s}
QKBL6	3.93±0,03^{ıj}	31,66±1,67^{efgh}	76,88±0,08^{qr}
QKBL7	3.72±0,02^{opq}	45,00±2,50^{a}	75,27± 0,06^{v}
QKBL8	3.88±0,01^{k}	43,31±0,83^{ab}	76,10±0,13^{t}
QKBL9	3.99±0,02^{fg}	28,33±0,42^{ghı}	78,05±0,17^{jk}
QKBL10	3.58±0,05^{v}	29,99±2,50^{fgh}	79,20±0^{c}
QKBL11	3.58±0,03^{v}	28,33±1,67^{ghı}	77,77±0,08^{n}
QKBL12	3.65±0,02st	21,66±1,67^{klm}	77,17±0,08^{p}
QKBL13	3.97±0,02^{gh}	21,67±0,83^{klm}	78,18±0,32^{ıj}
QKBL14	3.83±0,01^{l}	32,49±1,25^{efgh}	73,27±0,06^{x}
QKBL15	3.82±0,01^{l}	23,33±0,42^{jkl}	79,08±0,03^{cde}
QKBL16	3.65±0,01^{l}	26,66±0,42^{hıj}	77,73±0,08^{cde}
QKBL17	3.95±0,03^{hı}	35,83±0,42^{cdef}	76,28±0,17^{t}
QKBL18	3.92±0,02^{ıj}	36,66±1,67^{cde}	75,77± 0,06^{u}
QKBL19	3.66±0,02^{s}	38,32±1,67^{bcd}	79,00±0,23^{def}
QKBL20	4,01±0,17^{ef}	21,66±0,83^{klm}	78,33±0,06^{ı}
QKBL21	3,70±0,01^{qr}	21,66±1,67^{klm}	79,12±0,03^{cde}
QKBL22	3,68±0,02^{rs}	31,65±1,67^{klm}	77,83±0,06^{mn}
QKBL23	3,74±0,05^{nop}	31,66±1,67^{efgh}	77,52±0,03^{o}
QKBL24	3,78±0^{m}	24,99±0,0^{ijk}	76,98±0,08^{q}
QKBL25	3,93±0,015^{ıj}	28,33±0,83^{ghı}	78,72±0,03^{gh}
QKBL26	3,90±0^{jk}	29,99±0,0^{fgh}	78,17±0,10^{ijk}
QKBL27	4,04±0,01^{e}	29,99±0,0^{fgh}	78,17±0,10^{ijk}
QKBL28	3,99±0,06^{fg}	30,00±0,0^{fgh}	76,60±0,10^{s}
QKBL29	3,85±0,03^{l}	24,99±0,0^{ijk}	76,80±0,22^{r}
QKBL30	3,96±0,02^{hı}	18,33±1,67^{lmn}	77,98±0,06^{klm}
QKBL31	3,78±0,01^{mn}	19,99±0,0^{klmn}	76,25±0,22^{t}
QKBL32	3,78±0,01^{m}	26,65±1,67^{hıj}	77,87±0,06^{lmn}
QKBL33	4,28±0,01^{b}	28,32±0,83^{bcd}	76,2±0^{t}
QKBL34	3,78±0,02^{m}	18,33±0,83^{lmn}	67,03±0,20^{y}
QKBL35	3,89±0^{k}	33,32±0,83^{defg}	73,63±0,08^{w}
QKBL36	3,92±0^{jk}	26,66±0,83^{hıj}	76,25±0,05^{t}
QKBL37	3,92±0,02^{ıj}	16,66±0,83^{mn}	80,53±0,16^{a}
QKBL38	3,75±0,01^{mno}	40,00±2,50^{abc}	77,20±0,05^{p}
QKBL39	4,14±0,01^{c}	24,99±0,0^{ijk}	78,57±0,19^{h}
QKBL40	4,34±0,02^{a}	25,00±0,0^{ijk}	78,00±0^{jklm}
QKBL41	3,72±0,03^{pqr}	28,33±1,67^{ghı}	78,88±0,06^{fg}
QKBL42	3,75±0,01^{mno}	15,00±0,0^{n}	78,03±0,08^{jkl}
QKBL43	3,63±0,06^{tu}	28,32±0,83^{ghı}	78,95±0,09^{ef}
QKBL44	3,73±0,06^{opq}	18,33±0,83^{lmn}	79,17±0,06^{cd}
QKBL45	3,71±0,06^{qr}	26,66±0,83^{hıj}	79,2±0,05^{c}
QKBL46	4,17±0,02^{c}	15,00±0,0^{n}	79,02±0,25^{cdef}

$^{a-z}$Aynı sütunda birbirinden farklı harflerle işaretlenmiş olan ortalamalar istatistik açısından birbirinden farklıdır.

Ballarda toplam asitlik üzerine yapılan çalışmalar incelendiğinde; Türk çam ballarında 54,00-8.20 meq/kg bal (Haroun 2006), Türk çam balları üzerinde yapılan bir diğer çalışmada 17,98-35,59 meq/kg bal (Bilgen Çınar 2010), Ordu ve Giresun İllerinde yapılan bir çalışmada ise 12,11-23.00 meq/kg bal (Kabakçı vd. 2012) olarak bulunmuştur. TGK Tebliği'ne (2012/58) göre asitlik salgı ve çiçek balında 50 meq/ kg fazla olmamalıdır (Anonim 2012).

4.5 Antioksidan Aktivite Değerlerine Ait Sonuçlar

Araştırma materyali olarak kullanılan balların ortalama antioksidan aktivite değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.7' de; çoklu karşılaştırma analizi (Duncan) sonuçları ise Çizelge 4.8' de verilmiştir.

Çizelge 4.7' de görüldüğü gibi yapılan varyans analizi sonuçlarına göre istatistiksel olarak farkın önemli olduğu ($p<0.01$ seviyesinde) bulunmuş olup çoklu karşılaştırma analizi (Duncan) yapılmış buna göre ortalama antioksidan aktivite değerlerine ait sonuçların geniş bir aralıkta olduğu bulunmuştur. Çizelge 4.8' deki değerlere göre antioksidan aktivitesi en yüksek QKBL40 kodlu bal örneği olup 562,67±1,98mg QE /100 g bal olarak bulunmuştur, en düşük antioksidan aktivite değerine ise QKBL26 kodlu bal örneği sahiptir. QKBL26 kodlu bal örneğinin antioksidan aktivitesi 4,56±0,14 mg QE /100 g bal olarak bulunmuş olup bal örneklerinin ortalama antioksidan aktivite değeri 41,34 mg QE /100 g bal olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.7 Değişik bölgelerden toplanan balların ortalama antioksidan aktivite değerlerine ait varyans analizi sonuçları

VARYASYON KAYNAKLARI	SD	KT	KO	F
Muameleler Arası	45	1939200	42093	81377,44**
Muameleler İçi (Hata)	230	122	1	
Genel	275	1939322		

**$p<0.01$ seviyesinde önemli

Çizelge 4.8 Değişik bölgelerden toplanan balların ortalama antioksidan aktivite değerlerine ait çoklu karşılaştırma analizi (Duncan) sonuçları (n=46)

BAL	Konsantrasyon(mg QE /100 g bal)	BAL	Konsantrasyon(mg QE /100 g bal)
QKBL1	8,31± 2,63^{z}	QKBL24	16,37±0,15^{uv}
QKBL2	15,66±2,21 ^{uvw}	QKBL25	23,75±0,32^{kl}
QKBL3	20,92±0,31^{no}	QKBL26	4,56±0,14^{A}
QKBL4	20,68±0,14^{nop}	QKBL27	10,03±1,63^{y}
QKBL5	22,93±0,36^{lm}	QKBL28	20,24±0,17 ^{nopqr}
QKBL6	100,33±0,28^{d}	QKBL29	24,20±0,25^{jkl}
QKBL7	61,03±0^{g}	QKBL30	20,25±0,26 ^{nopqr}
QKBL8	51,73±0,39^{h}	QKBL31	18,80±0,40^{qrs}
QKBL9	25,46±0,32^{j}	QKBL32	21,86±0,38^{mn}
QKBL10	19,19±0,39 ^{pqrs}	QKBL33	22,71±0,28^{lm}
QKBL11	11,10±0,33^{xy}	QKBL34	11,54±0,41^{xy}
QKBL12	14,17±0,25^{w}	QKBL35	14,49±0,48^{w}
QKBL13	25,66±0,44^{j}	QKBL36	32,72±0,55^{ı}
QKBL14	18,71±0,47^{rs}	QKBL37	23,01±0,19^{lm}
QKBL15	16,97±2,30^{tu}	QKBL38	78,84±0,41^{e}
QKBL16	15,11±0,33 ^{vw}	QKBL39	179,92±1,04^{b}
QKBL17	106,09±0,77^{c}	QKBL40	562,67±1,98^{a}
QKBL18	19,30±0,28 ^{opqrs}	QKBL41	24,73±0,28^{jk}
QKBL19	19,25±0,45 ^{opqrs}	QKBL42	18,20±0,09st
QKBL20	10,36±0,21^{y}	QKBL43	20,49±0,16 ^{nopq}
QKBL21	72,19±1,80^{f}	QKBL44	14,11±0,34^{w}
QKBL22	10,90±0,50^{y}	QKBL45	12,59±0,50^{x}
QKBL23	20,55±0,24^{nop}	QKBL46	18,80±0,19^{qrs}

$^{a-A}$Aynı sütunda birbirinden farklı harflerle işaretlenmiş olan ortalamalar istatistik açısından birbirinden farklıdır.

Yapılan diğer çalışmalarda antioksidan aktivitesine ait değerler şöyle bulunmuştur: Türk çam balları üzerine yapılan bir çalışmada 45,45-3,65 mg QE/100 g bal olarak (Haroun 2006), Karadeniz balları üzerinde yapılan bir çalışmada 12,76-80,80 mg AAE /100 g bal olarak (Silici vd. 2010), Malezya çiçek ballarında yaptığı bir çalışmada ise 53,06-1,612 mg AAE/1 g bal (Krishna vd. 2011) olarak bulunmuştur.

4.6 Toplam Fenolik Bileşenlere Ait Sonuçlar

Araştırma materyali olarak kullanılan balların toplam ortalama fenolik bileşen miktarına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.9' de; çoklu karşılaştırma analizi (Duncan) sonuçları ise Çizelge 4.10' de verilmiştir.

Çizelge 4.9' de görüldüğü gibi yapılan varyans analizi sonuçlarına göre istatistiksel olarak farkın önemli olduğu ($p<0.01$ seviyesinde) bulunmuş olup çoklu karşılaştırma analizi (Duncan) yapılmış buna göre toplam ortalama fenolik bileşen miktarının geniş bir aralıkta olduğu bulunmuştur. Çizelge 4.10' deki değerlere göre toplam fenolik bileşen miktarı en yüksek QKBL33 kodlu bal örneği olup 150,24 ± 3,39 mg GAE/100 g bal olarak bulunmuştur. En düşük toplam fenolik bileşen miktarı QKBL14, QKBL44, QKBL45, QKBL12 kodlu bal örnekleri olup sırayla 23.81±1,29, 24.41±0.89, 24.67±1,11, 25,27±1,03 mg GAE/100 g bal olarak bulunmuş olup bal örneklerinin ortalama antioksidan aktivite değeri 54,63 mg GAE/100 g bal' dır.

Yapılan diğer çalışmalar incelendiğinde Türk çam ballarında yapılan çalışmada 77,40-5,09 mg GAE/100 g bal (Haroun 2006), Slovenya balları üzerine yapılan bir çalışmada 270,1-25,7 mg GAE/100 g bal (Bertoncelj vd. 2007), Tabasco-Meksika ballarında 51,32-134,02 mg GAE/100 g bal (Ruiz-Navajas vd. 2011), Burkina-Fason-Afrika balları üzerine yürütülen bir çalışmada 32,59-114,75 mg GAE/100 g bal (Meda vd. 2005), Yemen ballarında 56,32- 246,21 mg GAE/100 g bal (Al-Mamary vd 2002), Karadeniz ballarında 0,24- 141,83 mg GAE/100 g bal (Silici 2010), Malezya çiçek ballarında yapılan bir çalışmada 83,96± 4,53-27,75±0,80 mg GAE/100 g bal (Krishna vd. 2011), Beretta ve arkadaşlarının yürüttüğü bir çalışmada ise 789,6±13,8-52,5±1,5 mg GAE/kg bal olarak bulunmuştur (Beretta vd. 2005).

Çizelge 4.9 Değişik bölgelerden toplanan balların toplam ortalama fenolik bileşen miktarına ait varyans analizi sonuçları

VARYASYON KAYNAKLARI	**SD**	**KT**	**KO**	**F**
Muameleler Arası	45	129843.4	2885.4	609.88**
Muameleler İçi (Hata)	230	1088.1	4.7	
Genel	275	130931.6		

**$p<0.01$ seviyesinde önemli

Çizelge 4.10 Değişik bölgelerden toplanan balların toplam ortalama fenolik bileşen miktarına ait çoklu karşılaştırma analizi (Duncan) sonuçları (n=46)

BAL	Konsantrasyon(mg GAE/100 g bal)	BAL	Konsantrasyon(mg GAE/100 g bal)
QKBL1	$74,14 \pm 4,36^{de}$	QKBL24	$63,20 \pm 1,58^{hı}$
QKBL2	$38,83 \pm 1,41^{uvw}$	QKBL25	$65,91 \pm 2,45^{fgh}$
QKBL3	$69,34 \pm 2,73^{f}$	QKBL26	$50,55 \pm 0,45^{opqr}$
QKBL4	$42,24 \pm 0,79^{tu}$	QKBL27	$67,00 \pm 2,77^{fg}$
QKBL5	$66,98 \pm 2,46^{fg}$	QKBL28	$59,23 \pm 2,09^{jk}$
QKBL6	$68,78 \pm 1,19^{f}$	QKBL29	$53,97 \pm 2,55^{mno}$
QKBL7	$72,71 \pm 3,18^{e}$	QKBL30	$42,70 \pm 1,81^{t}$
QKBL8	$69,27 \pm 4,53^{f}$	QKBL31	$41,48 \pm 1,49^{tuv}$
QKBL9	$48,85 \pm 1,41^{qr}$	QKBL32	$57,61 \pm 1,40^{kl}$
QKBL10	$35,90 \pm 1,34^{w}$	QKBL33	$150,24 \pm 3,39^{a}$
QKBL11	$30,74 \pm 1,347^{x}$	QKBL34	$32,03 \pm 1,70^{x}$
QKBL12	$25,27 \pm 1,03^{y}$	QKBL35	$52,54 \pm 1,50^{nop}$
QKBL13	$56,48 \pm 0,41^{klm}$	QKBL36	$49,07 \pm 1,78^{pqr}$
QKBL14	$23,81 \pm 1,29^{y}$	QKBL37	$47,59 \pm 1,99^{rs}$
QKBL15	$51,71 \pm 1,07^{nopq}$	QKBL38	$94,34 \pm 3,70^{b}$
QKBL16	$67,40 \pm 3,14^{fg}$	QKBL39	$37,15 \pm 1,60^{w}$
QKBL17	$61,15 \pm 0,63^{ij}$	QKBL40	$44,96 \pm 2,13^{st}$
QKBL18	$43,06 \pm 3,87^{t}$	QKBL41	$76,14 \pm 1,59^{d}$
QKBL19	$54,35 \pm 2,18^{lmn}$	QKBL42	$31,62 \pm 1,21^{x}$
QKBL20	$38,95 \pm 1,94^{uvw}$	QKBL43	$56,51 \pm 0,94^{klm}$
QKBL21	$64,43 \pm 1,29^{ghı}$	QKBL44	$24,41 \pm 0,89^{y}$
QKBL22	$67,52 \pm 3,47^{fg}$	QKBL45	$24,67 \pm 1,11^{y}$
QKBL23	$79,72 \pm 1,38^{c}$	QKBL46	$38,63 \pm 2,29^{vw}$

$^{a-y}$Aynı sütunda birbirinden farklı harflerle işaretlenmiş olan ortalamalar istatistik açısından birbirinden farklıdır.

4.7 Renk Değerlerine Ait Sonuçlar

Araştırma materyali olarak kullanılan balların ortalama renk (L^*, a^*, b^*) değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.11' de; çoklu karşılaştırma analizi (Duncan) sonuçları ise Çizelge 4.12' de verilmiştir.

Rengin tanımlanmasında Lovibond kolorimetresinden veya Pfund sıkalasından yararlanılmakta olup (Nakicioğlu ve Ötleş 2015) TGK ve TSE' ye göre balın rengi ''su beyazı ile koyu kahverengi arasında değişebilen'' tonlarda olmalıdır (Anonim 2011). L^* değeri parlaklığı ifade etmekte olup 0 ile100 arasında değer alır hiçbir yansıma yoksa 0

tam yansıma yapıp beyazsa 100 değerini almaktadır. a^* değeri kırmızı- yeşilliği ifade eder a^* pozitif değer almışsa kırmızı negatif değer almışsa yeşil rengi ifade eder. b^* değerinin pozitif değeri sarılığı gösterirken negatif değeri maviliği ifade etmektedir. a^*=0, b^*=0 olduğunda ise gri renksiz yani grilik olmaktadır (McGuire 1992; Polatçı ve Tarhan 2009).

Çizelge 4.11 Değişik bölgelerden toplanan balların ortalama renk (L^*) değerlerine ait varyans analizi sonuçları

VARYASYON KAYNAKLARI	**SD**	**KT**	**KO**	**F**
Muameleler Arası	45	5765.531	128.123	46038.95**
Muameleler İçi (Hata)	230	0.640	0.003	
Genel	275	5766.171		

**p<0.01 seviyesinde önemli

Çizelge 4.11' deki varyans analizi sonuçlarından da anlaşılacağı üzere istatistiksel açıdan fark önemli bulunmuş (p<0.01 seviyesinde) olup yapılan çoklu karşılaştırma analizi (Duncan) sonuçları Çizelge 4.14' de görüldüğü üzere en yüksek L^* (parlaklık) değeri 53,02±0,02 ile QKBL37 kodlu bal olup en düşük ise 30,42±0,02 değeri ile QKBL33 kodlu bal örneğidir. Ortalama L^* (parlaklık) değeri 35.13' dür. Çizelge 4.12' den de anlaşılacağı üzere L^* (parlaklık) değerleri geniş bir aralıkta bulunmuştur.

Çizelge 4.12 Değişik bölgelerden toplanan balların ortalama renk (a*) değerlerine ait varyans analizi sonuçları

VARYASYON KAYNAKLARI	**SD**	**KT**	**KO**	**F**
Muameleler Arası	45	194.8983	4.3311	966.40**
Muameleler İçi (Hata)	230	1.0308	0.0045	
Genel	275	195.9291		

**p<0.01 seviyesinde önemli

Çizelge 4.12' deki varyans analizi sonuçlarından da anlaşılacağı üzere istatistiksel açıdan fark önemli bulunmuş (p<0.01 seviyesinde) olup yapılan çoklu karşılaştırma

analizi (Duncan) sonuçları Çizelge 4.14'de görüldüğü üzere en yüksek a^* (kırmızılık) değeri 1,70±0,04 ile QKBL6 kodlu bal olup en düşük ise -3,22±0,01 değeri ile QKBL46 kodlu bal örneğidir. Ortalama a^* (kırmızılık) değeri -0.72' dir. Çizelge 4.12' den de anlaşılacağı üzere a^* (kırmızılık) değerleri geniş bir aralıkta bulunmuştur.

Çizelge 4.13 Değişik bölgelerden toplanan balların ortalama renk (b^*) değerlerine ait varyans analizi sonuçları

VARYASYON KAYNAKLARI	SD	KT	KO	F
Muameleler Arası	45	3215.604	71.458	6674.97**
Muameleler İçi (Hata)	230	2.462	0.011	
Genel	275	3218.066		

**p<0.01 seviyesinde önemli

Çizelge 4.12' deki varyans analizi sonuçlarından da anlaşılacağı üzere istatistiksel açıdan fark önemli bulunmuş (p<0.01 seviyesinde) olup yapılan çoklu karşılaştırma analizi (Duncan) sonuçları Çizelge 4.14'de görüldüğü üzere en yüksek b^* (sarılık) değeri 24,56±0,01 ile QKBL46 kodlu bal olup en düşük ise 6,44±0,02 değeri ile QKBL34 kodlu bal örneğidir. Ortalama b^* (sarılık) değeri 13.83' dür. Çizelge 4.14' den de anlaşılacağı üzere b^* (sarılık) değerleri oldukça geniş bir aralıkta ve birbirinden farklı bulunmuştur.

Balda yapılan renk analizleri incelendiğinde; Türk çam ballarında L^* değeri 34,33-22,59 (Haroun 2006), Slovenya ballarında L^* değeri 37,97-65,67, a^* -2,40-12,31, b^* 13,49-49,36 (Bertoncelj vd. 2007) olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.14 Değişik bölgelerden toplanan balların ortalama renk (L^*, a^*, b^*) değerlerine ait çoklu karşılaştırma analizi (Duncan) sonuçları (n=46)

Bal	L*	a*	b*
QKBL1	42,67±0,02^{d}	-0,82±0,05^{def}	16,16±0,03^{ı}
QKBL2	35,08±0,01^{l}	-1,00±0,02^{o}	8,43±0,03^{A}
QKBL3	35,49±0,16^{j}	-1,05±0,02^{o}	14,40±0,10^{o}
QKBL4	39,55±0,22^{e}	-2,84±0,06^{s}	19,39±0,70^{c}
QKBL5	34,96±0,16^{m}	-1,07±0,02^{o}	13,33±0,33^{r}
QKBL6	30,82±0,16^{D}	1,70±0,04^{a}	16,78±0,18^{f}
QKBL7	32,26±0,02^{z}	0,01±0,01^{n}	14,70±0,04^{lm}
QKBL8	32,93±0,02^{w}	0,41±0,03^{k}	15,98±0,02^{j}
QKBL9	33,08±0,03^{uv}	-0,44±0,04^{k}	17,96±0,06^{d}
QKBL10	35,33±0,01^{k}	-0,78±0,04^{efg}	11,56±0,04^{x}
QKBL11	36,37±0,04^{g}	-0,99±0,02^{o}	7,46±0,04^{B}
QKBL12	33,11±0,01^{u}	-1,94±0,04^{r}	12,07±0,02^{v}
QKBL13	34,45±0,03^{o}	-0,80±0,03^{ef}	16,24±0,01^{hı}
QKBL14	33,76±0,03^{p}	-0,99±0,04^{o}	11,89±0,05^{w}
QKBL15	32,67±0,02^{x}	-0,78±0,03^{fg}	11,77±0,02^{w}
QKBL16	34,47±0,01^{o}	-0,39±0,05^{k}	15,97±0,04^{j}
QKBL17	33,25±0,05^{t}	-0,34±0,04^{kl}	16,39±0,06^{gh}
QKBL18	31,54±0,01^{A}	0,54±0,05^{j}	16,93±0,03^{f}
QKBL19	34,07±0,03^{p}	-0,65±0,03^{hı}	15,16±0,02^{k}
QKBL20	31,57±0,01^{A}	-0,58±0,04^{ij}	12,16±0,02^{uv}
QKBL21	39,24±0,01^{f}	-0,92±0,04^{cd}	15,23±0,03^{k}
QKBL22	35,69±0,0^{ı}	-1,38±0,03^{pq}	10,71±0,13^{y}
QKBL23	34,46±0,04^{o}	-0,86±0,03^{def}	14,48±0,04^{no}
QKBL24	34,49±0,07^{o}	-0,97±0,03^{c}	12,25±0,03^{tu}
QKBL25	33,90±0,03^{q}	-0,84±0,01^{def}	14,33±0,03^{o}
QKBL26	33,36±0,01^{s}	-0,77±0,05^{fg}	14,59±0,03^{mn}
QKBL27	31,37±0,02^{B}	-0,38±0,03^{k}	12,48±0,02^{s}
QKBL28	34,91±0,01^{m}	-0,77±0,02^{fg}	14,16±0,02^{p}
QKBL29	35,12±0,02^{l}	-1,02±0,03^{o}	11,86±0,03^{w}
QKBL30	32,71±0,02^{x}	-0,89±0,03^{cde}	10,80±0,03^{y}
QKBL31	34,47±0,03^{o}	-1,08±0,05^{o}	11,78±0,04^{w}
QKBL32	34,50±0,03^{o}	-1,04±0,03^{o}	13,75±0,03^{q}
QKBL33	30,42±0,02^{F}	1,43±0,02^{b}	17,43±0,02^{e}
QKBL34	33,02±0,004^{v}	-0,75±0,01^{fgh}	6,44±0,02^{D}
QKBL35	33,73±0,04^{r}	-0,61±0,03^{ij}	14,85±0,04^{l}
QKBL36	33,94±0,03^{q}	-0,41±0,03^{k}	13,83±0,02^{q}
QKBL37	53,02±0,02^{a}	-1,47±0,02^{q}	16,42±0,03^{g}
QKBL38	30,60±0,03^{E}	0,68±0,01^{ghı}	20,53±0,04^{b}
QKBL39	30,85±0,01^{D}	0,13±0,02^{m}	16,42±0,01^{g}
QKBL40	34,77±0,06^{n}	-0,24±0,04^{l}	12,16±0,03^{uv}
QKBL41	32,56±0,01^{y}	-0,79±0,04^{efg}	11,84±0,02^{w}
QKBL42	33,36±0,03^{s}	-0,38±0,03^{k}	7,32±0,02^{B}
QKBL43	36,11±0,07^{h}	-1,29±0,05^{p}	12,34±0,05st
QKBL44	48,11±0,02^{c}	-1,33±0,02^{p}	10,47±0,01^{z}
QKBL45	35,07±0,05^{l}	-1,19±0,04^{o}	10,49±0,03^{z}
QKBL46	48,99±0,01^{b}	-3,22±0,01^{t}	24,56±0,01^{a}

$^{a-D}$Aynı sütunda birbirinden farklı harflerle işaretlenmiş olan ortalamalar istatistik açısından birbirinden farklıdır.

4.8 SPME-GC/MS ile Aroma Bileşenleri Miktarına Ait Sonuçlar

Araştırma materyali olarak kullanılan balların ortalama aroma bileşenleri miktarına ait çoklu karşılaştırma analizi (Duncan) sonuçları QKBL1-QKBL23 arası Çizelge 4.15' de QKBL24-QKBL46 arası Çizelge 4.15' de verilmiştir.

Bünyesinde yüksek oranlarda uçucu bileşenin bulunması sayesinde balın kendine özgü aroma profili meydana gelmekte ve balın orijininin belirlemesinde bu durumdan yararlanılabilmektedir. Uçucu bileşenler aroma tayininde bir araç olarak kullanılmakta bitkisel kaynağın belirlenmesinde, özellikle bal gibi zengin bir tada sahip olan ürünlerde, aroma bileşenleri temel alınmakta olup bu amaçla uçucu fraksiyonların ölçülmesi prensibine dayalı olarak geliştirilmiş yöntemlerden faydalanılmaktadır (Cuevas- Glory vd. 2007).

Balda en çok bulunan bileşenlerin duyusal karşılıkları şöyledir: Hekzanal; yeşil çimensi koku, benzaldehit; acı badem tadı, benzen-metil-4-1(1-metil etil); limonu anımsatan asitli tat, linalol; narenciye, gül ve yeşil yabanmersini tadı, nonanal; yeşil limon ve salatalık, hyasintin; keskin, nahoş kokulu, yeşil çiçekli bitkilerde, trans linalol oksit; meyveli odunsu bitkilerde, hotrienol; kavrulmuş ve tatlı aroma, fenil etil alkol; gül kokusu, 3,5,5-trimetil-2-sikloheksanon; nane kokusu, lilak aldehit; taze leylak kokusu, safranal; safran kokusu, kuminaldehit; hafif keskin baharat kokusu, karvakrol; kekik kokusu, beta damaskenon; tatlı, meyvemsi kokular, kumion; baharatlı ve odunsu koku (Burdock, 2009). Bileşenlerin gıdalarda bulunma durumlarına baktığımızda, hekzanal; elma, çimen ve turunçgillerde, hekzanoik asit; elma ve çilekte, benzaldehit; bademde, hotrienol; rezene ve zencefilde, hiyasintin; ahududu, çilek, kayısı, şeftali ve vişnede, linalol; elma, turunçgiller, üzüm gibi 280'den fazla üründe, linalol oksit; kayısı, yabanmersini, tarçın, turunçgil, kakao, muskat, kahve ve üzümde, fenil etil alkol; gül, neroli(acı portakal çiçeği), ylang ylang ağacı, nergis, sümbül, zambak, çay yaprağında, kuminaldehit; kimyon, tarçın, akasya, sedefotu, okaliptüs ve pelin otu, beta damaskenon; ahududu, elma, limon, anason, kaprik asit; elma, kakao çekirdeği, turunçgil kabuğu, kayısı, guavada, nonanoik asit; gül, sardunya, susum, *Litsea cub*eba

(dağ biberi), pelin otu, yalancı selvide baskın olarak bulunmaktadır (Burdock 2009; Anonim erişim tarihi 14.16.2019)

Yapılan aroma analizi sonucu 46 farklı balda toplam 128 adet farklı aroma bileşiği çıkmış olup en fazla bulunan bileşikler benzaldehit (40 adet balda), hiyasintin (45 adet balda), fenil etil alkol (44 adet balda), kaprik asit (33 adet balda), heptadekan (31 adet balda), hotrienol (34 adet balda), lilak aldehit B (41 adet balda), nonanoik asit (45 adet balda), trans linalol oksittir (43 adet balda). Bunun yanısıra hekzanoik asit ve propan,2,2,dimetil baskın olarak sadece QKBL4 kodlu balda, 4-Hidroksi-3-isopropil-3-metil-1-fenil-heptan-2-on ve bütanoik asit, 2-propenil ester baskın olarak sadece QKBL46 kodlu balda bulunmaktadır.

Aroma miktarı analizi sonuçlarına göre QKBL1, QKBL3, QKBL5, QKBL6, QKBL15, QKBL21, QKBL24, QKBL25, QKBL26, QKBL28, QKBL30, QKBL32, QKBL35, QKBL38, QKBL41, QKBL43 kodlu ballar kavrulmuş tatlı, nahoş baharatlı ve odunsu aromaya sahipken, QKBL2, QKBL7, QKBL8, QKBL10, QKBL11, QKBL13, QKBL14, QKBL17, QKBL18, QKBL19, QKBL20, QKBL31, QKBL34, QKBL37, QKBL39, QKBL40, QKBL42, QKBL44, QKBL45 kodlu ballarda gül aroması baskındır. QKBL8, QKBL9, QKBL10, QKBL12, QKBL14, QKBL15, QKBL17, QKBL27, QKBL30, QKBL33, QKBL36, QKBL39, QKBL40 kodlu ballar yoğun leylak aroması içermektedir.

Aroma miktarı tayini ile ilgili başka çalışmalar incelendiğinde; Litvanya' nın 15 adet çiçek balı üzerinde SPME metodu ile yapılan bir çalışmada tüm ballarda benzenasetaldehit (% 21,4), p-simen (%37,9) bulunurken; dimetil sülfit, benzilnitril ve pentannitril 14 balda; isobütan, oktanoik asit, nonanoik asit 13 balda; furfural, linalol ve nonanal 12 balda; 2-metilbutannitril 10 balda bulunmuştur (Kaskoniene vd. 2008). Hırvatistan çiçek balları üzerinde yapılan bir çalışmada en yaygın çıkan bileşenler; nonanal, lilak aldehit (I,II,III ve IV izomeri), decanal, metil nonanoat, heksanoik asit, 2-etil heksanoik asit olarak bulunmuştur (Jerkovic vd. 2009).

Çizelge 4.15 Değişik bölgelerden toplanan balların ortalama aroma bileşenleri miktarına ait Duncan çoklu karşılaştırma sonuçları (n=46) (QKBL1-23)

RI	Bileşik Adı	QKBL 1	QKBL 2	QKBL 3	QKBL 4	QKBL 5	QKBL 6	QKBL 7	QKBL 8	QKBL 9	QKBL 10	QKBL 11	QKBL 12	QKBL 13	QKBL 14	QKBL 15	QKBL 16	QKBL 17	QKBL 18	QKBL 19	QKBL 20	QKBL 21	QKBL 22	QKBL 23
1191	(1R)-(-)-Mirtenol	1,41^{e}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,75^{c}	-	-	-	-	-	1,20^{f}	-	-	2,28^{a}	1,40^{e}
1182	.alfa.-Metil-.alfa.-[4-metil-3-pentenil]oksiranmetanol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,09^{b}	1,63^{c}	-	-	-	-	-
958	.beta.-Mircene	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,12^{a}
-	1,3,8-Para-Mentatrin	-	-	-	-	0,56^{a}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	1,3-sikloheksadien-1-karboksaldehit, 2,6,6-trimetil- (Safranal)	7,25^{h}	-	9,61^{d}	-	7,09^{h}	6,59^{i}	1,21^{rs}	-	1,35^{qr}	0,87^{t}	1,88^{p}	-	-	-	6,40^{ij}	8,36^{f}	1,06st	-	3,53^{n}	1,61^{q}	8,91^{e}	9,91^{c}	4,54^{m}
1013	1,4-sikloheksadien, 3-ethenil-1,2-dimetil-	-	-	1,96^{a}	-	1,40^{e}	0,98^{gh}	-	-	-	-	-	-	-	-	1,46^{d}	1,07	-	-	-	-	1,70^{c}	-	-
-	1,4-sikloheksandion, 2,2,6-trimetil-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1643	1-{2-[3-Metil-3-(5-metil-furan-2-il)-butil]-oksiran-2-il}-etanon	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	1-Dekanol	-	-	-	-	-	-	-	5,82^{a}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,81^{cd}	-	-
969	1-Okten-3-ol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,56^{a}	-	-	-	-	-	-
-	1-fenilbütan-2,3dion	-	-	-	1,53^{b}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	1-Tetradecen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	2 Etil Heksanol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	2-(1-hidroksi etil)-5-metil-5-vinil-tetrahidrofuran	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,69^{a}	-	-	-	-	-	-
1325	2-(4-Metoksifenil)etanol	0,98^{d}	-	1,62^{bc}	-	1,65^{bc}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,15^{a}	1,00^{d}	-	0,97^{d}	-	1,83^{b}	1,57^{c}	-
-	2,4,4-trimetil-3-karboksaldehit-5-hidroksi-2,5-sikloheksadien-1-on	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,89^{b}	-	-	-	-	3,05^{a}	-	-
1199	2,4-sikloheptadien-1-on, 2,6,6-trimetil- Eucarvon	-	-	-	-	-	-	1,47^{h}	-	0,79^{k}	-	-	-	-	-	-	-	1,62^{g}	-	-	-	-	3,09^{c}	-
966	2,6-Dimetil-1,3,5,7-oktatetraen, E,E-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,94^{b}	-	-	-	-	-	-	-
-	2-Büten-1-on, 1-(2,6,6-trimetil-1,3-sikloheksadien-1-il)-, (E)- (beta dameskenon)	0,63^{j}	0,84^{gh}	0,97^{f}	1,73^{a}	0,95^{f}	-	0,89^{fg}	1,20^{d}	1,34^{c}	-	0,75^{i}	0,79^{hi}	1,08^{e}	0,72^{i}	-	-	0,90^{fg}	-	-	0,56^{jk}	-	0,53^{k}	-
1136	2-karen-10-al	2,46^{ef}	-	2,46^{def}	-	2,02^{h}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,58^{k}	-	-	1,72^{j}	-	2,50	2,96^{b}	-
1054	2-siklopenten-1-on, 2,3,4,5-tetrametil-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1125	2H-Piran, 3,6-dihidro-4-metil-2-(2-metil-1-profenil)-Neroloksit	2,24^{g}	-	3,44^{a}	-	3,28	3,33^{b}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,72^{e}	-	-	1,50^{l}	-	-	2,61^{f}	1,99^{j}

Çizelge 4.15 Değişik bölgelerden toplanan balların ortalama aroma bileşenleri miktarına ait Duncan çoklu karşılaştırma sonuçları (QKBL1-23) (devamı)

RI	Bileşik Adı	QKBL 1	QKBL 2	QKBL 3	QKBL 4	QKBL 5	QKBL 6	QKBL 7	QKBL 8	QKBL 9	QKBL 10	QKBL 11	QKBL 12	QKBL 13	QKBL 14	QKBL 15	QKBL 16	QKBL 17	QKBL 18	QKBL 19	QKBL 20	QKBL 21	QKBL 22	QKBL 23
1798	2H-Piran-3-ol, tetrahidro-2,2,6-trimetil-6-(4-metil-3-sikloheksen-1-il)-, [3S-[3.alfa.,6.alfa.(R*)]]-	-	-	-	-	-	$0,79^{a}$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1227	2-Hidroksi-3,5,5-trimetil-sikloheks-2-enon	-	-	$1,54^{b}$	-	$1,15^{c}$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	$1,19^{c}$	-	-	$0,62^{f}$	$1,07^{d}$	$0,84^{e}$	-	-
1141	2-Isopropilidene-3-metillheksa-3,5-dienal	$1,70^{d}$	-	$1,42^{e}$	-	$3,49^{a}$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	$2,35^{b}$	-	-	-	-	$1,44^{e}$	$1,67^{d}$	-
1754	2-Pentadekanon, 6,10,14-trimetil-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	3 Metil Pentanoik asit	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	$0,99^{b}$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1103	3,6-Dimetil-2,3,3a,4,5,7a-heksahidrobenzofuran	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1197	3,7-Oktadien-2,6-diol, 2,6-dimetil-	$1,08^{f}$	-	$2,21^{de}$	-	$2,94^{bc}$	$3,37^{a}$	-	-	-	-	-	-	-	-	$2,73^{c}$	$2,28^{de}$	-	-	-	-	$2,73^{c}$	-	$0,80^{gh}$
948	3-Karen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	$1,39^{b}$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	$2,14^{a}$
1175	3-sikloheksen-1-ol, 4-metil-1-(1-metiletil)-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	$1,00^{b}$	-	-	$1,10^{a}$	-	-	-	-	-	-	-
982	3-sikloheksen-1-asetaldehit, .alfa.,4-dimetil	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	3-Heksenoik asid, (E)-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	3-hidroksi-4-fenil-2-butanon	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	3-Okso-4-fenilbutirnitril	-	-	-	$2,06^{b}$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	$0,86^{e}$	-	$1,80^{c}$	-	-	-
1937	4,4-Dimetil-3-oksopentannitril	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1937	4-Hidroksi-3-isopropil-3-metil-1-fenil-heptan-2-on	-	-	-	$0,74^{b}$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	4-Metil-2-propilfenol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1259	Asetik asit, 2-feniletil ester	-	$1,92^{b}$	-	-	-	-	$1,18^{c}$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	$2,06^{a}$	-	-	-	-	-
982	Benzaldehit	-	$2,38^{ghu}$	-	-	-	-	$2,24^{ghu}$	$1,74^{ijk}$	$2,02^{ijk}$	$1,99^{ijk}$	-	$4,08^{e}$	$4,04^{e}$	$3,88^{e}$	$0,70^{mn}$	$0,64^{n}$	$2,99^{f}$	$2,15^{ijk}$	$1,64^{kl}$	$13,14^{b}$	-	-	$0,84^{mn}$
1230	Benzaldehit, 4-(1-metiletil)-(Kuminaldehit)	$1,06^{e}$	-	$1,01^{e}$	-	$0,80^{f}$	$0,58^{k}$	-	-	-	-	-	-	-	-	$0,66^{j}$	$0,74^{i}$	-	-	$1,51^{a}$	-	$1,18^{c}$	$1,12^{d}$	$0,79^{h}$
1171	Benzaldehit, 4-Metoksi-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Çizelge 4.15 Değişik bölgelerden toplanan balların ortalama aroma bileşenleri miktarına ait Duncan çoklu karşılaştırma sonuçları (QKBL1-23) (devamı)

RI	Bileşik Adı	QKBL 1	QKBL 2	QKBL 3	QKBL 4	QKBL 5	QKBL 6	QKBL 7	QKBL 8	QKBL 9	QKBL 10	QKBL 11	QKBL 12	QKBL 13	QKBL 14	QKBL 15	QKBL 16	QKBL 17	QKBL 18	QKBL 19	QKBL 20	QKBL 21	QKBL 22	QKBL 23
1081	Benzeneacetaldehyde (Hyacinthin)	$3,78^{ghu}$	$7,46^{d}$	$1,45^{no}$	-	$1,73^{mn}$	$1,74^{mn}$	$1,53^{no}$	$2,34^{lmn}$	$5,87^{e}$	$4,36^{gh}$	$1,62^{n}$	$5,62^{e}$	$11,53^{a}$	$4,52^{fg}$	$1,96^{mn}$	$2,55^{klm}$	$5,27^{ef}$	4,34	$3,88^{ghu}$	$9,86^{b}$	$1,95^{mn}$	$4,58^{fg}$	$4,32^{gh}$
1259	Benzeneacetic acid, ethyl ester	-	-	-	-	-	-	$1,54^{b}$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	$9,69^{a}$	-	-	-	-	-
-	Benzeneethanol (CAS) Phenethyl alcohol	$0,89^{rst}$	$17,31^{d}$	$0,69^{t}$	$0,66^{t}$	0,63	$0,81^{st}$	$6,64^{jk}$	$5,81^{l}$	$4,73^{m}$	$11,72^{f}$	$11,67^{f}$	-	$9,27^{h}$	$6,07^{kl}$	$2,43^{n}$	$1,50^{opq}$	$6,59^{jk}$	$6,47^{k}$	$4,38^{m}$	$9,63^{h}$	$1,15^{pqrst}$	$1,80^{o}$	$1,63^{op}$
1197	Benzenmetanol, .alfa.,.alfa.,4-trimetil-(p-simen-8-ol)	-	-	-	-	$1,45^{a}$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	$0,69^{c}$	-	-	-	-	-	-	-
-	Benzonik asit, etil ester	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	$4,61^{a}$	-	-	-	-	-
1036	Benzil alkol	-	-	-	-	-	-	$0,94^{b}$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	$0,74^{c}$	-	-	-
1138	Benzil nitril	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	Beta. Fencil Alkol	-	-	-	-	-	-	-	$0,56^{k}$	$1,01^{fgh}$	-	$1,92^{c}$	$1,13^{e}$	$3,90^{a}$	$1,14^{e}$	-	-	-	-	$0,70^{j}$	-	-	-	$3,38^{b}$
-	Bisiklo[2.2.1]heptan-2-ol, 1,7,7-trimetil-(1-Borneol)	-	-	$1,81^{c}$	-	-	-	$0,86^{d}$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	$3,96^{a}$
1119	Bisiklo[3.1.1]hept-2-en-6-on, 2,7,7-trimetil-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	$0,75^{b}$	-	-	-	-	$0,89^{a}$	-	-
1119	Bisiklo [3.1.1]hept-3-en-2-on, 4,6,6-trimetil-, (1S)-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	$0,72^{i}$	-	-	-	-	-	$1,21^{g}$	-	-	$2,35^{c}$	$1,27^{f}$
1710	Bisiklo [3.2.0]heptan-2-one, 5-formilmetil -6-hidroksi-3,3-dimetil-6-vinil-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	$3,70^{a}$	-
1277	Bornil asetat	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	$2,13^{b}$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	$3,89^{a}$
-	Bütanoik asit	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	Bütanoik asit, 2-propenil ester	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
811	Bütanoik asit, 3-metil-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1332	Sinnolin, 3-metil-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1182	Sikloheksanol, 4-(1,1-dimetiletil)-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1204	Dekanal (Kaprik aldehit)	-	$1,43^{f}$	-	-	-	-	-	-	-	$1,66^{e}$	-	$1,92^{d}$	$1,19^{g}$	$3,32^{b}$	-	-	$0,74^{h}$	-	$0,55^{i}$	$1,07^{g}$	-	-	-
-	decan-4,5-dion	-	-	-	$1,68^{a}$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Çizelge 4.15 Değişik bölgelerden toplanan balların ortalama aroma bileşenleri miktarına ait Duncan çoklu karşılaştırma sonuçları (QKBL1-23) (devamı)

RI	Bileşik Adı	QKBL 1	QKBL 2	QKBL 3	QKBL 4	QKBL 5	QKBL 6	QKBL 7	QKBL 8	QKBL 9	QKBL 10	QKBL 11	QKBL 12	QKBL 13	QKBL 14	QKBL 15	QKBL 16	QKBL 17	QKBL 18	QKBL 19	QKBL 20	QKBL 21	QKBL 22	QKBL 23
-	Dekanoik asit - kaprik asit	$0,77^{mnopq}$	$1,62^{ef}$	-	-	-	$0,68^{opq}$	-	-	$0,67^{opq}$	$0,71^{opq}$	-	-	-	$2,47^{b}$	$0,86^{lmnop}$	$0,75^{nopq}$	$2,05^{d}$	$0,95^{klmn}$	-	$1,04^{jkl}$	-	$0,75^{nopq}$	-
-	Dekanoik asit, etil ester	-	-	-	-	-	-	$0,93^{b}$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	$1,28^{a}$	-	-	-	-	-
1018	dl-Limonen	-	-	-	-	-	-	-	-	$29,08^{b}$	$0,76^{f}$	$33,88^{a}$	-	$4,19^{d}$	-	$0,88^{ef}$	-	-	-	-	-	-	-	$4,91^{c}$
-	Dodekan, 2,6,10-trimetil-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	$1,16^{b}$	$0,89^{c}$	$2,72^{a}$	-	-	-	-	-	-
2009	Eykosan	-	$2,09^{a}$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	$1,65^{b}$	-	-	-	-	-	-
463	Etanol	-	-	-	-	-	-	$1,59^{b}$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	$1,69^{a}$	-	-	-	-	-
-	Etanon, 1-[4-(1-metiletil)fenil]-(Kumion)	$5,87^{c}$	-	$3,45^{f}$	-	$2,98^{gh}$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	$3,91^{e}$	-	-
1029	Etanon, 1-fenil-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	etil 2-hidroksi-3-fenilpropanoat	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	$8,10^{a}$	-	-	-	-	-
1392	Eugenol	$0,66^{gh}$	-	-	-	-	$1,21^{c}$	-	-	-	-	-	-	-	$1,08^{d}$	-	-	-	-	$1,09^{d}$	-	$0,61^{hı}$	$0,51^{j}$	-
1711	Heptadekan	$0,96^{ijklm}$	$2,38^{c}$	-	-	$0,61^{pq}$	-	-	$1,66^{e}$	-	$0,62^{pq}$	$4,27^{a}$	-	-	$0,95^{ijklm}$	-	-	$1,55^{ef}$	$1,50^{ef}$	$0,80^{lmnop}$	-	-	$0,67^{jklmno}$	$0,86^{jklmno}$
1746	Heptadekan, 8-metil-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	$1,87^{a}$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	Heptadekanoik asit, etil ester	-	-	-	-	-	-	$1,45^{a}$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	Heksakosan	-	-	-	$3,09^{b}$	-	-	$0,65^{jk}$	$1,10^{e}$	-	-	-	$0,95^{f}$	-	$0,83^{fghı}$	-	-	$0,90^{fg}$	$0,64^{k}$	-	$0,71^{hijk}$	-	-	-
1612	Heksadekan	-	$5,79^{b}$	-	-	-	$0,71^{d}$	-	-	-	-	-	$7,66^{a}$	-	-	-	-	-	$0,57^{d}$	-	-	$0,91^{c}$	-	$1,01^{c}$
-	Heksadekanoik asit, etil ester	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	$1,06^{a}$	-	-	-	-	-
-	Heksanoik asit	-	$0,69^{ijk}$	-	$22,93^{a}$	-	$1,11^{fgh}$	-	$1,40^{de}$	$0,66^{k}$	$1,06^{fghı}$	-	-	-	$1,34^{de}$	-	-	$0,92^{hı}$	-	-	$1,34^{de}$	-	-	-
-	Heksanoik asit, 2-etil-	-	$1,24^{a}$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	$1,22^{a}$	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	Hotrienol (3,7-dimetil-1,5,7-oktatrien-3-ol)	$12,42^{l}$	-	$23,04^{de}$	-	$23,77^{cd}$	$24,24^{bc}$	$5,64^{r}$	$7,00^{pq}$	$5,90^{r}$	$14,59^{j}$	$14,07^{jk}$	-	-	-	$25,66^{a}$	$19,35^{g}$	-	-	$9,97^{m}$	$6,89^{q}$	$25,26^{a}$	$9,13^{mn}$	$14,14^{jk}$
1097	Isoforon	$1,42^{cde}$	-	$1,02^{h}$	-	$1,49^{cd}$	$2,24^{b}$	-	-	-	-	$0,62^{k}$	-	-	-	-	$1,44^{cde}$	-	-	$1,24^{fg}$	-	$1,38^{cdef}$	$0,74^{ij}$	$0,83^{jk}$
1251	Lilak alkol B	-	-	-	-	$0,94^{e}$	$1,09^{d}$	$0,64^{f}$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	$0,87^{e}$	-	-	-	-	-	-
1197	Lilak aldehit A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	$2,02^{b}$	-	-	-	-	-	$1,95^{c}$	-	-
1197	Lilak aldehit B	$2,01^{mnopq}$	$1,17^{rs}$	$1,19^{rs}$	-	$1,76^{pqr}$	$2,90^{kl}$	-	$4,16^{j}$	$7,66^{f}$	$16,92^{b}$	$2,39^{lmno}$	$6,63^{g}$	$5,79^{h}$	$13,41^{d}$	$3,15^{k}$	$2,09^{mnopq}$	$8,58^{e}$	-	$2,58^{lmn}$	$1,51^{qrs}$	$2,18^{mnop}$	$1,50^{qrs}$	$2,18^{mnop}$
1197	Lilak aldehit C	-	-	-	-	-	-	-	-	$3,34^{g}$	$6,08^{c}$	$0,74^{l}$	-	$3,91^{f}$	$5,43^{d}$	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1197	Lilak aldehit D	$1,10^{e}$	-	$1,58^{d}$	-	-	-	-	$2,85^{b}$	-	-	-	$2,43^{c}$	-	-	-	$1,60^{d}$	$3,56^{a}$	-	$2,88^{b}$	$3,59^{a}$	-	-	-

Çizelge 4.15 Değişik bölgelerden toplanan balların ortalama aroma bileşenleri miktarına ait Duncan çoklu karşılaştırma sonuçları (QKBL1-23) (devamı)

RI	Bileşik Adı	QKBL 1	QKBL 2	QKBL 3	QKBL 4	QKBL 5	QKBL 6	QKBL 7	QKBL 8	QKBL 9	QKBL 10	QKBL 11	QKBL 12	QKBL 13	QKBL 14	QKBL 15	QKBL 16	QKBL 17	QKBL 18	QKBL 19	QKBL 20	QKBL 21	QKBL 22	QKBL 23
-	Linalol (1,6-Oktadien-3-ol, 3,7-dimetil-)	-	-	-	0,71^{o}	-	-	-	-	3,57^{b}	-	2,56^{c}	-	0,78^{no}	1,95^{e}	0,77^{no}	-	0,82^{n}	-	-	-	-	1,44^{h}	1,24^{j}
1454	Megastigmatrienon	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1342	Nerik asit	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	Neril Aseton	-	-	-	-	-	-	-	0,57^{b}	-	-	-	-	1,54^{a}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2153	n-Nonadekanol-1	-	-	-	-	-	-	-	0,59^{b}	-	-	-	-	-	-	-	-	0,62^{a}	-	-	-	-	-	-
2904	Nonakosan	-	0,84^{ab}	-	-	-	-	-	0,61^{ef}	-	-	-	0,62^{def}	-	0,82^{b}	-	-	-	-	0,58^{f}	-	-	-	-
1910	Nonadekan	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1185	Nonan, 3-metil-5-propil-	0,93^{kl}	-	-	-	-	-	-	-	-	3,75^{e}	-	-	2,88^{f}	1,04^{kl}	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	Nonanoik asid	3,00^{lmnopqr}	3,79^{ghijklm}	3,72^{hijklm}	2,89^{lmnopqr}	2,92^{lmnopqr}	2,68^{opqr}	6,97^{b}	6,42^{bc}	2,95l^{mnopqr}	4,53^{defghı}	0,72^{uv}	4,11^{defghijk}	1,67st	5,04^{d}	2,62^{qr}	3,02^{lmnopqr}	5,96^{c}	2,52^{qrs}	4,14^{defghij}	4,76^{def}	2,65^{pqr}	2,35^{rs}	-
1282	Nonanoik acit, etil ester	-	-	-	-	-	-	6,37^{a}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,98^{c}	2,77^{b}	-	-	-	-	-
-	Oktadekan	0,83^{hij}	-	-	-	-	-	0,60^{l}	1,84^{a}	-	-	-	0,91^{fghı}	0,80^{hij}	1,40^{de}	-	-	-	1,38^{de}	-	-	-	0,89^{fghı}	0,77^{ijk}
2167	Oktadekanoik asit	-	0,56^{b}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	Oktadekanoik asit, etil ester	-	-	-	-	-	-	2,79^{a}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,66^{b}	-	-	-	-	-
1005	Oktanal (kaprilaldehit)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,76^{a}	-	-	-	-	-	-
-	Oktanoik asit	-	2,77^{b}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,15^{a}	-	-	-	-	-	-
-	Oktanoik asit, etil ester	-	-	-	-	-	-	4,09^{a}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,01^{b}	-	-	-	-	-
1042	o-simen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,65^{a}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1284	p-simen-7-ol (Kumik alkol)	-	-	0,62^{b}	-	0,63^{a}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2506	Pentakosan	0,53^{kl}	1,38^{c}	-	0,60^{jkl}	-	-	0,51^{l}	1,75^{b}	-	-	-	0,60^{jkl}	-	1,11^{ef}	-	-	0,93^{fg}	0,85^{gh}	-	-	-	0,65^{ijkl}	-
-	Pentadekan, 2,6,10,14-tetrametil-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1363	Pentan-2-on <4-metil-, 1-fenil->	-	-	-	0,79^{a}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1389	Pentanoik asit, 2-metil-, anhidrit	-	-	-	3,04^{a}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1175	Fellandral-1-sikloheksen-1-karboksaldehit, 4-(1-metiletil)-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,83^{c}	-	-	-	-
-	Fenol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,95^{b}	-	1,09^{c}	-	3,36^{a}	-	-	-	-

Çizelge 4.15 Değişik bölgelerden toplanan balların ortalama aroma bileşenleri miktarına ait Duncan çoklu karşılaştırma sonuçları (QKBL1-23) (devamı)

RI	Bileşik Adı	QKBL 1	QKBL 2	QKBL 3	QKBL 4	QKBL 5	QKBL 6	QKBL 7	QKBL 8	QKBL 9	QKBL 10	QKBL 11	QKBL 12	QKBL 13	QKBL 14	QKBL 15	QKBL 16	QKBL 17	QKBL 18	QKBL 19	QKBL 20	QKBL 21	QKBL 22	QKBL 23
1248	Fenol, 2-(1-metilpropil)-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,82^{a}	-	-
-	Fenol, 2-metil-5-(1-metiletil)-(Carvacrol)	0,88^{c}	-	0,88^{c}	-	0,78^{cd}	-	0,68^{de}	-	-	-	-	0,83^{cd}	-	-	-	-	1,17^{b}	-	1,63^{a}	-	-	-	-
-	Fenol, 3,4,5-trimetil-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,14^{a}	-	-	-	-	1,36^{b}	-	-	-	-	-	-
1326	Fenol, 3,5-dietil-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,93^{b}	-	-	-	-	-	0,77^{c}	-
1248	Fenol l, 4-(1-metilpropil)-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1114	Pinokarvon	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,99^{a}	-
-	Propane, 2,2-dimetil-	-	-	-	21,07^{a}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1415	Propanoik asit, 2-metil-, 2,2-dimetil-1-(2-hidroksi-1-metiletil)propil ester	-	2,74^{a}	-	-	-	-	-	-	1,57^{d}	-	-	1,21^{g}	1,51^{def}	-	-	-	-	-	-	2,31^{b}	-	-	-
1331	Propanoik asit 2-metil-, 2-etil-3-hidroksiheksil ester	-	3,11^{a}	-	-	-	-	-	-	1,61^{d}	-	-	1,62^{d}	2,03^{c}	-	-	-	-	-	-	2,04^{c}	-	-	-
2407	Tetrakosan	-	1,61	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,74	-	-	-	-	-	-
-	Tetradekanoik asit, etil ester	-	-	-	-	-	-	0,81^{a}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	Timol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,52^{a}	-	-	-	-	-	-	-	0,82^{cd}	0,98^{b}
-	Timil Metil Eter	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,46^{a}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1578	trans-2-Dodesenoik asit	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,02^{a}	-	-	-
-	Trans-Linalol oksit	2,15^{opq}	3,38^{ghı}	0,97^{r}	-	1,17^{r}	2,08^{pq}	4,76^{de}	5,52^{c}	4,52^{e}	3,24^{hıj}	6,50^{b}	2,61^{klmn}	1,11^{r}	5,55^{c}	3,68^{fgh}	2,92^{ik}	6,44^{b}	3,60^{fgh}	4,49^{e}	2,69^{klm}	0,87^{r}	5,09^{d}	2,50^{klmnop}
-	trans-Verbenol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1842	Tridekanoik asit, 3-hidroksi-, etil ester	-	-	-	-	-	-	1,68^{b}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,23^{a}	-	-	-	-	-

Çizelge 4.15 Değişik bölgelerden toplanan balların ortalama aroma bileşenleri miktarına ait Duncan çoklu karşılaştırma sonuçları (QKBL24-46) (devamı)

RI	Bileşik Adı	QKBL 24	QKBL 25	QKBL 26	QKBL 27	QKBL 28	QKBL 29	QKBL 30	QKBL 31	QKBL 32	QKBL 33	QKBL 34	QKBL 35	QKBL 36	QKBL 37	QKBL 38	QKBL 39	QKBL 40	QKBL 41	QKBL 42	QKBL 43	QKBL 44	QKBL 45	QKBL 46
1191	(1R)-(-)-Mirtenol	-	-	-	-	-	0,88^{h}	0,59^{j}	1,16^{f}	1,01^{g}	-	-	1,21^{f}	-	-	1,40^{e}	-	-	1,69^{d}	0,67^{t}	1,99^{b}	-	-	-
1182	.alfa.-Metil-.alfa.-[4-metil-3-pentenil]oksiranmetanol	-	-	-	-	-	-	-	2,45^{a}	-	-	1,66^{c}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
958	.beta.-Mircene	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	1,3,8-Para-Mentatrin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	1,3-sikloheksadien-1-karboksaldehit, 2,6,6-trimetil- (Safranal)	9,48^{d}	8,27^{f}	9,69^{cd}	10,26^{b}	2,30^{o}	-	-	1,52^{q}	8,00^{g}	6,16^{j}	-	0,87^{t}	3,44^{n}	0,96st	5,83^{k}	-	-	5,38^{l}	-	10,94^{a}	-	1,16^{rs}	-
1013	1,4-sikloheksadien, 3-ethenil-1,2-dimetil-	1,79^{b}	1,02^{fg}	0,96^{h}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	1,4-sikloheksandion, 2,2,6-trimetil-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,46^{a}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1643	1-{2-[3-Metil-3-(5-metil-furan-2-il)-butil]-oksiran-2-il}-etanon	-	-	-	-	0,76^{a}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	1-Dekanol	-	-	0,78^{cd}	-	1,12^{b}	0,93^{bc}	-	-	0,68^{d}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
969	1-Okten-3-ol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	1-fenilbütan-2,3dion	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,41^{a}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,97^{c}
-	1-Tetradecen	-	-	-	-	-	-	1,43^{a}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	2 Etil Heksanol	-	-	-	-	-	0,96^{a}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	2-(1-hidroksi etil)-5-metil-5-vinil-tetrahidrofuran	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1325	2-(4-Metoksifenil)etanol	1,55^{c}	1,50	1,82^{b}	0,59^{e}	1,83^{b}	-	0,69^{e}	-	0,66^{e}	-	-	-	-	-	-	-	-	0,98^{d}	-	1,17^{d}	-	-	-
-	2,4,4-trimetil-3-karboksaldehit-5-hidroksi-2,5-sikloheksadien-1-on	-	2,28^{c}	2,14^{d}	2,00^{e}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,03^{f}	-	-	-	-	-	-	-	-
1199	2,4-sikloheptadien-1-on, 2,6,6-trimetil- Eucarvon	-	3,53^{b}	-	2,73^{d}	1,66^{g}	1,16^{i}	-	0,88^{j}	2,27^{f}	5,32^{a}	-	0,74^{j}	0,90^{k}	-	2,63^{e}	-	-	2,66^{e}	-	-	-	-	-
966	2,6-Dimetil-1,3,5,7-oktatetraen, E,E-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,01^{a}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	2-Büten-1-on, 1-(2,6,6-trimetil-1,3-sikloheksadien-1-il)-, (E)- (beta dameskenon)	-	-	-	0,75^{i}	0,92^{fg}	-	0,90^{fg}	-	-	1,61^{b}	-	0,65^{j}	0,63^{j}	0,62^{jk}	-	1,27^{cd}	1,35^{c}	0,90^{fg}	-	-	0,77^{hı}	-	0,84^{gh}
1136	2-karen-10-al	1,45^{l}	1,63^{k}	1,83^{i}	1,55^{k}	1,73^{j}	1,12^{m}	0,85^{o}	0,93^{n}	2,41^{f}	-	-	2,32^{g}	-	-	2,54^{d}	-	-	3,89^{a}	-	2,62^{c}	-	-	-
1054	2-siklopenten-1-on, 2,3,4,5-tetrametil-	-	-	-	0,78^{a}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Çizelge 4.15 Değişik bölgelerden toplanan balların ortalama aroma bileşenleri miktarına ait Duncan çoklu karşılaştırma sonuçları (QKBL24-46) (devamı)

RI	Bileşik Adı	QKBL 24	QKBL 25	QKBL 26	QKBL 27	QKBL 28	QKBL 29	QKBL 30	QKBL 31	QKBL 32	QKBL 33	QKBL 34	QKBL 35	QKBL 36	QKBL 37	QKBL 38	QKBL 39	QKBL 40	QKBL 41	QKBL 42	QKBL 43	QKBL 44	QKBL 45	QKBL 46
1125	2H-Piran, 3,6-dihidro-4-metil-2-(2-metil-1-profenil)-Neroloksit	3,07^{c}	2,21^{gh}	1,97^{j}	0,87	2,08^{o}	0,98^{t}	1,10^{m}	-	2,14^{hı}	-	0,61^{p}	1,73^{k}	-	-	1,49^{l}	-	-	2,84^{d}	-	2,24^{g}	-	-	-
1798	2H-Piran-3-ol, tetrahidro-2,2,6-trimetil-6-(4-metil-3-sikloheksen-1-il)-, [3S-[3.alfa.,6.alfa.(R*)]]-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1227	2-Hidroksi-3,5,5-trimetil-sikloheks-2-enon	-	-	3,14^{a}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,03^{d}	-	-	-	-	-	-	-	-
1141	2-Isopropilidene-3-metillheksa-3,5-dienal	-	2,15^{c}	-	2,18^{bc}	-	-	-	-	1,37^{e}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,44^{e}	-	-	-
1754	2-Pentadekanon, 6,10,14-trimetil-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,08^{a}	0,87^{b}	-
-	3 Metil Pentanoik asit	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,11^{a}	-	-
1103	3,6-Dimetil-2,3,3a,4,5,7a-heksahidrobenzofuran	-	-	-	-	-	-	-	1,47^{a}	-	-	-	-	-	-	-	1,07^{b}	0,79^{c}	-	-	-	-	-	-
1197	3,7-Oktadien-2,6-diol, 2,6-dimetil-	3,13^{b}	2,14^{e}	2,39^{d}	-	0,55^{t}	-	1,06^{f}	-	0,99^{fg}	1,05^{f}	0,86^{fg}	0,63^{hı}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
948	3-Karen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1175	3-sikloheksen-1-ol, 4-metil-1-(1-metiletil)-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
982	3-sikloheksen-1-asetaldehit, .alfa.,4-dimetil	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,92^{a}	0,86^{b}	-	-	-	-	-	-
-	3-Heksenoik asid, (E)-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18,06^{a}	-	-	-	-	-	9,26^{c}	9,89^{b}	-	-	-	-	-	-
-	3-hidroksi-4-fenil-2-butanon	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,88^{a}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	3-Okso-4-fenilbutirnitril	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,43^{d}	-	-	-	-	-	-	-	-	2,88^{a}
1937	4,4-Dimetil-3-oksopentannitril	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17,70^{a}
1937	4-Hidroksi-3-isopropil-3-metil-1-fenil-heptan-2-on	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,52^{a}
-	4-Metil-2-propilfenol	-	-	-	-	-	-	0,69^{b}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,75^{a}	-	-	-	-	-
1259	Asetik asit, 2-feniletil ester	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Çizelge 4.15 Değişik bölgelerden toplanan balların ortalama aroma bileşenleri miktarına ait Duncan çoklu karşılaştırma sonuçları (QKBL24-46) (devamı)

RI	Bileşik Adı	QKBL 24	QKBL 25	QKBL 26	QKBL 27	QKBL 28	QKBL 29	QKBL 30	QKBL 31	QKBL 32	QKBL 33	QKBL 34	QKBL 35	QKBL 36	QKBL 37	QKBL 38	QKBL 39	QKBL 40	QKBL 41	QKBL 42	QKBL 43	QKBL 44	QKBL 45	QKBL 46
982	Benzaldehit	-	0,85^{mn}	-	3,99^{e}	1,23^{lm}	3,08^{f}	1,94^{ijk}	2,10^{ijk}	0,85mn	-	2,79^{fg}	1,01^{mn}	2,05^{ijk}	8,14^{d}	1,07^{mn}	-	0,58^{n}	0,72^{mn}	8,66^{c}	0,74^{mn}	16,14^{a}	2,71^{fgh}	2,32^{ghı}
1230	Benzaldehit, 4-(1-metiletil)- (Kuminaldehit)	-	-	-	0,64	-	-	-	-	0,90	-	-	-	-	-	-	-	-	1,32	-	1,19	-	-	-
1171	Benzaldehit, 4-Metoksi-	-	-	-	4,19^{a}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1081	Benzeneacetaldehyde (Hyacinthin)	1,46^{no}	2,98^{ijkl}	2,28^{lmn}	3,05^{ijkl}	5,27^{ef}	8,96^{c}	8,55^{c}	3,51^{hij}	3,79^{ghı}	2,65^{jklm}	2,60^{klm}	5,93^{e}	4,64^{fg}	12,20^{a}	3,77^{ghı}	3,28^{ijk}	1,77^{mn}	5,85^{e}	11,43^{a}	3,36^{ijk}	6,13^{e}	3,07^{ijkl}	0,72^{op}
1259	Benzeneacetic acid, ethyl ester	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	Benzeneethanol (CAS) Phenethyl alcohol	1,25^{opqrst}	1,78^{o}	1,77^{o}	1,85^{opq}	1,52^{o}	2,53^{n}	2,55^{n}	11,09^{g}	1,78^{o}	-	22,87^{c}	1,84^{o}	0,82st	15,02^{e}	1,34^{opqrs}	7,36^{ı}	7,14^{ıj}	1,01^{qrst}	25,24^{a}	1,44^{opqr}	17,51^{d}	24,44^{b}	0,68^{t}
1197	Benzenmetanol, .alfa.,.alfa.,4-trimetil-(p-simen-8-ol)	0,73^{b}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	Benzonik asit, etil ester	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1036	Benzil alkol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,73^{c}	-	-	-	-	0,60^{d}	-	1,01^{a}	-	-
1138	Benzil nitril	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,23^{a}
-	Beta. Fencil Alkol	-	-	-	-	0,72^{ij}	0,90^{ı}	0,62^{ijk}	0,85^{ı}	1,87^{c}	-	0,89^{hı}	1,14^{e}	1,49^{d}	1,02^{efg}	0,88^{ı}	1,14^{e}	0,94^{ghı}	0,71^{ij}	1,07^{ef}	1,05^{efg}	1,03^{efg}	1,09^{ef}	-
-	Bisiklo[2.2.1]heptan-2-ol, 1,7,7-trimetil-(1-Borneol)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,01^{b}	-	-	-	-	-
1119	Bisiklo[3.1.1]hept-2-en-6-on, 2,7,7-trimetil-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1119	Bisiklo [3.1.1]hept-3-en-2-on, 4,6,6-trimetil-, (1S)-	-	-	-	-	1,44	-	3,03^{b}	0,91^{h}	-	-	-	-	-	-	1,47^{d}	-	-	4,26^{a}	-	-	-	-	-
1710	Bisiklo [3.2.0]heptan-2-one, 5-formilmetil -6-hidroksi-3,3-dimetil-6-vinil-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1277	Bornil asetat	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	Bütanoik asit	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,77^{a}	-	-	-	-	-	-
-	Bütanoik asit, 2-propenil ester	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,03^{a}
811	Bütanoik asit, 3-metil-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,14^{b}	-	-	-	-	-	-	9,34^{a}	-	-	-	-	-	-

Çizelge 4.15 Değişik bölgelerden toplanan balların ortalama aroma bileşenleri miktarına ait Duncan çoklu karşılaştırma sonuçları (QKBL24-46) (devamı)

RI	Bileşik Adı	QKBL 24	QKBL 25	QKBL 26	QKBL 27	QKBL 28	QKBL 29	QKBL 30	QKBL 31	QKBL 32	QKBL 33	QKBL 34	QKBL 35	QKBL 36	QKBL 37	QKBL 38	QKBL 39	QKBL 40	QKBL 41	QKBL 42	QKBL 43	QKBL 44	QKBL 45	QKBL 46
1332	Sinnolin, 3-metil-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	$0,75^{a}$	-	-	-	-	-	-
1182	Sikloheksanol, 4-(1,1-dimetiletil)-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	$0,62^{a}$
1204	Dekanal (Kaprik aldehit)	-	-	-	-	-	$0,85^{h}$	$0,52^{i}$	$0,54^{i}$	-	-	$3,86^{a}$	-	-	$1,14^{g}$	-	-	-	-	-	-	$1,39^{f}$	$2,15^{c}$	-
-	decan-4,5-dion	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	$1,58^{b}$
-	Dekanoik asit - kaprik asit	-	$0,61^{q}$	$0,81^{mnopq}$	$1,14^{ijk}$	-	$1,79^{e}$	$1,16^{hij}$	$1,17^{hij}$	$0,73^{opq}$	$2,26^{c}$	$1,26^{hi}$	$3,10^{a}$	$2,20^{cd}$	$1,04^{jkl}$	$0,66^{pq}$	$1,30^{hi}$	$1,32^{hi}$	$0,88^{lmno}$	$2,25^{c}$	$0,97^{jklm}$	$1,53^{fg}$	$1,35^{gh}$	$0,80^{mnopq}$
-	Dekanoik asit, etil ester	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1018	dl-Limonen	-	-	-	$0,66^{f}$	-	-	-	-	$1,31^{e}$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	Dodekan, 2,6,10-trimetil-	-	-	-	-	$0,85^{d}$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2009	Eykosan	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
463	Etanol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	Etanon, 1-[4-(1-metiletil)fenil]-(Kumion)	$4,09^{e}$	$2,24^{i}$	$2,65^{h}$	$3,23^{fg}$	$4,15^{e}$	$1,59^{jk}$	$4,59^{d}$	$1,37^{kl}$	$3,43^{f}$	$1,73^{jk}$	-	$4,25^{de}$	$1,79^{j}$	$1,15^{l}$	$3,07^{fg}$	$0,56^{m}$	-	$8,14^{a}$	-	$6,91^{b}$	-	-	-
1029	Etanon, 1-fenil-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	$0,69^{a}$	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	etil 2-hidroksi-3-fenilpropanoat	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1392	Eugenol	-	$0,56^{ij}$	-	-	$0,96^{e}$	-	$0,75^{f}$	-	-	$1,16^{c}$	-	$1,46^{a}$	-	-	$0,72^{fg}$	$1,31^{b}$	$1,44^{a}$	$1,48^{a}$	-	-	-	-	-
1711	Heptadekan	$0,69^{nopq}$	-	-	$0,77^{mnop}$	$1,29^{g}$	$1,51^{ef}$	$2,62^{b}$	$0,89^{jklmn}$	$0,61^{pq}$	$0,83^{klmno}$	$0,81^{lmno}$	$1,02^{ijk}$	$2,11^{d}$	$1,42^{fg}$	$1,09^{hi}$	$0,55^{q}$	-	$1,25^{gh}$	$0,89^{jklmn}$	$0,90^{ijklm}$	$0,98^{ijkl}$	$1,05^{ij}$	-
1746	Heptadekan, 8-metil-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	Heptadekanoik asit, etil ester	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	Heksakosan	-	-	-	-	-	$0,77^{ghijk}$	$0,85^{fgh}$	$0,70^{hijk}$	-	-	$0,85^{fgh}$	-	$0,76^{ghijk}$	$0,66^{ijk}$	$2,43^{c}$	-	$0,73^{ghijk}$	-	$0,82^{fghij}$	-	$1,46^{d}$	$0,77^{ghijk}$	$4,64^{a}$
1612	Heksadekan	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	Heksadekanoik asit, etil ester	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	Heksanoik asit	-	-	-	-	$0,89^{ij}$	-	-	-	-	-	-	$2,31^{c}$	$1,27^{ef}$	$2,17^{c}$	$0,98^{ghi}$	$1,54^{d}$	$1,24^{ef}$	-	$0,58^{k}$	-	$1,18^{efg}$	-	$21,85^{b}$

Çizelge 4.15 Değişik bölgelerden toplanan balların ortalama aroma bileşenleri miktarına ait Duncan çoklu karşılaştırma sonuçları (QKBL24-46) (devamı)

RI	Bileşik Adı	QKBL 24	QKBL 25	QKBL 26	QKBL 27	QKBL 28	QKBL 29	QKBL 30	QKBL 31	QKBL 32	QKBL 33	QKBL 34	QKBL 35	QKBL 36	QKBL 37	QKBL 38	QKBL 39	QKBL 40	QKBL 41	QKBL 42	QKBL 43	QKBL 44	QKBL 45	QKBL 46
-	Heksanoik asit, 2-etil-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	Hotrienol (3,7-dimetil-1,5,7-oktatrien-3-ol)	24,80^{ab}	20,75^{f}	22,76^{g}	2,63^{s}	5,47^{r}	8,72^{no}	13,48^{k}	5,14^{r}	17,22^{h}	-	17,60^{h}	8,75^{no}	-	7,88^{op}	16,24^{i}	3,19^{s}	1,40^{t}	9,96^{m}	-	8,17^{no}	-	8,72^{no}	-
1097	Isoforon	1,34^{def}	1,53^{c}	1,36^{def}	-	1,18^{g}	-	-	-	1,32^{efg}	8,34^{a}	-	0,92^{hi}	-	-	0,98^{h}	-	-	1,39^{cdef}	-	0,88^{hij}	-	-	-
1251	Lilak alkol B	-	-	-	4,14^{c}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,16^{b}	6,94^{a}	-	-	-	-	-	-
1197	Lilak aldehit A	-	2,35^{a}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1197	Lilak aldehit B	1,49^{qrs}	2,06^{mnopq}	1,99^{nopq}	8,46^{e}	2,61^{klm}	1,88^{opq}	3,87^{j}	8,18^{ef}	2,23^{mnop}	5,87^{h}	1,79^{opq}	4,02^{j}	3,73^{j}	5,13^{i}	2,11$^{mn\ opq}$	19,01^{a}	15,97^{c}	2,11$^{mn\ opq}$	1,18^{rs}	1,56^{qrs}	-	1,16^{s}	-
1197	Lilak aldehit C	-	-	-	6,63^{b}	2,80^{h}	2,05^{ij}	3,68^{f}	4,61^{e}	2,92^{h}	1,87^{j}	1,03^{k}	2,79^{h}	1,95^{j}	-	2,23^{i}	7,21^{a}	6,31^{j}	-	0,78^{kl}	-	-	-	-
1197	Lilak aldehit D	-	-	2,36^{c}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	Linalol (1,6-Oktadien-3-ol, 3, 7-dimetil-)	-	-	-	0,90^{lm}	-	1,08^{k}	1,56^{g}	-	2,09^{d}	4,17^{a}	-	1,65^{f}	0,84^{mn}	-	1,34^{i}	1,89^{e}	1,42^{h}	1,41^{hi}	-	0,93^{l}	-	-	-
1454	Megastigmatrienon	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,71^{a}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1342	Nerik asit	-	-	-	-	0,79^{a}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	Neril Aseton	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2153	n-Nonadekanol-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2904	Nonakosan	-	-	-	-	-	0,64^{de}	0,52^{g}	0,60^{ef}	-	-	0,76^{c}	-	-	-	0,89	-	0,57^{fg}	-	0,67^{d}	-	0,79^{bc}	-	0,67^{d}
1910	Nonadekan	-	-	-	-	-	-	-	0,62^{a}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1185	Nonan, 3-metil-5-propil-	-	-	-	-	-	1,09^{ijk}	2,61^{gh}	4,00^{d}	0,87^{kl}	0,92^{kl}	5,96^{b}	0,95^{kl}	0,81^{l}	2,73^{fg}	1,34^{j}	2,94^{f}	2,43^{h}	1,73^{i}	5,24^{c}	1,29^{j}	2,73^{fg}	8,99^{a}	-
-	Nonanoik asid	3,42$^{jklmn\ opq}$	3,65^{ijklmno}	3,63$^{ijklm\ nop}$	2,66^{pqr}	4,94^{de}	4,94^{de}	3,81^{fghijklm}	2,74^{nopqr}	2,98$^{lmno\ pqr}$	3,16$^{klm\ nopqr}$	3,85^{fghijkl}	4,02^{efghjk}	8,67^{a}	4,25$^{def\ ghij}$	1,38^{tu}	2,58^{qr}	2,85$^{mn\ opqr}$	2,99$^{lnm\ opqr}$	4,71^{defg}	2,80^{nopqr}	4,62^{defgh}	4,05^{cfghujk}	2,20^{rst}
1282	Nonanoik acit, etil ester	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	Oktadekan	-	-	-	0,65^{kl}	1,49^{cd}	1,66^{b}	1,86^{a}	-	0,60^{l}	-	-	1,33^{e}	1,62^{bc}	0,94^{fgh}	1,03	-	-	1,55^{bc}	0,58^{l}	0,97^{fg}	0,64^{kl}	0,68^{jkl}	-
2167	Oktadekanoik asit	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,13^{a}	-	-	-	-	-	-	-	-
-	Oktadekanoik asit, etil ester	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1005	Oktanal (kaprilaldehit)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,59^{b}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Çizelge 4.15 Değişik bölgelerden toplanan balların ortalama aroma bileşenleri miktarına ait Duncan çoklu karşılaştırma sonuçları (QKBL24-46) (devamı)

RI	Bileşik Adı	QKBL 24	QKBL 25	QKBL 26	QKBL 27	QKBL 28	QKBL 29	QKBL 30	QKBL 31	QKBL 32	QKBL 33	QKBL 34	QKBL 35	QKBL 36	QKBL 37	QKBL 38	QKBL 39	QKBL 40	QKBL 41	QKBL 42	QKBL 43	QKBL 44	QKBL 45	QKBL 46
-	Oktanoik asit	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	Oktanoik asit, etil ester	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1042	o-simen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1284	p-simen-7-ol (Kumik alkol)	-	-	-	-	-	-	-	-	$0,55^{c}$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2506	Pentakosan	-	-	-	$0,59^{jkl}$	$1,09^{ef}$	$1,77^{b}$	$1,69^{b}$	-	$0,61^{jkl}$	$0,71^{hijk}$	-	$1,18^{de}$	$1,29^{cd}$	$0,84^{gh}$	$0,74^{hij}$	-	-	$1,95^{a}$	$0,69^{hijkl}$	$0,58^{jkl}$	$0,65^{ijkl}$	-	$0,81^{ghi}$
-	Pentadekan, 2,6,10,14-tetrametil-	-	-	-	$0,90^{a}$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1363	Pentan-2-on <4-metil-, 1-fenil->	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1389	Pentanoik asit, 2-metil-, anhidrit	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	$2,70^{a}$
1175	Fellandral-1-sikloheksen-1-karboksaldehit, 4-(1-metiletil)-	-	-	-	-	-	-	-	$0,67^{e}$	$0,75^{d}$	-	-	$0,93^{a}$	-	-	$0,55^{f}$	-	-	-	-	$0,89^{b}$	-	-	-
-	Fenol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1248	Fenol, 2-(1-metilpropil)-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	Fenol, 2-metil-5-(1-metiletil)-(Carvacrol)	-	-	-	-	$0,55^{e}$	-	-	-	-	$1,33^{b}$	-	$0,78^{cd}$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	Fenol, 3,4,5-trimetil-	-	-	-	$0,77^{c}$	$0,74^{d}$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1326	Fenol, 3,5-dietil-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	$1,24^{a}$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1248	Fenol , 4-(1-metilpropil)-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	$0,85^{a}$	-	-	-
1114	Pinokarvon	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	$0,81^{b}$	-	$0,67^{c}$	-	-	-
-	Propane, 2,2-dimetil-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1415	Propanoik asit, 2-metil-, 2,2-dimetil-1-(2-hidroksi-1-metiletil)propil ester	-	-	-	-	-	-	$1,60^{d}$	$1,42^{defg}$	$0,67^{i}$	-	$2,43^{b}$	$0,98^{h}$	$2,03^{c}$	-	-	$0,67^{i}$	-	-	$1,34^{efg}$	-	$1,52^{de}$	$1,32^{fg}$	-
1331	Propanoik asit 2-metil-, 2-etil-3-hidroksiheksil ester	-	$0,78^{fg}$	-	-	-	-	$1,71^{d}$	$1,68^{d}$	$0,69^{g}$	-	$2,40^{b}$	$1,23^{e}$	$2,56^{b}$	-	-	$0,94^{f}$	$0,78^{fg}$	$0,76^{fg}$	$1,67^{d}$	$0,57^{g}$	$1,63^{d}$	$1,61^{d}$	-

Çizelge 4.15 Değişik bölgelerden toplanan balların ortalama aroma bileşenleri miktarına ait Duncan çoklu karşılaştırma sonuçları (QKBL24-46) (devamı)

RI	Bileşik Adı	QKBL 24	QKBL 25	QKBL 26	QKBL 27	QKBL 28	QKBL 29	QKBL 30	QKBL 31	QKBL 32	QKBL 33	QKBL 34	QKBL 35	QKBL 36	QKBL 37	QKBL 38	QKBL 39	QKBL 40	QKBL 41	QKBL 42	QKBL 43	QKBL 44	QKBL 45	QKBL 46
2407	Tetrakosan	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	Tetradekanoik asit, etil ester	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	Timol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	$0,85^{c}$	-	$0,78^{d}$	-	-	-
-	Timil Metil Eter	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1578	trans-2-Dodekenoik asit	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	Trans-Linalol oksit	$0,86^{r}$	$1,18^{r}$	$1,00^{r}$	$1,90^{q}$	$3,69^{fg}$	$7,47^{a}$	$2,39^{mnop}$	$7,40^{a}$	$2,18^{nopq}$	-	$3,43^{ghi}$	$3,51^{ghi}$	$3,14^{ij}$	$2,85^{ikl}$	$4,00^{f}$	$1,87^{q}$	$1,30^{r}$	$1,27^{r}$	$1,88^{r}$	$5,11^{d}$	$2,55^{klmno}$	$2,48^{lmnop}$	-
-	trans-Verbenol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	$0,68^{a}$	-	-	-	-	-	-	-	-
1842	Tridekanoik asit, 3-hidroksi-, etil ester	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

5. SONUÇ

Yapılan bu yüksek lisans tez çalışmasında Kırgızistan' ın çeşitli bölgelerinden toplanmış olan 46 adet çiçek balı üzerinde bazı fiziksel ve kimyasal analizler yapılmış olup daha sonra balların aroma profillerinin belirlenmesi amacıyla GC-MS cihazı kullanılmıştır. Fiziksel ve kimyasal özellikleri açısından; nem değeri %19,73±0,14 ile %13,00 arasında olup ortalaması %16,22, pH değeri 4,34±0,02 ile 3,58±0,03 arasında olup ortalama 3,84, briks^{o} değeri 80,53±0,16 ile 64,62±0,020 arasında olup ortalama 77,09, toplam asitlik değeri 45,00±2,50 meq/kg bal ile 15,00±0,0 meq/kg bal arasında olup ortalama 28,18 meq/kg bal, antioksidan değeri 562,67±1,98 QE/100g bal ile 4,56±0,14 QE/100g bal arasında olup ortalaması 41,34 QE/100g bal, toplam fenol 150,24±3,39 GA/100g bal ile 23,81±1,29 GA/100g bal arasında olup ortalama değeri 25,27 GA/100g bal, renk analizine ait sonuçlar ise L*(parlaklık) değeri 53,02±0,02 ile 30,42±0,02 arasında olup ortalaması 35,13, a*(kırmızılık) değeri -3,22±0,01 ile 1,70±0,04 arasında olup ortalaması -0,72, b*(sarılık) değerine ait sonuçlar ise 24,50±0,01 ile 6,44±0,02 olup ortalaması 13,83'dür. Bu çalışmada ayrıca ballarda 128 farklı aroma bileşeni bulunmuştur. En yaygın bulunan bileşen trans linalool oksit, benzaldehit, lilak aldehit B, nonanoik asit, dekanoik asit, hotrienol, hyasintin, safranal, heptadekan, kumion, fenil etil alkol' dür. Kırgızistan' ın jeolojik yapısının çeşitli olması balların aroma profili, antioksidan aktivite miktarı, toplam fenolik madde içeriği, asitliği ve nem miktarı üzerinde fazlaca etkili olmuştur ve çok çeşitli sonuçlar ortaya çıkmıştır. Şu ana kadar Kırgizistan balları üzerine pekçok fiziksel ve kimyasal analiz yapılmış olmasının yanısıra henüz aroma profillerinin belirlenmesi üzerine bir çalışma mevcut değildir. Yapılmış olan bu yüksek lisans tez çalışması ile Kırgizistan' ın 46 ayrı bölgesinden toplanan ballarının bitkisel kaynakları elde edilen aroma profiline göre belirlenmiştir. Bu durum bundan sonra yapılacak çalışmalara yardımcı olacak ve temel oluşturacaktır. Kırgızistan' da üretilen ballar coğrafi bölgelerine göre adlandırılmaktadır. İlerleyen yıllarda bölgelerin bitkisel kaynaklarından yola çıkarak yapılan çalışmalarla coğrafi işaret olan ürünler ortaya çıkabilir.

KAYNAKLAR

Al- Mamary M., Al- Mecri A., Al- Habori M. 2002. Amtioksidant Activities and Total Phanolics of Different Types of Honey. Nutrition Research. 22(2002). P:1041-1047.

Anonim. 1989. Arı Sütü. Türk Standartları Enstitüsü. Ankara.

Anonim. 2012. Milli Eğitim Bakanlığı Gıda Teknolojisi Bal Analizleri 2. Ankara

Anonim. 2012. Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği 2012/58. Ankara.

Anonim. 2015. TS 3036. Bal. Türk Standartları Enstitüsü. Ankara.

Anonim. 2012. TS 3409. Çerçeveli Arı Kovanları. Türk Standart Enstitüsü. Ankara.

Anonim. 2014. Arıcılık ve Bal Raporu. Ünye Ticaret Borsası. Kasım. S:5-20.

Anonim. 2019. Tarım Ürünleri Piyasaları: Arıcılık. Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü. Ocak 2019(26), s 1-2.

Anonim. http://www.thegoodscentscompany.com/data/rw1008541.html. Erişim tarihi 14.06.2019.

Anonim.https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Benzaldehyde#section=Evaluations-of-the-Joint-FAO-WHO-Expert-Committee-on-Food-Additives--JECFA. Erişim tarihi 14.06.2019

Anonymous.1990. Association of Official Analytical Chemists (AOAC). Official Methods of Analysis (15th edition). Arlington: Association of Official Analytical Chemists, Inc.

Anonymous. 2010. FAO istatistikleri. http://faostat.fao.org Erişim Tarihi: 25.02.2017

Anupama, D., Bhat, K.K. and Sapna, V.K. 2003. Sensory And Physico-Chemical Properties of Commercial Samples of Honey. Food Research International. P: 36, 183 -191.

Arctander S. Perfume & Flavor Chemicals (Aroma Chemicals) Vol.III, New Jersey.

Artık N., Konar N. 2018. Arı Ürünleri ve Apiterapi-2: Arı Ürünlerinden Propolis, Polen ve Apilarnil Bileşimi. Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları. Türkiye Klinikleri. S: 20-5. Ankara.

Aslan A., Bayraktar A. 1996. Arı Sütlerinin Kimyasal Bileşimi ve Beslenme Açısından Önemi. 2. Gıda Mühendisliği Kongresi. Gaziantep. S: 339-349.

Ateş Y. 2014. Bingöl yöresinde Üretilen Balların Kimyasal İncelenmesi. Bingöl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi. Bingöl.

Bayrak A. 2006. Gıda Aromaları. Gıda Teknolojisi Derneği Yayını. S:7-8. Ankara.

Beretta G., Garanata P., Ferrero M., Orioli M., Facino-Maffei R. 2005. Standardization of Antioksidant Properties of Honey by a Combination of Spectrophotometric/ Fluorimetric ;Assay and Chemometrics. Analytica Chimica Acta. 533(2005). P:185-191.

Bertoncelj J., Dobersek U., Jamnik M., Golob T. 2007. Evaluation of the Phenolic Content, Antioksidant Activitiy and Colour of Slovenian Honey. Food Chemistry. 105(2007). P:822-828.

Bilgen Çınar S. 2010. Türk Çam Ballarının Analitik Özellikleri. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi. Ankara.

Burdock G.A. Fenaroli's Handbook of Flavor Ingredients (sixth edition). CRC Press. 2009.

Chen, L., Mehta, A., Berenbaum, M., Zangerl, A.R. and Engeseth, N.J. 2000. Honeys from Different Floral Sources as İnhibitors of Enzymatic Browning in Fruit and Vegetable Homogenates. Journal of Agriculture and Food Chemistry. P: 48, 4997–5000.

Cherchi, A. Spanedda, L., Tuberso, C. and Cabros, P.1994. Solid Phase Extraction and High Performance Liquid Chromatographic Determination of Organic Acids in Honey. Journal of Chromatography A, 669. P:59–64.

Chirife J., Zamora M.C., Motto A. 2006. The Correlation Between Water Activity and % Moisture in Honey: Fundamental Aspects and Application to Argentine Honeys. Journal of Food Engineering. 72 (2006). P:287–292

Crane E.,1990.Bees and Beekeping, Heinemann Newnes, London.

Cuevas- Glory L.F.,Pino A.J.,Santiago L.S., Saury-Duch E. 2007. A Review of Volatile Analitycal Methods for Determining the Botanical Origin of Honey. Food Chemistry (103),2007. P:1032-1043.

Çan M. F., Sönmez M.M. 2011. Bingöl Arıcılık Raporu Sektörel Araştırmalar Serisi 4. S:12-15. Bingöl.

Çoban Ç., Yılmaz Ö., Özşahin D.A., Kireçci O.A. Mellifera. Biochemical Analysis of Some Honey Varieties of Ardahan region. P: 14-17-28. Harum.

Doğan M. 2013. Ege Bölgesinde Üretilen Hayıt ve Çam Ballarında Isıtmanın ve Depolama Süresinin Hidroksimetilfurfural Miktarı ve Diastaz Sayısı Üzerine Etkileri. Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Zootekni Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi. Aydın

Erdoğan Y., Dodoloğlu A. 2005. Bal arısı (*Apis Mellifera L.*) Kolonilerinin Yaşamında Polenin Önemi. Uludağ Üniversitesi Dergisi. Mayıs 2005 (5). S:79-84.

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

Kabakçı D., Çol M., Karataş Akdeniz G., Yılmaz Ö.,Güney F. 2012. Ordu ve Giresun İli Arı Yetiştiriciliğinden Toplanan Kestane Ballarının Biyokimyasal Yapıların İncelenmesi. Arıcılık ve Arıcılık Araştırma Dergisi. Yıl: 4 Sayı 8. S: 25-26.

Kara M., Kara A., Sezgin E. 2012. Arıcılık Araştırma Dergisi. Kafkas Arı Irkının Gen Kaynağı Olarak Önemi ve Irkın Özellikleri. Aralık 2012. Yıl 4 Sayı 8. S: 20-24.

Karadal F., Yıldırım Y. 2012. Balın Kalite Nitelikleri, Beslenme ve sağlık açısından Önemi. Erciyes Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi 9(3). P:197-209

Kaskoniene V., Venskutanis Rimantas P., Ceksteryte V. 2008. Composition of Volatile Compounds of Honey of Various Floral Origin and Beebread Collcted in Lithunia. Food Chemistry. P:988-997.

Korkmaz A. 2003. Samsun Tarım İl Müdürlüğü. Arıcılık. S: 1, 2, 24. Samsun.

Korkmaz A. 2010. Arıcılık. Samsun İl Müdürlüğü Çiftçi Eğitimi ve Yayım Şube Müdürlüğü Yayını. S: 1-36. Samsun.

Krell, R. 1996. Value-Added Products From Beekeeping. FAO Agricultural Services Bulletin, Rome. P: 124, 409.

Krishna K.R., Halim A.S., Syazana M.S.N., Sirajudeen K.N.S. Tualang Honey Has Higher Phenolic Content and Greater Radical Scavenging Activity Compared With Other Honey Sources. Nutritions Research 31. P:322-325

Kumova U., Korkmaz A., Avcı B.C., Ceyran G. 2002. Önemli Bir Arı Ürünü Propolis. Uludağ Üniversitesi Dergisi. Mayıs 2002. S:10-13.

Kutluca Karlıdağ S., Genç F. 2007. Farklı Balarısı (*Apis mellifera*) Irk Ve Yöntemleri İle Üretilen Propolis Örneklerinin Reçine Miktarları. Uludağ Aricilik Dergisi. Mayıs 2007. S: 52,53.

Meda A., Lamien C.E.,Romito M., Millogo J., Nacoulma O.G. 2015. Food Chemistry 91 Determination of Total Phenolic, Flavanoid and Proline Contents in Burkina Fasan Honey, as well as Their Radical Scavenging Activity. P: 571-577.

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

Nakilcioğlu E., Ötleş S. 2015. Yüzyılları Deviren Organik Bir Gıda Bal. Dünya Gıda Dergisi. 25 Şubat 2015.

Ötles, S.1995. Bal ve Bal Teknolojisi (Kimyası ve Analizleri). Alaşehir Meslek Yüksekokulu Yayınları, yayın No: 2. Percival, M. 1998. Antioxidants. Clinical Nutrition Insight. 31. P: 1–4.

Özbek H. 1990. Bal Arısı (Apis mellifera L.) Zehiri. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. 21 (2) 1990. S: 84-100.

Özbek H. 2002. Arılar ve Doğa. Uludağ Üniversitesi Dergisi. Ağustos. S:22-25.

Özbek H. 2003. Türkiyede Arılar ve Tozlaşma Sorunu. Uludağ Üniversitesi Dergisi. Ağustos. S: 41-44.

Pirim L., Çan M.F., Sönmez M.M. 2011. Bingöl Arıcılık Raporu, Sektörel Araştırmalar Serisi–4. Fırat Kalkınma Ajansı. Malatya.

Polatcı H., Tarhan S. 2009. Farklı Kurutma Yöntemlerinin Reyhan (*Ocimum Bacilicum)* Bitkisinin Kuruma Süresine ve Kalitesine Etkisi. Gazi Osman Paşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 26(1). S: 61-70.

Ruiz-Navajaz R., Viuda-Martos M., Fernendez-Lopez J., Zaldivar-Cruz M., Kuri V. Perez- Alverez J.A. 2011. Antioxidant Activity of Artisanal Honey From Tabasco, Mexico. İnternational Journal Of Food Properties. 14. P: 459-470.

Sabatini A.G., Marcazzan G.L., Caboni M.F., Bogdanov S., de Almeida-Muriadian L.B. 2009. Ouality and Standardisation of Royal Jelly. Journal of Apiproduct and Apimedical Science, 1. P:1-6.

Schimidt. J.O. 1997. Bee Product: Chemical Composition and application. International Coference on: Bee Product: Properties, Applications and Apitherapy. Israel. P:15.

Silici S., Sagdic O., Ekici L. 2010. Total Phenolic Content, Antiradical, Antioksidant and Antimcrobiyal Activities of Rhododentron Honeys. Food Chemistry. 212. P:238-243.

Singleton, V.L., Orthofer, R and Lamuela-Raventos, R.M. 1999. Analysis of Total Phenols and Other Oxidation Substrates and Antioxidants by Means of Folin-Ciocalteu Reagent. Methods in Enzymology, 299. P: 152–178.

Standifer, L.N. 2003. Honey Bee Nutrition Supplementasl Feding. http:// maarec.cas.psu.edu/QKBLCD/HBBBiology/ nutrition-supplements.htm.

Sunay A. E. 2006. Balda Orijin Tespiti. İstanbul Teknik Üniversitesi Yüksek Lisans Tezi. İstanbul.

Sunay A. E., Samancı T. 2008. Arı Ürünlerinin Üretimi. BAK-DER Arı Ürünleri ile Sağlıklı Yaşam Platformu Derneği.

Şahinler N. 2000. Arı Ürünleri ve İnsan Sağlığı Açısından Önemi. Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. 5 (1-2). S:139-148.

Tomas-Barberan, F.A., Ferreres, F., Ortiz-Valbuena, A. and Fernandez-Maeso, M.C.1994. Esudio Sobre El Contenido En Flavoniods De Las Mieles De La Alcaria-CSIC. Madrid.

Uçar M. 2018. Arı Sütünün Büyüme, Yaşlanma ve Üreme Sağlığı Üzerine Etkisi. Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi. 2018; 7(1). S: 193-202.

White, JR, W., 1984. Honey. The Hive and Honey Bee (7 th ed) Dadant and Sons, Hamilton, IL. USA. P: 491-530.

White, JR, W., 2003. Honey. İn The Hive and The Honey Bee. Graham, J.M., Dadant and Sons. İnc. Ohio. P: 869-918

Yavuz C., Ertürk Ö., Sarıkaya A. 2012. Propolisin Biyolojik Önemi. Arıcılık Araştırma Dergisi. Aralık 2012. Yıl 4 Sayı 8.S: 32,33.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı: Gül Şahin

Doğum Yeri: Ankara

Doğum Tarihi: 20.06.1991

Medeni Hali: Evli

Yabancı Dili: İngilizce

Eğitim Durumu

Lise: Mustafa Kemal Lisesi (2005)

Lisans: Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği A.B.D. (2014)

Yüksek Lisans: Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği A.B.D. (Şubat 2016-Eylül 2019)

Çalıştığı Kurumlar ve Yılı:

Gençlik ve Spor Bakanlığı Yüksek Öğrenim Kredi ve Yurtlar Kurumu (2016-)