

**TRAKYA YÖRESİ AYÇİÇEĞİ BALI,  
MEŞE BALI ve KARAÇALI BALI' NIN  
ÇEŞİTLİ KALİTE ÖZELLİKLERİ  
ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA**

**Kadriye ŞEN**

**Yüksek Lisans Tezi**

**Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Danışman: Prof. Dr. Mehmet DEMİRCİ**

**2019**

**T.C.**  
**TEKİRDAĞ NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**TRAKYA YÖRESİ AYÇİÇEĞİ BALI, MEŞE BALI ve KARAÇALI  
BALI' NIN ÇEŞİTLİ KALİTE ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE BİR  
ARAŞTIRMA**

**Kadriye ŞEN**

**GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**DANIŞMAN: Prof. Dr. Mehmet DEMİRCİ**

**TEKİRDAĞ-2019**

**Her hakkı saklıdır**

Prof. Dr. Mehmet DEMİRCİ danışmanlığında, Kadriye ŞEN tarafından hazırlanan “Trakya Yöresi Ayçiçeği Balı, Meşe Balı ve Karaçalı Balı’ nın Çeşitli Kalite Özellikleri Üzerine Bir Araştırma” isimli bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.

Juri Başkanı: Prof. Dr. Mehmet DEMİRCİ

İmza :

Üye: Dr. Öğretim Üyesi Serap DURAKLI VELİOĞLU

İmza :

Üye: Dr. Öğretim Üyesi Bayram ÇETİN

İmza :

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu adına

Doç. Dr. Bahar UYMAZ

Enstitü Müdürü

## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

### TRAKYA YÖRESİ AYÇİÇEĞİ BALI, MEŞE BALI ve KARAÇALI BALI' NIN ÇEŞİTLİ KALİTE ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

**Kadriye ŞEN**

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Mehmet DEMİRCİ

Bu çalışmada, Trakya Yöresinde bulunan; ayçiçeği (*Helianthus annuus*) bitkisinden üretilen ayçiçeği balı, meşe ağacı (*Quercus*) salgısından elde edilen meşe balı, karaçalı bitkisinin (*Paliurus spina-christi Miller*) çiçeklerinden üretilen karaçalı balı örneklerinin çeşitli kalite özelliklerinin (fiziksel ve kimyasal özellikleri) incelenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla Trakya yöresinin farklı lokasyonlarındaki arı yetiştiricilerinden her bir çeşitten 5'er adet olmak üzere, toplam 15 adet bal örneği temin edilmiştir. Ayçiçeği balı örneklerinin elektriksel iletkenlik değerleri 0,421 - 0,920 ms/cm arasında, meşe balı örneklerinin elektriksel iletkenlik değerleri 0,864 - 1,562 ms/cm arasında, karaçalı balı örneklerinin elektriksel iletkenlik değerleri 0,806 - 0,995 ms/cm arasında tespit edilmiştir. Ayçiçeği balı örneklerinin kül miktarları % 0,12 ile % 0,66 arasında, meşe balı örneklerinin kül miktarları % 0,63 - % 0,99 arasında, karaçalı balı örneklerinin kül miktarları % 0,13 - % 1,02 arasında bulunmuştur. Ayçiçeği balı örneklerinin nem değerleri % 15,4 - % 19,6 arasında, meşe balı örneklerinin nem değerleri % 15,80 - % 17,60 arasında, karaçalı balı örneklerinin nem değerleri % 16,40 - % 19,40 arasında bulunmuştur. Ayçiçeği balı örneklerinin pH değerleri 4,01 - 5,31 arasında, meşe balı örneklerinin pH değerleri 4,80 - 5,06 arasında, karaçalı balı örneklerinin pH değerleri 5,27-5,94 arasında tespit edilmiştir. Ayçiçeği balı örneklerinin invert şeker değerleri % 72,92 - % 78,13 arasında, meşe balı örneklerinin invert şeker değerleri % 61,77 - % 74,38 arasında, karaçalı balı

örneklerinin invert şeker değerleri % 67,12 - % 68,54 arasında tespit edilmiştir. Ayçiçeği balı örneklerinin serbest asitlik değerleri 12,83 - 24,56 mEq/kg arasında, meşe balı örneklerinin serbest asitlik değerleri 30,43 - 46,42 mEq/kg arasında, karaçalı balı örneklerinin serbest asitlik değerleri 9,82 - 11,81 mEq/kg arasında bulunmuştur. Ayçiçeği balı örneklerinin diastaz değerleri 8,90 - 30,50 ds/dn arasında, meşe balı örneklerinin diastaz değerleri 19,60 - 28,90 ds/dn arasında, karaçalı balı örneklerinin diastaz değerleri 23,30 - 43,60 ds/dn arasında bulunmuştur. Ayçiçeği balı örneklerinin hepsinde, meşe balı örneklerin birinde ve karaçalı balı örneklerinin ikisinde HMF tespit edilmiştir. Bu durum ilgili bal örneklerinin ısıtılma maruz kaldığının ya da uygun koşullarda depolanmadığının göstergesidir.

**Anahtar kelimeler:** Ayçiçeği Balı, Meşe Balı, Karaçalı Balı, HMF

**2019, 64 sayfa**

## ABSTRACT

MSc. Thesis

A RESEARCH ON VARIOUS QUALITY PROPERTIES THRACE REGION'S SPECIAL  
SUNFLOWER HONEY, OAK HONEY AND FURZE HONEY

**Kadriye ŞEN**

Tekirdağ Namık Kemal University  
Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Department of Food Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Mehmet DEMİRCİ

This study is intended to examine; sunflower honey produced from sunflower (*Helianthus annuus*) pollen, oak honey produced from oak tree (*Quercus*) secretion, furze (*Paliurus spina-christi* Miller) produced from the secretion of the furze honey samples of various quality characteristics (physical, chemical properties) found in Thrace region. For this purpose, a total of 15 honey samples were obtained from 5 different bee breeders from different locations in the Trakya region. The electrical conductivity values of sunflower honey samples were determined between 0,421 - 0,920 ms / cm, the electrical conductivity values of oak honey samples were between 0,864 - 1,562 ms / cm, and the electrical conductivity values of furze honey samples were between 0,806 - 0,995 ms / cm. Ash quantities of sunflower honey samples were determined between 0.12% and 0.66%, ash content of oak honey samples were between 0.63% - 0.99%, ash content of furze honey samples were between 0.13% - 1.02%. The moisture values of sunflower honey samples were determined 15.4% - 19.6%, moisture values of oak honey samples were between 15,8% -17,6%, moisture values of furze honey samples were between 16,4% -19,4%. pH values of sunflower honey samples were determined between 4.01 - 5.31, pH values of oak honey samples were between 4.80 - 5.06, pH values of furze honey samples were between 5.27-5.94. Invert sugar values of sunflower honey samples were determined between (%) 72,92-78,13, invert sugar values of oak honey samples were between (%) 61,77- 74, 38, invert sugar values of furze honey samples were between (%) 67,12- 68,54. Free acidity values of sunflower honey samples were determined between (mEq / kg) 12,83-

24,56, free acidity values of oak honey samples were between (mEq / kg) 30,43- 46,42, free acidity values of furze honey samples were between 9.82-11.81. Diastase values of sunflower honey samples were determined between (ds / dn) 8,9- 30,5, diastasis values of oak honey samples were between (ds / dn) 19,6- 28,9, diastasis values of furze honey samples were between (ds / dn) 23,3- 43,6. HMF was detected in all of the sunflower honey samples, one of the oak honey samples and two of furze samples. This indicates that the honey samples concerned has been subjected to heat treatment or is not stored under suitable conditions.

**Key words:** Sunflower Honey, Oak Honey, Furze Honey, HMF

**2019, 64 pages**

# İÇİNDEKİLER

## Sayfa

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	v
ÇİZELGE DİZİNİ.....	vii
ŞEKİL DİZİNİ.....	viii
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	7
2.1.1. Bal.....	7
2.1.1. Balın insan sağlığı ve beslenme üzerine etkisi.....	11
2.1.2. Dünya’da ve Türkiye’de bal üretimi.....	11
2.1.3. Balların sınıflandırılması.....	14
2.1.3.1. Kaynağına göre.....	14
2.1.3.1.1. Çiçek Balı.....	15
2.1.3.1.2. Salgı Balı.....	16
2.1.3.2. Üretim ve/veya pazara sunulmuş şekillerine göre.....	16
2.1.4. Balın kalite özellikleri.....	17
2.1.4.1. Balın fiziksel özellikleri.....	17
2.1.4.1.1. Renk.....	17
2.1.4.1.2. Balın viskozitesi.....	18
2.1.4.1.3. Balda optik aktivite (Optik rotasyon).....	19
2.1.4.1.4. Balın kristalizasyonu.....	19
2.1.4.1.5. Balın elektriksel iletkenliği.....	19
2.1.4.2. Balın kimyasal özellikleri.....	20
2.1.4.2.1. Balın karbonhidrat içeriği.....	20
2.1.4.2.2. Balın nem içeriği.....	21
2.1.4.2.3. Balın asitliği.....	21
2.1.4.2.4. Balın mineral içeriği.....	21
2.1.4.2.5. Balın protein içeriği.....	22
2.1.4.2.6. Balın enzim içeriği.....	22
2.1.4.2.7. Balın antioksidan içeriği.....	23
2.1.4.2.8. Balın HMF içeriği.....	23
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	24
3.1. Materyal.....	24
3.2. Yöntem.....	24
3.2.1. Kimyasal Analizler.....	25
3.2.1.1. Nem miktarı.....	25
3.2.1.2. Diastaz sayısı.....	25
3.2.1.3. Kül tayini.....	25
3.2.1.4. HMF analizi.....	26
3.2.1.5. Serbest asitlik analizi.....	26
3.2.1.6. İvert şeker analizi.....	27
3.2.1.7. pH analizi.....	27
3.2.2. Fiziksel Analizler.....	28
3.2.2.1. Elektriksel iletkenlik.....	28
3.2.2.2. Renk.....	28
3.3. İstatistiksel Analizler.....	28
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	30



## İÇİNDEKİLER

### Sayfa

4.1. Kimyasal Analiz Değerleri.....	31
4.1.1. Nem miktarı.....	31
4.1.2. HMF miktarı.....	33
4.1.3. Diastaz sayısı.....	35
4.1.4. Serbest asitlik değeri.....	37
4.1.5. İvert şeker miktarı.....	40
4.1.6. pH.....	42
4.1.7. Kül.....	44
4.2. Fiziksel Analiz Değerleri.....	46
4.2.1. Elektriksel iletkenlik.....	46
4.2.2. Renk.....	49
5. SONUÇ.....	52
6. KAYNAKLAR.....	54
TEŞEKKÜR .....	63
ÖZGEÇMİŞ.....	64

## ÇİZELGE DİZİNİ

### Sayfa

Çizelge 2.1. Anonim (2018b) verilerine göre Türkiye’de arıcılık yapan işletme sayısı ve kovan sayısı.....	2
Çizelge 2.2. TGK 2012/58 sayılı Bal Tebliği’ne göre balın sahip olması gereken bazı özellikler.....	10
Çizelge 2.3. Dünyada bal üretiminin yıllara göre değişimi (Anonim 2018a).....	12
Çizelge 2.4. Türkiye’de arıcılık, kovan sayısı ve bal üretiminin yıllara göre dağılımı.....	12
Çizelge 2.5. Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği’ne (Sayı: 2012/58) göre balların sınıflandırılması.....	14
Çizelge 3.1. Bal örneklerine yapılan kimyasal ve fiziksel analizler.....	24
Çizelge 4.1.Trakya yöresi bal örneklerinin fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları.....	30
Çizelge 4.2. Bolu yöresi çiçek ballarının fiziksel ve kimyasal özellikleri (Kartal 2012, Ferek 2016).....	32
Çizelge 4.3. Nem miktarı ANOVA analiz sonuçları.....	33
Çizelge 4.4. Diastaz sayısı ANOVA analiz sonuçları.....	36
Çizelge 4.5. Serbest asitlik ANOVA analiz sonuçları.....	38
Çizelge 4.6. Serbest asitlik Duncan testi sonuçları.....	39
Çizelge 4.7. İvert şeker ANOVA analiz sonuçları .....	41
Çizelge 4.8. İvert şeker Duncan testi sonuçları .....	42
Çizelge 4.9. pH ANOVA analiz sonuçları .....	43
Çizelge 4.10. Bal örneklerinin kül değerleri (%) (Yardibi 2008).....	44
Çizelge 4.11. Kül miktarı ANOVA analiz sonuçları .....	45
Çizelge 4.12. Kül miktarı Duncan testi sonuçları .....	45
Çizelge 4.13. Elektriksel iletkenlik ANOVA analiz sonuçları.....	46
Çizelge 4.14. Elektriksel iletkenlik Duncan Testi sonuçları.....	46
Çizelge 4.15. Renk (L*, a*, b*) ANOVA analiz sonuçları.....	50
Çizelge 4.16. Renk L* Duncan testi sonuçları.....	50
Çizelge 4.17. Renk a* Duncan testi sonuçları.....	50
Çizelge 4.18. Renk b* Duncan testi sonuçları.....	51

## ŞEKİL DİZİNİ

### Sayfa

Şekil 2.1. TÜİK (2018) verilerine göre Türkiye’de arıcılık yapan işletme sayısının yıllara göre değişimi.....	2
Şekil 2.2. Bal üretiminin yıllara göre değişimi.....	13
Şekil 2.3. Meşe balı, karaçalı balı ve ayçiçeği balı örneklerine ait renkler.....	18

## 1. GİRİŞ

Arı, zar kanatlılar ( *Hymenoptera Apoidea* ) üst familyasında yer alan yaklaşık 12 bin böcek türünün ortak adıdır. Bal arısı; zarkanatlılardan, toplu olarak yaşayan, kovana alınabilen, bal ve balmumu yapan, koyu kahverenginde, kuyruğundaki iğnesiyle sokan bir böcek türüdür.

En gelişmiş yuva yapımı ve toplumsal yaşam şekillerinden biri bal arılarında görülür. Bal arılarından oluşan bir kolonide bir ana arı, on binlerce işçi arı ve yüzlerce erkek arı bulunur. Bal üretiminde ½ kg ham nektarı toplamak için 900 bin arının bir gün boyunca çalışması gerekir. Arılar kursaklarını bir kez doldurmak için, bitkileri yaklaşık 1500 kez, 1 gr. bal üretmek için ise yaklaşık 180.000 kez ziyaret ederler.

Arıcılığın tarihçesi insanların mağara hayatı yaşadığı on binlerce yıl öncesine kadar gitmektedir. M.Ö. 7000 yıllarına ait mağaralara çizilen resimler, çok eski tarihlere ait arı fosilleri ve benzeri tarihi buluntular bu görüşü doğrulamaktadır. İlk insanlar doğal olarak ağaç kovukları ve kaya oyuklarına yuvalanan oğulları öldürerek ballarından yararlanmışlardır. Tarihi gelişim içinde taş devrinden itibaren; önce mantar ve ağaç kütükleri sonra da toprak ve kilden yapılmış kaplar kovan olarak kullanılmış ve zamanla bugün kullanılan kovanlar geliştirilmiştir (Anonim 2014).

Gerçek arıcılık, insanların ağaç kovukları içinde yuvalanan arıları öldürmeden bir miktar bal almaları ve bir miktar balı da arılara bırakmaları ile başlamıştır. Arıların gen merkezleri Orta-Doğu ülkeleri olduğundan arıcılığın ortaya çıkması bu ülkelerde olmuştur. Bununla birlikte M.Ö. 1300 yıllarına ait olduğu sanılan ve Hititler devrinden kalma Boğazköy'deki taş yazıtlarda arılardan bahsedilmesi arıcılığın Anadolu'da da çok eski tarihlere dayandığını göstermektedir (Anonim 2014).

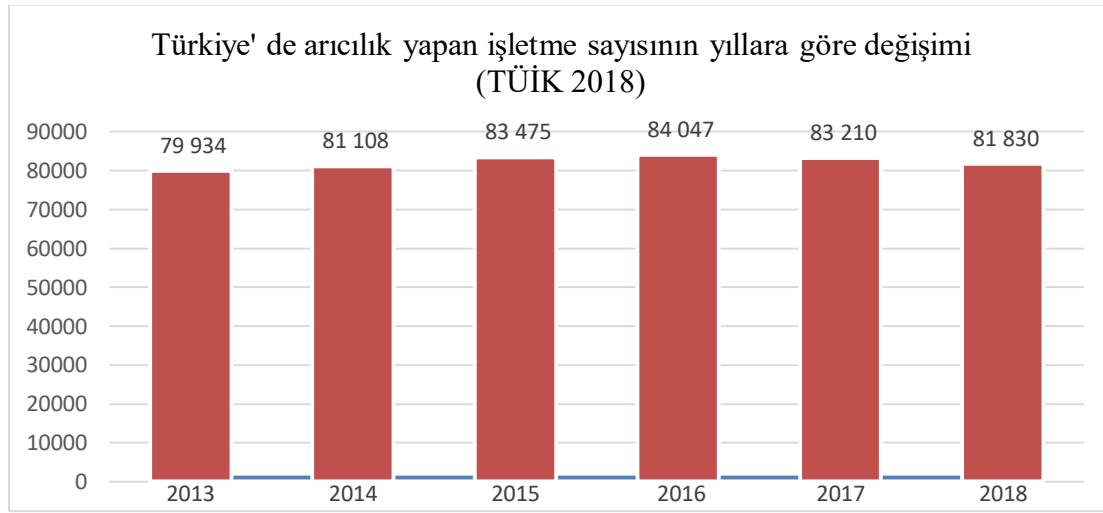
Son birkaç yüzyıl öncesine kadar çok uzun bir süre ilkel olarak yapılan arıcılık, birçok bilimsel buluş ve gelişmelerin ışığında günümüz arıcılığına kadar gelişme süreci yaşamıştır (Anonim 2014).

Arıcılık, toprağa bağlı olmadan farklı tarım kolları ile birlikte uyumlu bir biçimde yürütülen bir yetiştiricilik koludur (Karadal ve Yıldırım 2012). Türkiye'de arıcılığa duyulan ilgi günden güne artmaktadır. TÜİK (2018) verilerine göre 2018 yılında ülkemizde en çok; 11865 kovan ile Ege Bölgesinde, ardından 11326 kovan ile Batı Karadeniz Bölgesinde arıcılık faaliyetleri yürütülmektedir. TÜİK (2018) verilerine göre Türkiye' de arıcılık yapan işletme

sayısı ve kovan sayısı Çizelge 2.1 'de; TÜİK (2018) verilerine göre Türkiye' de arıcılık yapan işletme sayısının yıllara göre değişimi ise Şekil 2.1' de gösterilmiştir.

**Çizelge 2.1:** TÜİK (2018) verilerine göre Türkiye' de arıcılık yapan işletme sayısı ve kovan sayısı

Yıllar	Arıcılık yapan işletme sayısı (adet)	Kovan Sayısı (adet)
2013	79 934	6 641 348
2014	81 108	7 082 732
2015	83 475	7 748 287
2016	84 047	7 900 364
2017	83 210	7 991 072
2018	81 830	8 108 424



**Şekil 2.1:** Türkiye' de arıcılık yapan işletme sayısının yıllara göre değişimi

Son yıllarda devlet desteği ile yürütülen 'Genç Çiftçi Projesi' gibi projeler de arıcılık faaliyetlerinin artmasında önemli etkindir.

20.12.2018 tarihi itibarıyla Tarım ve Orman Bakanlığı, Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü tarafından; Acetamiprid aktif maddesi, Clothianidin aktif maddesi gibi aktif maddeleri konu alan, 81466379-320.04.02-E.3768012 sayılı 'Neonicotinoid Grubu Aktif Maddelerin Yasaklanması ve Kısıtlanması Hk. Karar' ülkemizde arı ölümlerinin büyük ölçüde azalmasını ve arıcılığın gelişmesini sağlayacak önemli bir gelişme olarak görülmektedir.

Bal arılarının bitkileri ziyaret ederek yaptığı tozlaşma ekosistemin devamlılığına büyük katkı sağlamaktadır. Arılar tarafından toplanan nektarın ise ancak bir kısmı bala çevrilebilir.

Elde edilen balın miktarı toplanan nektarın şeker konsantresine bağlıdır. Bal; nem, güneş ışığı, kaynatma gibi sıra dışı bir etkiye maruz kalmadıkça bozulmaz ve zaman faktöründen etkilenmez.

Arıcılıkta kovandan yılda 2-3 kez bal alınır. Balın olgunlaşması çerçevede ballı gözlerin tamamen veya 2/3'ten fazlasının sırlanmış olması ile anlaşılır. Üzeri sırlanmamış bal henüz olgunlaşmamıştır. Balın olgunlaşması için arıların yüzleri kovana dönük olarak kanat çırpıp baldaki fazla suyu uçurması gerekir.

Bal, doğal bir besin maddesi olup başlıca karbonhidratların karışımından ve düşük oranda da organik asit, amino asit, protein, mineral, vitamin ve lipit gibi maddelerden oluşmaktadır (Finola ve ark. 2007, Yardibi 2008). Arıcılık faaliyeti ile bal üretiminin yanı sıra balmumu, propolis, polen, arı sütü gibi ürünler de üretilmektedir.

Propolis; bal arıları tarafından bitkilerden toplanan ve mumla karıştırılarak kovan içerisinde birçok amaca yönelik olarak kullanılan doğal bir üründür. Propolis "İşçi arıların bitkilerin filiz ve tomurcuklarından topladığı, reçinemsî maddeleri ve bitki salgılarını başlarında bulunan gaddeler tarafından salgılanan enzimlerle biyokimyasal değişikliğe uğratarak oluşturdukları kirli sarıdan, koyu kahverengine kadar değişen renkte ve oda sıcaklığında yarı katı halde olan bir maddedir" şeklinde tanımlanmıştır (Anonim 1989, Şahinler ve ark. 2012). Diğer bir tanımla, Propolis bal arıları tarafından bitki tomurcuklarından, ağaçların kozalak ve kabuklarından toplanan antibakteriyel, antiviral, antifungal etkiye sahip reçinemsî bir maddedir (Şahinler 1999, Kumova ve ark. 2002, Şahinler ve ark. 2012).

Propolis şehrin müdafası anlamına gelmektedir. Propolis arılar tarafından kovanın bakım ve onarımında kullanılır. Kovanda dip tahtası, çerçeve kenarları ve giriş deliği arkasında biriktirirler.

Arılar tarafından doğadan toplanan propolis, eski çağlardan beri insan sağlığı ve yaşamı açısından son derece önem verilen ve kullanılan bir maddedir. İnsanların üretmediği önemli ürünlerden olan propolis, bu yüzyılda keşfedilen en mükemmel doğal ilaçtır ve tıp alanında çeşitli amaçlarla kullanılmaktadır (Kumova ve ark. 2002, Şahinler ve ark. 2012). Eski Mısırlıların ölülerini mumyalamakta, Yunanlılar ve Romalıların yaraları tedavi etmekte kullandıkları, tarihi kayıtlardan bilinmektedir (Şahinler ve ark. 2012). Propolisin; nemlendirme, yenileme, kırışıklıkları giderme özellikleri nedeniyle çeşitli kozmetik ürünlerin içerisinde yer aldığı da bilinmektedir.

Propolisin en temel bileşenleri fenolik bileşikler olup bunların içinde en fazla tespit edilen bileşik flavanoidlerdir (Scheller 1990). Şahinler ve Kaftanoğlu (2005) yaptıkları çalışmada; propolis etanol ekstraktında yüksek konsantrasyonlarda aromatik asitler, esterler ve diğer türevleri gibi propolisin antibakteriyel, antimantar, antiviral, antienflamatuvar ve antikanser özelliğinden sorumlu benzil sinamat, metil sinamat, kafeik asit, sinnamil sinamat ve sinnamoilglisin gibi en yaygın bileşikleri yanında yağ asidi, terpenoidler, esterler, alkoller, hidrokarbonlar ve aromatik asitler de tespit etmişlerdir. Propolisin bileşimi iklim, mevsim, coğrafik bölge, toplanma zamanı ve kaynak bitkiye göre oldukça farklılık göstermektedir.

Bal arıları (*Apis mellifera L.*) aracılığıyla insanoğluna ikram edilen harika besinlerden biri de “polen” dediğimiz çiçek tozlarıdır(Çankaya ve Korkmaz 2008).

Polen; arıların büyüyüp gelişmelerini tamamlayabilmeleri ve salgı bezlerinin gelişmesi için gerekli olan başlıca protein kaynağıdır. Polen yokluğunda arıların yavru üretip koloninin devamlılığının sağlanması mümkün değildir (Çankaya ve Korkmaz 2008). Polenlerin rengi krem renginden siyaha kadar değişebilmektedir.

Arılar bitkiden nektar ve polen toplarken polinasyonu da sağlamış olurlar. Çiçekli bitkilerden balözünü (nektar) alırken aynı zamanda polen tozları da vücutlarındaki kıllara yapışmakta ve bunlar arıların bacakları yardımıyla arka bacaklarda bulunan polen sepetçiklerinde depolanmakta ve kovana geri döndüğünde de petek gözleri içine bırakılmaktadırlar (Çankaya ve Korkmaz 2008 ).

Arılar, polenleri ilkbaharda toplamaktadır. Polenler protein ve karbonhidrat içeriğinin yanında bol miktarda vitamin ve mineral de içermektedir. Dengeli beslenmek amacıyla günlük beslenmemizde, bağışıklığın kuvvetlendirilmesinde, apiterapide, ilaç sanayinde, gıda endüstrisinde kullanılabilirlerdir.

Arı ürünleri arasında besin maddelerince en zengini olan arı sütü, 5-15 günlük yaştaki işçi arıların hipoparingeal salgı bezlerinden salgılanan ve ana arı ile genç larvaların beslenmesinde kullandıkları bir gıda maddesidir. Beyaz-krem renkte, pelte kıvamında, kendine özgü kokusu ve ekşi-acı bir tadı bulunmaktadır. Arı sütünün pH'sı 3,6-4,2 arasındadır. Karbonhidrat, protein, yağ asitleri ve mineral maddelerden oluşmaktadır.

Arı sütü salgılandığı gibi depolanmadan doğrudan ana arı ve genç larvaların beslenmesinde kullanılan bir besin maddesi olması açısından geleneksel bir arı ürünü değildir(

Korkmaz ve Öztürk 2010). Arı sütüyle beslenen arıların farklı özelliklere sahip olması arı sütüne duyulan ilginin en büyük nedenlerinden biridir.

Arı sütü homojen bir yapıya sahiptir ve viskozitesi yüksektir. Ekşimsi bir tada ve keskin bir kokuya sahiptir. Arı sütü yüksek miktarda protein içermektedir. Esansiyel aminoasitlerin tamamı arı sütünün bileşiminde yer almaktadır. Arı sütünün içeriğindeki karbonhidratlar, balın içeriğindeki karbonhidratlara benzerlik göstermektedir. Arı sütünün içeriğindeki karbonhidratların büyük bir kısmını glikoz ve fruktoz oluşturur. Arı sütü yağ asitleri açısından da zengindir. İçeriğindeki yağ asitleri, işçi ve ana arı arasındaki farklılıkların oluşmasını sağlayan önemli etkenlerdendir. Arı sütü vitaminler ve mineraller açısından da oldukça zengindir.

Arı sütünün bilinen etkileri; insana hareket ve enerji verdiği, organizmayı yenileştirici etkisinin olduğu ve zindeleştirdiği, cilt hastalıkları ve romatizmal hastalıklara iyi geldiği şeklindedir. Kozmetikte, öğrenme kapasitesi ve kendine güvenin sağlanmasında, beslenme bozukluklarında kansızlık, kolesterol, viral enfeksiyonlara karşı direncin artırılmasında, kronik ve tekrarlayan hastalıkların tedavisinde kullanılmaktadır.

Diğer arı ürünlerinin yanısıra bal; Dünya’da ve Türkiye’de en yaygın olarak üretilen ve tüketilen arı ürünüdür. Lezzet ve aroma açısından da bal tüketiciler açısından daha fazla tercih edilmektedir. Çeşitli gıda ürünlerinin içerisinde tatlandırıcı ve aroma verici olarak da yaygın kullanım alanı bulunmaktadır. Nem çekme özelliğinden dolayı bal, fırın ürünleri ve şekerlemeleri taze ve yumuşak tutmaktadır.

Balda ortalama %80 karbonhidrat, %17 su ve organik asitler bulunmakla birlikte; mineraller, vitaminler, proteinler, fenolik bileşikler, yağlar ve serbest amino asitler gibi diğer minör bileşikler de bulunmaktadır. Bunların yanı sıra balın içeriğinde vitaminler (B1, B2, C ve nikotinik asit), polen, balmumu ve renk pigmentleri de bulunmaktadır. Balın bileşimi; bitki orjiniindeki farklılıklara, iklim koşullarına ve çevresel faktörlere bağlı olarak değişmektedir.

Balın tadı ve aroması; nektarın elde edildiği kaynağa, iklime, elde edilmesinde kullanılan yöntemlere göre farklılıklar göstermektedir. Balın rengi açık renkten koyu amber renge, hatta siyaha yakın koyu renge kadar çeşitlilik göstermektedir. Balın rengini etkileyen bileşenler; karoten, ksantofil, antosiyanin gibi bitki pigmentleridir. Balın viskozitesi bal üretiminin her aşamasında önemlidir. Balın viskozitesi; sıcaklık, nem ve bitki kaynağına bağlı olarak değişmektedir.



Bal çok miktarda fenolik bileşik içermektedir. Balın toplam fenolik bileşik miktarı ile antioksidant aktivitesi arasında bir ilişki bulunmaktadır. Salgı ballarında toplam fenolik bileşik miktarı daha yüksektir. Balın içerisinde ayrıca, karakteristik tadının oluşmasından sorumlu uçucu maddeler de mevcuttur.

Bu çalışma ile Trakya'da yaygın olarak üretilen ayçiçeği balı, karaçalı balı ve meşe balının kodekslerde belirtilen çeşitli kalite özelliklerine uygunluğunu incelemek, ayrıca ilgili bal çeşitlerinin birbirleriyle benzerliklerini ya da farklılıklarını da gözlemleyebilmek amaçlanmıştır.

Tez kapsamında, Trakya'da üretilen ayçiçeği balı, karaçalı balı ve meşe balı olmak üzere, üç farklı bal çeşidinden beşer adet örnek alınarak, toplam on beş adet bal örneğinin çeşitli kalite özellikleri incelenerek ulusal ve uluslararası standartlara uygunluğu tespit edilmiştir.

## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

### 2.1. Bal

Araştırmalar balın ortaya çıkış tarihinin yaklaşık on altı bin yıl önce olduğunu göstermektedir. atalköy duvar süslemelerinde bulunan çiçekler ve üzerindeki böcek resimleri günümüzden 8-9 bin yıl öncesinde bile Anadolu'da balın arılar tarafından çiçeklerden toplandığının bilindiği ve beslenmede önemli bir yeri olduğunun göstergesidir (Ötles 1999, Sönmez 2004, şahin ve Akdeniz 2012).

Mısırdaki 3200 yıllık kurumuş bal bulunmuştur. Okunan tabletlerden Eski Mısırlıların 4000 yıl öncesinden bu yana balı hem besin ve ilaç olarak hem de dini törenlerde kullandıkları belirtilmektedir. M.Ö. 3000 yıllarında Mezopotamya'da yaşayan Sümerlerin de balı ilaç olarak kabul ettiği bilinmektedir (Bakan 2009, şahin ve Akdeniz 2012).

in'in kültüründe de bal önemli bir yere sahiptir. Antik in tıbbına göre bal, beş temel elementten biri olan toprağın temel parçalarından biridir ve insan vücudunun karın ve dalak bölgesine etki etmektedir. Antik Roma döneminde bal, altın kadar değerlidir, para değişimlerinde altının yerine geçebildiği bilinmektedir. Osmanlı toplumsal hayatı ve edebiyatında bal önemli bir yer tutmaktadır. Osmanlıda balın ya tek başına tüketildiği ya da tatlandırıcı olarak helvanın ve içeceklerin içerisinde kullanıldığı, aynı zamanda ilaç ve macun olarak tüketildiği bilinmektedir.

Hışıl ve Börekioğlu (1986) balı; bitkilerin çiçeklerinde bulunan nektarların ya da bitkilerin canlı kısımları ile bazı eşkanatlı böceklerin salgıladığı tatlı maddelerin bal arıları tarafından toplanması, organizmalarında bileşimlerinin değiştirilip petek gözlerine depo edilmesi ve buralarda olgunlaşması sonucu meydana gelen koyu kıvamda tatlı bir ürün olarak tanımlamıştır.

Türk Gıda Kodeksi 2012/58 sayılı bal tebliğinde doğal petekli bal; modern kovanlarda, içerisinde temel petek kullanılmadan, arılar tarafından peteği ile beraber üretilen balı, fırıncılık balı; yabancı tat ve kokuya sahip veya fermantasyona başlamış veya fermente olmuş veya yüksek sıcaklıkta işlem görmüş, endüstriyel veya daha sonra işlenecek diğer gıda maddelerinde bileşen olarak kullanılma amaçlı balı, karakovan balı; içerisinde temel petek kullanılmadan, karakovanlarda arılar tarafından peteği ile beraber üretilen balı ifade eder (Anonim 2012).

Bal, bileşiminde bulunan çeşitli vitaminler, mineraller, organik asitler ve enzimler nedeniyle sindirimi kolay, besleyici ve pek çok hastalığa karşı koruyucu ve tedavi edici özellik gösteren fonksiyonel bir gıdadır. Balın kimyasal bileşimi elde edildiği bölgelere göre farklılık göstermektedir. Ayrıca iklim koşulları ve arının bal yapma özelliği de bileşiminde etkili faktörlerdendir (Erdoğan ve ark. 2004, Şahin ve Akdeniz 2012).

Nektar bala dönüştürülürken arılar salgıladıkları invertaz enzimi ile sakkarozu inversiyona uğratarak fruktoz ve glikoz basit şekerlerine dönüştürür ve fermentasyonun meydana gelmesini önleyecek miktarda suyunu uçururlar. Öte yandan glukozun enzimatik oksidasyonu sonucu oluşan hidrojen peroksit bala bakteriyostatik özellik kazandırır. Kovadaki hücrelere yerleştirilen ve üzeri mum ile kaplanan bal, arılarca sağlanan özel havalandırma sistemi sayesinde bildiğimiz tat ve kıvama gelir.

Arıcılık için değerli nektar kaynağı olan ve iyi kalite bal veren bitkiler; kültür bitkileri, doğada kendiliğinden yetişen bitkiler ve ağaçlar ile çalılar olmak üzere üç grupta toplanabilir. Nektar ve polen kaynaklarının seçiminde, bitkinin verdiği nektar miktarı, çiçeklenme süresi ve bulunma yoğunlukları önem taşımaktadır.

Balın rengi, şeker içeriği ve tadındaki farklılık tamamen toplanan nektardan kaynaklanmaktadır. Balın kokusunu çiçeklerdeki aromalı uçucu yağlar verir. Bal zengin vitamin ve mineral içeriği, yüksek karbonhidrat kaynağı olması, enzim içeriğinin zengin olması gibi özelliklerinden dolayı geçmişten günümüze beslenme ve hastalıklardan iyileşme amacıyla tüketilmektedir.

Ayrıca bal, eşsiz kompozisyonu ve kimyasal özelliklerinden dolayı uzun süre depolamaya uygundur (Castro- Vazquez ve ark. 2012). Karbonhidratlar balın kuru maddesinin % 95'ini oluşturur. Bunların yanısıra bal, proteinler, enzimler ( $\alpha$ - glukosidaz,  $\beta$ - glukosidaz, katalaz, fosfataz), aminoasitler, organik asitler (glukonik asit), lipitler, vitaminler, mineraller ile flavonoidler ve fenolik bileşikler gibi fitokimyasal maddeleri de içermektedir (Escuredo ve ark. 2013).

Nektar kaynağı, balın olgunlaşması, üretim metodları, iklim, proses ve depolama koşulları balın kalitesine ve içeriğine etki eder (Güler ve ark. 2008). Balın bileşiminde ortalama % 17,1 su, % 82,4 toplam karbonhidrat ve % 5 düzeyinde protein, aminoasit, vitamin ve mineraller yer almaktadır (Şahin ve Akdeniz 2012). Bal yüksek miktarda karbonhidrat içermektedir. Balda bulunan karbonhidratların yaklaşık %70'i fruktoz ve glukozdur.

Bal enzimler yönünden de oldukça zengin bir besin maddesidir. Bal enzimleri, balın kalitesini ortaya çıkaran göstergesidir. Bu enzimlerden en önemlileri diastaz, invertaz ve  $\beta$ -glukosidaz, glikoz oksidaz, katalaz ve asit fosfatazdır (White 1992, Şahin ve Akdeniz 2012). Uzun yıllar balın içerisinde sadece formik asit bulunduğu düşünülmüştür fakat analiz metotları geliştirilince asetik, bütirik, sitrik, kaproik, laktik, formik, malik, okzalik, suksiniletannik, tartarik ve velarikasidlerin varlığı tespit edilmiştir.

Ayrıca çeşitli araştırmalar ile bal içerisinde çeşitli miktarlarda tiamin, riboflavin, askorbik asit, piridoksin, pantotenik asit, niasin ve az miktarda biotin ve folik asit tespit edilmiştir. Bal içerisindeki mineraller; potasyum, klor, kükürt, kalsiyum, sodyum, fosfor, magnezyum, silisyum, demir, mangan ve demirdir. Bu minerallerin bal içerisindeki oranı %0,02 ile %1,0 civarındadır.

Balın önemli kalite kriterlerinden biri de ısıtma sonucu ortaya çıkan hidroksimetil furfurool (HMF)'dur. Özellikle pH 5 ve altında fruktoz ve glikozun dehidrasyonu ile oluşmaktadır. HMF miktarı balın tazeliğinin en önemli göstergesidir (Turhan ve ark. 2007, Şahin ve Akdeniz 2012). Bala işlem sırasında yüksek sıcaklık uygulanırsa; baldaki HMF miktarı artar, diastaz sayısı azalır. Depolama koşullarının uygun olmaması da balda HMF oluşumunu arttırmaktadır.

Kaliteli bal elde edilebilmesi için; balın süzülmesi hijyenik koşullarda yapılmalı, bal peteklerinden santrifüj yoluyla ayrılmalı, bala yabancı bir madde katılmamalıdır. Bal, 25 °C'yi aşmayacak sıcaklıklarda muhafaza edilmeli, dolum yapılan kaplar balın yapısını etkilemeyecek nitelikte olmalıdır. Bal mümkünse ışığı geçirmeyen, sıkıca kapatılmış laklı tenekelerde muhafaza edilmelidir.

Türk Gıda Kodeksi 2012/58 sayılı bal tebliğine göre balın sahip olması gereken bazı özellikler Çizelge 2.2' de gösterilmiştir.

Türk Gıda Kodeksi 2012/58 sayılı bal tebliğine göre; bala gıda katkı maddeleri de dâhil olmak üzere dışarıdan hiçbir madde katılamaz, balın doğal bileşiminde bulunmayan organik ve/veya inorganik maddelerden arı olması gerekir, filtre edilmiş bal ile ilgili hükümler saklı kalmak kaydıyla yabancı organik veya inorganik maddelerin ayrılması sırasında kaçınılmaz olan kayıplar dışında baldan polen veya diğer bala özgü bileşenler uzaklaştırılmaz, ballar, paketleme/dolum noktasından tüketiciye ulaştırılana kadar tüm aşamalarda temiz ve kuru yerlerde kokulardan arı biçimde, doğrudan güneş ışığından korunur ve 25 °C'yi aşmayacak şekilde muhafaza edilir (Anonim 2012).

**Çizelge 2.2.** Türk Gıda Kodeksi 2012/58 sayılı bal tebliğine göre balın sahip olması gereken bazı özellikler (Anonim 2012)

	Çiçek Balı	Salgı Balı	Çiçek ve Salgı Balı Karışımı	Fırıncılık Balı
Nem (en fazla)	% 20	% 20	% 20	% 23
	% 23 Püren ( <i>Calluna</i> ) ballarında			% 25 Püren ( <i>Calluna</i> ) kaynaklı fırıncılık ballarında
Sakaroz (en fazla)	5 g/100 g	5 g/100 g	5 g/100 g	5 g/100 g
	10g/100g (Yalancı akasya ( <i>Robinapsedoacacia</i> ) Adi yonca ( <i>Medicago sativa</i> ) Menzies Banksia ( <i>Banksiameziesii</i> ) Tatlı yonca ( <i>Hedysarum</i> ) Kırmızı okaliptüs ( <i>Eucalyptuscamadulensis</i> ) Meşin ağacı ( <i>Eucryhia lucida</i> , <i>Eucyrphia milliganii</i> ) ve Narenciye ballarında)	10g/100g (Kızıl çam ( <i>Pinusbrutia</i> ) ve Fıstık çamlarından ( <i>Pinuspinea</i> ) elde edilen salgı ballarında)		
	15 g/100 g Lavanta çiçeği ( <i>Lavandulaspp.</i> , <i>Boraga officinalis</i> ) ballarında			
Fruktoz+Glukoz (en az)	100 g'da 60 g	100 g'da 45 g	100 g'da 45 g	-
Suda çözünmeyen madde (en fazla)*	0,1 g/100 g	0,1 g/100 g	0,1 g/100 g	0,1 g/100 g
Serbest asitlik (en fazla)	50 meq/kg	50 meq/kg	50 meq/kg	80 meq/kg
Elektrik iletkenliği	En fazla 0,8 mS/cm (Kocayemiş ( <i>Arbutus unedo</i> ), Çanotu ( <i>Erica</i> ), Okaliptus, İhlamur ( <i>Tilia spp.</i> ), Süprügeçalı ( <i>Callunavulgaris</i> ), Okyanus mersini ( <i>leptospermum</i> ) Çay ağacı ( <i>Melaleuca spp.</i> ), ve Pamuk ( <i>Gossipium spp.</i> 'danelde edilenler hariç )	En az 0,8 mS/cm	En fazla 0,8 mS/cm	En fazla 0,8 mS/cm
	En az 0,8 mS/cm (Kestane balında)		En az 0,8 mS/cm (Kestane balı ve salgı balı karışımlarında)	
Diastaz sayısı (en az)	8	8	8	-
	3 (Narenciye balı gibi yapısında doğal olarak düşük miktarda enzim bulunan ve doğal olarak HMF miktarı 15 mg/kg'dan fazla olmayan balda)			
HMF (en fazla)**	40 mg/kg	40 mg/kg	40 mg/kg	-

\* Pres balında suda çözünmeyen madde miktarı 0, 5 g/100 g'ı geçemez.

\*\* Üretildiği bölge etiketinde belirtilmek koşulu ile tropikal ülke kaynaklı ballarda HMF miktarı en çok 80 mg/kg olur.

### **2.1.1. Balın insan sağlığı ve beslenme üzerine etkisi**

Balın antimikrobiyal etkisi; Şeker miktarının yüksek, nem oranının düşük ve asidik özellikte olması, ayrıca yapısında bulundurduğu hidrojen peroksit, flavonoidler ve fenolik bileşiklerden (kafeik ve ferulik asit) kaynaklandđđı bildirilmektedir (Khan ve ark. 2007, Şahin ve Akdeniz 2012). Optimum antibakteriyel etkiyi sağlamak için bal geçirgen olmayan ambalajlarda muhafaza edilmeli, serin, karanlık bir yerde saklanmalı ve taze olarak tketicilmelidir.

Bitki ve nektar kaynağına bağlı olarak balın sağlık ve beslenme üzerine etkisi değişiklik göstermektedir. Ierdiği çeşitli enzimler sayesinde de insanları çeşitli hastalıklara karşı korumaktadır. Ancak balın uygun olmayan koşullarda muhafazası, yüksek sıcaklık uygulaması gibi faktörler balın yararlılığını azaltmaktadır.

Kanser hücre soyları ve hayvan modellerinde tmor gelişimi üzerinde balın olası antikanser etkilerini araŐtıran çok sayıda çalışma mevcuttur.

Balın nemlendirici, cilt yenileyici gibi özelliklerinden dolayı bala olan ilgi günden güne artmaktadır. Günümüzde pek çok kozmetik ürünün içerisinde bal yer almaktadır. Bilinçli üreticiler ve bilinçli tüketiciler ile bal, insanlık için daha faydalı bir kaynak haline gelmektedir.

### **2.1.2. Dünyada ve Türkiye’de bal retimi**

Günümüzde arıcılık, tüm dünyada yapılan en yaygın tarımsal faaliyetlerden birisidir. FAO (2018) verilerine göre dünyada bal üretiminin yıllara göre değişimi izelge 2.3’ te gösterilmiştir. 2017 yılı itibariyle dünyada 90 milyon dolayında arı kovanı bulunmakta ve bunlardan yaklaşık 1,8 milyon bal üretilmektedir (Anonim 2018a). Bu retimi oransal olarak değerlendirecek olursak; yüzde 30,6 ile ilk sırada in, in’in ardından yüzde 6,85’lik pay ile ikinci sırada Türkiye, yüzde 5,35 ile ABD, yüzde 5,03 ile İnan, yüzde 4,96 ile de Rusya izlemektedir. Trade Map’ın dünya bal ticaretine yönelik 2017 yılı verilerine göre; bal ihracatında in birinci sırada yer alırken Arjantin ikinci, Ukrayna ise üçüncü sırada yer almaktadır. 2017 yılı verileri göre 203 bin ton bal ithalatıyla ABD birinci sırada iken, 81 bin ton ile Almanya ikinci, 46 bin ton ile Japonya ise üçüncü sırada yer almıŐtır (Burucu 2018b).

Türkiye’de bal dış ticareti, süzme ve petek bal olarak iki Şekilde yapılmaktadır. 2017 yılı bal ihracatının %85,2’lik bir bölümünü süzme bal oluŐurmaktadır. Üretilen balın büyük bir bölümü yurt içinde tketicildiğinden; 2017 yılında toplam bal üretiminin düşük bir miktarı (%5,6)

ihraç edilmiştir. TÜİK verilerine göre, 2018 yılı ilk beş aylık bal ihracatı 3,359 ton olarak gerçekleşmiştir (Burucu 2018b).

TÜİK verilerine göre, Türkiye'nin 2017 yılı kovan sayısı 7991072 adet ve bal üretimi 114 471 ton, 2018 yılı kovan sayısı 8108424 adet ve bal üretimi 107 920 tondur ( Çizelge 2.4.)(Anonim 2018b)

**Çizelge 2.3.** Dünyada bal üretim miktarının yıllara göre değişimi (Anonim 2018a)

Yıllar	Kovan Sayısı	Bal Üretimi (ton)
2013	84854694	1722109
2014	87414044	1783614
2015	88985408	1824828
2016	90493440	1859228
2017	90999730	1860712

Türkiye’de 2013 yılı verilerine göre arıcılıkla ilgilenen işletme sayısı 79.934 iken bu değer 2018 yılında 81 830’ a ulaşmıştır ( Çizelge 2.4.)(Anonim 2018b).

Türkiye’de Orman Genel Müdürlüğü tarafından 2013 yılında oluşturulan ‘Bal Ormanları Eylem Planı’ sayesinde kurulan bal ormanları sayısı 2018 yılı itibariyle 424’e ulaşmıştır. Bu durum arıcılığa destek olmuş ve ülkemizde bal üretiminin artmasını sağlamıştır.2018 yılı itibariyle Türkiye bal üretiminde dünyada ikinci sırada yer almaktadır (Anonim 2018a). TÜİK (2018) verilerine göre Türkiye’de arıcılık, kovan sayısı ve bal üretiminin yıllara göre değişimi Çizelge 2.4’ de gösterilmiştir (Anonim 2018b).

**Çizelge 2.4:** Türkiye’de arıcılık, kovan sayısı ve bal üretiminin yıllara göre dağılımı (Anonim 2018 b)

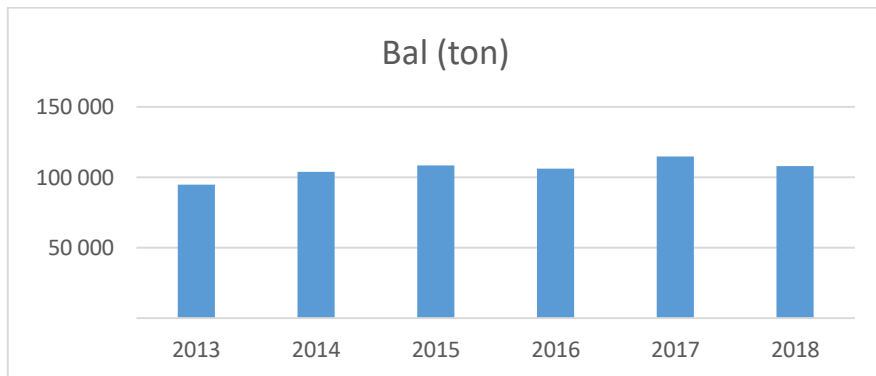
Yıllar	Arıcılık yapan işletme sayısı (adet)	Yeni kovan (adet)	Eski kovan (adet)	Bal üretimi (ton)
2013	79 934	6 458 083	183 265	94 694
2014	81 108	6 888 907	193 825	103 525
2015	83 475	7 525 652	222 635	108 128
2016	84 047	7 679 482	220 882	105 727
2017	83 210	7 796 666	194 406	114 471
2018	81 830	7 904 502	203 922	107 920

Dört mevsimin aynı anda yaşanabildiği ülkemizde, farklı ekolojik koşullara kolaylıkla uyum sağlayan birçok arı ırk ve ekotipi ile yıl boyu nektar ve polen sağlayan oldukça zengin floral kaynaklar bulunmaktadır.

Ülkemizin her bölgesinin kendine özgü çevre koşullarına sahip olması, çiçeklenme dönemlerinin farklı olması ülkemizde göçer arıcılık yapılmasının da başlıca sebebidir. Başta Akdeniz Bölgesi ve Kıyı Ege olmak üzere, ılıman yöreleri arıcılar için kolonilerini kışlatma, zengin nektar ve polen kaynağı sağlama ve erken gelen bahardan yararlanma gibi nedenlerle tercih edilmektedir. Ege Bölgesinin, Muğla İli başta olmak üzere önemli çam balı üretim alanlarına sahip olması, kışlarının ılık geçmesi, özellikle kıyı şeridinde yılın neredeyse yağışsız günleri arıcılık faaliyetiyle uğraşmaya elverişli olması ve baharın erken gelmesi, arıcılık açısından tercih nedeni olmaktadır. Buna ek olarak ülkemizin güney batısında çam ağaçlarının üzerinde oldukça güçlü salgı kaynakları bulunmaktadır. Burada ülkemizin bal üretiminin yaklaşık üçte biri gerçekleşmektedir ( Anonim 2015c).

2017 yılında Ordu 16,8 bin ton bal üretimi ile birinci sırada yer alırken, Muğla 15,9 bin ton ile ikinci, Adana ise 10,7 bin ton ile üçüncü sırada yer almaktadır (Burucu 2018b).

TÜİK (2018) verilerine göre Türkiye’de yıllara göre bal üretiminin değişimi aşağıdaki grafikte gösterilmiştir (Anonim 2018b).



**Şekil 2.2.** Bal üretiminin yıllara göre değişimi (Anonim 2018b)

Türkiye yüzölçümünün % 3'ünü oluşturan Trakya'da, ülkenin tüm çiçekli bitki çeşitlerinin % 25'i yaşamaktadır. T.C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı tarafından 2010 yılında Kırklareli il sınırlarında Trakya Arısı (*Apis mellifera carnica*) için izole bölge olarak ilan edilen 30 km çapındaki bir alan, bu bölgede arıcılığın ve bal üretiminin gelişimini olumlu yönde etkilemiştir.



Trakya arısı, bölgenin yerli gen kaynağı olması sayesinde flora ve iklim koşullarına adapte olmuş, genetik özelliklerinden dolayı dünyada Kafkas arısından sonra koruma altına alınan ikinci arı ırkı olma özelliği taşımaktadır (Turan 2012).

### 2.1.3. Balların sınıflandırılması

Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği'ne (Sayı: 2012/58) göre ballar; kaynağına göre, üretim ve/veya pazara sunulmuş şekillerine göre Çizelge 2.5'deki gibi sınıflandırılmaktadır (Anonim 2012).

**Çizelge 2.5.** Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği'ne (Sayı: 2012/58) göre balların sınıflandırılması

<b>Balların sınıflandırılması</b>	
1. Kaynağına göre	Çiçek balı
	Salgı balı
2. Üretim ve/veya pazara sunulmuş şekline göre	Petekli bal
	Süzme bal
	Petekli süzme bal
	Sızma bal
	Pres balı
	Filtre edilmiş bal

#### 2.1.3.1. Kaynağına göre;

Kaynağına göre ballar çiçek balı ve salgı balı olarak ikiye ayrılmaktadır. Çiçek balı; bitki nektarından elde edilen balı, salgı balı; bitkilerin canlı kısımlarının salgılarından veya bitkilerin canlı kısımları üzerinde yaşayan bitki emici böceklerin salgılarından elde edilen balı ifade etmektedir.

Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği'ne göre; Pamuk (*Gossypium barbadense*), kestane (*Castanea sp.*), ayçiçeği (*Helianthus annuus L.*), yayla ve narenciye gibi bitki nektarlarından elde edilen ballar çiçek balı; çam, meşe ve ladin gibi bitkilerin canlı kısımlarının salgılarından veya bitkilerin canlı kısımları üzerinde yaşayan bitki emici böceklerin salgılarından elde edilen ballar ise salgı balı olarak adlandırılmaktadır (Anonim 2012).

Balın kimyasal kompozisyonu bitki kaynağına bağlıdır ve bu nedenle nektar ve salgı ballarının içeriği birbirinden farklıdır.

### 2.1.3.1.1. Çiçek balı

Çiçek balı, bal arılarının bitkilerin çiçeklerinden topladıkları nektarlardan yaptıkları bal olarak tanımlanmaktadır (Anonim 2012). Arıların çiçeklerden topladığı nektar, kursaklarında bulunan enzimlerin etkisiyle değişime uğrar ve arılar tarafından peteklerde bal olarak depolanır. Çiçek balları Türkiye’de üretilen ballar içerisinde en büyük paya sahiptir. Çiçek ballarının polen içeriği salgı ballarından daha fazladır.

Ayçiçeği balı bir çiçek balıdır. Türkiye’de, en fazla üretilen monofloral (tek çiçek) bal ayçiçeği balıdır. Türkiye’de çam balından sonra ihracatı en fazla yapılan bal ayçiçeği balıdır. Genellikle arıcılar tarafından kış yiyeceği (arı keki) olarak kullanılır. Ayçiçeğinin çiçeklenme dönemi Temmuz ayıdır. Ayçiçeği balı Ağustos ayında hasat edilir.

Ayçiçeği balı kovandan yeni alındığında altın sarısı rengindedir. Kendine özgü bir tadı vardır. Ayçiçeği balı çok çabuk kristalleşir. Bunun başlıca nedeni glikoz içeriğinin ve polen içeriğinin yüksek olmasıdır. Kristalleştiği zaman sarı bir mum gibi görünmektedir. Çabuk kristalize olması ayçiçeği balının bir özelliğidir. Kristalize olan ayçiçeği balı, o balın işlem görmemiş ve doğal olduğunun bir kanıtıdır.

Dış ülkelerde balın tüketim alışkanlığı daha çok kristalize bal, krem bal olarak ya da kristalize balın makinelerden geçirilerek kremaya dönüştürülmesi şeklindedir. Bu durum ayçiçeği balının ihracatını olumlu yönde etkilemektedir. Doğal bir ateş düşürücü olduğu, bağışıklık sistemini güçlendirdiği, birçok kanser türüne iyi geldiği ve vücuda zindelik verdiği söylenmektedir.

Karaçalı balı bir çiçek balıdır. Karaçalının meyveleri karbonhidrat, protein ve sabit yağ bakımından zengindir. Ayrıca; alkaloidler (paliurin), tiamin, askorbik asit, beta karoten, kalsiyum, fosfor, demir, potasyum, riboflavin, niasin ve kül içermektedir. Yapraklarında ise bol miktarda betülinik asit bulunmuştur (Kustrak ve ark. 1990, Baytop 1999).

Karaçalı bitkisi Trakya’da Mayıs ayının sonu ile Haziran ayının başı gibi çiçeklenir. Karaçalının çiçeklenme döneminde yağmur yağar ise nektarı yıkanır, bal verimi çok düşer. Arılar karaçalı bitkisinin sarı renkteki çiçeklerinden nektarları toplayarak karaçalı balını üretirler. Hasat dönemi nedeniyle Trakya’da Karaçalı balı, Bahar balı olarak da bilinmektedir. Karaçalı balı amber renklerinde aromatik bir balıdır. Karaçalı balının sağlıkta soğuk algınlığı, mide, böbrek, akciğer, karaciğer, romatizma ve sinir sistemine kadar birçok hastalığa iyi geldiği söylenmektedir.

### **2.1.3.1.2. Salgı balı**

TGK 2012/58 sayılı bal tebliğine göre Salgı balı, bitkilerin canlı kısımlarının salgılarından veya bitkilerin canlı kısımları üzerinde yaşayan bitki emici böceklerin - Hemiptera- salgılarından elde edilen balı ifade eder (Anonim 2012) Salgı balı diğer ballara göre daha koyu bir renge sahiptir.

Meşe balı bir salgı balıdır. Meşe ağacının haziran ve temmuz aylarında gündüzleri sıcak, geceleri ise soğuk olması ile oluşan ısı farkı meşe yapraklarında salgı oluşmasını sağlamaktadır. Oluşan salgının arılar tarafından toplanarak kovana taşınması ve bala dönüştürülmesiyle meşe balı meydana gelir. Siyaha yakın koyu kahverengi renge, hafif acımsı tatta, viskozitesi yüksek bir baldır. Açık renkli ballara kıyasla daha fazla antioksidan madde ve mineral içerdiği bilinmektedir.

### **2.1.3.2. Üretim ve/veya pazara sunuluş şekline göre;**

Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği (2012/58) 'ne göre üretim ve/veya pazara sunuluş şekline göre ballar; petekli bal, süzme bal, petekli süzme bal, sızma bal, pres balı, filtre edilmiş bal olarak sınıflandırılmaktadır (Anonim 2012).

Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği (2012/58) 'ne göre petekli bal; kuluçka amaçlı kullanılmamış olan saf balmumundan hazırlanmış temel peteklerin veya arılar tarafından yapılmış peteklerin gözlerinde depolanmış ve tamamı veya büyük bölümü sırlanmış olarak satışa sunulan balı ifade eder (Anonim 2012).

Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği (2012/58) 'ne göre süzme bal; sırları alınan yavrusuz peteklerden santrifüj yolu ile elde edilen balı, petekli süzme bal ise süzme bal içerisinde petekli bal parçaları ile hazırlanmış balı ifade eder (Anonim 2012).

Yine Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği (2012/58) 'ne göre sızma bal; sırları alınmış yavrusuz peteklerden sızdırılarak elde edilen balı, pres balı; yavrusuz peteklerin doğrudan veya 45°C'yi aşmamak üzere ısıtılarak preslenmesi ile elde edilen balı, filtre edilmiş bal; yabancı organik veya inorganik maddelerin filtrasyon yolu ile uzaklaştırılması sırasında polen içeriği önemli ölçüde azalmış balı ifade etmektedir (Anonim 2012).

#### **2.1.4. Balın kalite özellikleri**

Balın kalite özellikleri; balın elde edildiği kaynağa, içeriğindeki kimyasal bileşiklere, şeker oranına, rengine, antioksidan içeriğine, pazara sunuş şekline göre değişiklik göstermektedir.

Üretildikleri coğrafyaya bağlı olarak balların içerdiği bileşenler değişmektedir. Balların içerdiği bileşenler değiştiği için balların biyoyararlılıkları da değişiklik göstermektedir. Her bal çeşidinin farklı biyoyararlılığı bulunmaktadır.

Türkiye’de Muğla ve çevresinde çam balı, Akdeniz Bölgesi’nde narenciye balı, Trakya’da ayçiçeği balı, Karadeniz Bölgesi’nde kestane balı ve yayla balı ağırlıklı olarak üretilmektedir. Örneğin, bir nektar balı olan ayçiçeği balının 25 °C ’nin altındaki sıcaklıklarda kristalleşmesi beklenirken; bir salgı balı olan çam balının kristalleşmesi beklenmez. Bu durum her bir bal çeşidinin kendine özgü karakterde kalite özelliklerine sahip olduğunun bir göstergesidir.

Balın en büyük sorunu sahte ve kalitesiz bal üretilmesidir. Balın daha kolay süzülmesi ya da kristalleşmiş olan balın akışkan hale getirilmesi aşamalarında uygulanan yüksek ısı işlem; balda HMF oluşumu ya da aroma kaybı gibi istenmeyen durumlara neden olabilmektedir.

Balın süzülmesi yaklaşık 35 °C sıcaklıkta en ideal şekilde yapılabilmektedir. Süzülme işleminden sonra balın durultulması; süzme balda istenmeyen ancak işleme sırasında bala karışabilen petek parçacıklarının yukarıda birikmesini böylece baldan kolaylıkla ayrılabilmesini sağlamaktadır.

Depolama işlemi de balın kalitesi açısından önemli bir faktördür. Uygun koşullarda muhafaza edilmeyen balların asitlik miktarında ya da HMF miktarında artış, fermantasyon, aroma ve tatta bozukluk gibi durumlar gözlemlenebilir. Balın kalitesini uzun süre muhafaza edebilmesi için 25 °C’yi aşmayacak sıcaklıklarda, karanlık bir ortamda ağzı sıkıca kapatılmış laklı tenekelerde ya da cam kavonozlarda muhafaza edilmesi gerekmektedir.

##### **2.1.4.1. Balın fiziksel özellikleri**

###### **2.1.4.1.1. Renk**

Renk, balın sınıflandırılmasında önemli kalite kriterlerindedir (Çınar 2010). Balın rengi; açık krem renkten koyu amber rengine, siyaha yakın koyu kahverengine kadar

değişmektedir. Bitkilerden bala geçen mineraller, karoten gibi çeşitli renk pigmentleri balın renginde etkilidir.

Aynı zamanda balın rengini; elde edildiği bitki kaynağı, depolama koşulları, işleme metotları, sıcaklık ve depolama süresi de etkilemektedir. Uzun süre ve özellikle yüksek sıcaklıkta muhafaza, balın daha koyu renkli olmasına neden olur (Karadal ve Yıldırım 2012).

Balın rengi ile içeriğindeki kül miktarı arasında doğru orantı bulunmaktadır. Genel olarak koyu renkli ballar bünyesinde daha fazla, açık renkli ballar daha az mineral bulundurmaktadır (Ulusoy 2010).

Tez kapsamında incelenen ayçiçeği balı, karaçalı balı ve meşe balı örneklerinin renkleri Şekil 2.3 'teki gibidir. Farklı çeşitte olan balların renklerinin de farklı olduğu açıkça görülmektedir.



Şekil 2.3 Meşe balı, karaçalı balı ve ayçiçeği balı örneklerine ait renkler

#### 2.1.4.1.2. Balın viskozitesi

Viskozite sıvıların akmaya gösterdiği dirençtir. Viskozite balın peteklerden süzülmesinden tüketiciye ulaşana kadar geçen süreçte önemli olan faktörlerdendir.

Viskozite, balın kompozisyonuna, nem içeriğine ve yüksek şeker konsantrasyonuna bağlı olup disakkaritler daha fazla viskozite kazandırır (Karadal ve Yıldırım 2012, Çınar 2010). Genellikle, balın viskozitesi, içerdiği su miktarı arttıkça azalmaktadır. Bala sıcaklık uygulaması balın akışkanlığını arttırmakta dolayısıyla viskozitesini azaltmaktadır. Farklı coğrafi bölgelerden elde edilen çeşitli bal türlerinin viskozitesi farklılık gösterebilmektedir.

#### **2.1.4.1.3. Balda optik aktivite (Optik rotasyon)**

Bir maddenin doğrusal polarize ışığın salınım yüzeyini çevirme özelliğine optik aktivite denir (Demirci 2010). Optik aktivite polarimetre kullanılarak belirlenir. Polarize ışık düzlemindeki çevirme saat yönünde ise pozitif (+), dekstrorotatory (sağa çeviren), saat yönünün aksine ise negatif (-), levorotatory (sola çeviren) olarak ifade edilir (Demirci 2010).

Çiçek balları ve salgı balları polarize ışığı farklı yönlere çevirmektedirler. Çiçek balları polarize ışığı sola (negatif optik rotasyon), salgı balları ise polarize ışığı sağa (pozitif optik rotasyon) çevirmektedirler (Kartal 2012). Bu özellik, çiçek balının salgı balından farklı şeker içeriğine sahip olduğunun bir göstergesidir. Bu özellikten yararlanılarak çiçek balları ile salgı balları birbirinden ayırt edilebilir.

#### **2.1.4.1.4. Balın kristalizasyonu**

Baldaki kristalizasyon uygulanan ısı işleme, balın su içeriğine ve glukoz/ fruktoz oranı ile glukoz/ su oranına bağlıdır (Doğaroğlu 2009, Çınar 2010). Balın yapısında bulunan glukoz moleküllerinin sudan ayrılması ve bu moleküllerin baldaki diğer partikülleri de aralarına alarak küçük kristaller halinde çökmesi durumunda kristalizasyon meydana gelir (Karadal ve Yıldırım 2012).

Pek çok tüketici kristalize olmuş balın hileli olduğunu düşünmektedir. Ancak bu doğru değildir. Doğal olarak glikoz içeriği yüksek olan pek çok kaliteli bal kristalizasyona uğrar. Glukoz/su oranı 1,7' den daha düşük balların kristalize olmadığı, bu oranın 2,1' den daha yüksek olduğu balların ise kısa sürede kristalize olduğu bildirilmektedir (Gündoğan 2009).

Genellikle balın petek yüzeylerinin bal arıları tarafından 1/2-2/3'ünün sırlanmasından sonra, yani balın yeterince olgunlaşmadan erken hasat edilmesi sonucunda bal içermesi gerekenden fazla su içerir. Bu durum balın erken kristalleşmesine ve depolama esnasında fermantasyona uğramasına yol açar (Çınar 2010). Kristalize bala ısı işlem uygulanması, kristalizasyonun azalmasını sağlar. Ancak balın sıcaklığı düşmeye başladığında kristalizasyon tekrar artar.

#### **2.1.4.1.5. Balın elektriksel iletkenliği**

Elektriksel iletkenlik organik asitler, proteinler, şekerler ve minerallere bağlıdır. Elektriksel iletkenlik bir materyalin taşıyabildiği elektrik akımının miktarıdır ve baldaki mineral ve asit içeriğini belirlemek için ölçülür. Yüksek mineral konsantrasyonuna sahip balların elektriksel iletkenliği de yüksektir (Solayman ve ark. 2016). Elektriksel iletkenlik ile

kül içeriği arasında doğru orantılı bir ilişki bulunmaktadır. Genelde, salgı ballarının elektriksel iletkenliği, çiçek ballarından daha yüksektir (Çınar 2010).

Balın asitliği ve kül içeriği artıkça elektriksel iletkenliği de artmaktadır. Salgı ballarının elektriksel iletkenliği 0,8mS/cm'den, kül miktarı ise %0,5'den daha yüksektir (Yücel 2008).

#### **2.1.4.2. Balın kimyasal özellikleri**

Balın kimyasal içeriği, bitki orjinindeki farklılıklara, iklim koşullarına ve çevresel faktörlere bağlı olarak değişmektedir. Bal %80 oranında karbonhidrat, %17 oranında su ve organik asitler, %3 oranında diğer bileşikleri içermektedir. Balda bulunan aminoasitin büyük bir kısmı prolindir.

Balda bulunan inorganik bileşikler su, potasyum (K), kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg), bakır (Cu), manganez (Mn), demir (Fe), klorür (Cl), sülfür (S), fosfor (P) ve silisyumdur (Si) (Crane 1980).

Balda bulunan fenolik bileşikler ve uçucu maddeler; bala özgü aroma ve lezzeti verirler. Bu bileşikler balın elde edildiği bitkiye göre değişiklik göstermektedir. Balın toplam fenolik bileşik miktarı ile antioksidan aktivitesi arasında doğrusal bir ilişki bulunmaktadır. Salgı balının toplam fenolik bileşik miktarı çiçek balına oranla daha yüksek olmaktadır.

##### **2.1.4.2.1. Balın karbonhidrat içeriği**

Balın yaklaşık %80'i karbonhidrattır. Balın karbonhidratlı bir madde olmasından dolayı kuru maddesinin %95-99'unu şekerler oluşturur (Tosmur 2004). Bu şekerlerin büyük bir kısmı fruktoz ve glikozur. Çeşitli araştırmalarda balın içerisinde sakkaroz, maltoz, izomaltoz, erloz, kestoza, melezitoz, refinoz, ve dektroz şekerleri de tespit edilmiştir. Balın karbonhidrat içeriği yüksek olduğu için enerji değeri de yüksektir.

Balların şeker profilleri, glukoz veya fruktoz miktarının hangi ballarda ne kadar bulunduğunu ortaya koyar. Diğer taraftan şeker profili analizi ile belirlenen melezitoz ve erloz gibi oligosakkaritlerin miktarı salgı balını çiçek balından ayırt etmek amacıyla kullanılmaktadır. (Turan 2012).

Arıların fazla miktarda şekerle beslenmeleri sonucu, balın içerdiği sakkaroz artar. Ayrıca, sakkarozun balda yüksek olması balın olgunlaşmadan hasat edildiğini göstermektedir.

#### **2.1.4.2.2. Balın nem içeriği**

Bal yapı itibarı ile higroskopik özelliğe sahiptir. Bu özellik, içeriğindeki higroskopik özellik gösteren fruktoz miktarının glikoz miktarından fazla olmasıyla alakalıdır (Kahraman 2012). Balın nem oranı; balın elde edildiği kaynağa, gördüğu işlemlere, çevresel koşullara, muhafaza koşullarına göre değişmektedir. Süzme balın petek gözlerinin sırla tamamen kapatılmamış peteklerden elde edilmesi, hasat sırasındaki iklim koşulları ve olumsuz muhafaza şartları, su içeriğini artmasına neden olur (Karadal ve Yıldırım 2012).

Balın nem oranının yüksek olması, bazı ballarda kristalleşmeyi hızlandırabilir (Sorkun ve ark. 2011). Su içeriği yüksek olan ballarda ozmofilik mayalar daha çabuk gelişebilmekte ve ortamda bulunan şekeri kullanarak fermantasyona neden olabilmektedir. Balın nem oranı raf ömrünü belirleyen önemli özelliklerdendir.

#### **2.1.4.2.3. Balın asitliği**

Asit ölçümünün, bal fermantasyonunun değerlendirilmesinde, unifloral balların belgelenmesinde ve salgı ballarının ayırt edilmesinde kullanışlı olduğu bilinmektedir (Bettar ve ark. 2015). Balın asitliği % 0,1 ile % 0,4 arasında değişir (Tosmur 2004).

Balda bulunan asitler; glukonik asit, formik asit, asetik asit, bütirik asit, sitrik asit, kaproik asit, laktik asit ve tartarik asitlerdir (Ulusoy 2010). Çiçek balları salgı ballarına nispeten daha yüksek asitliğe sahiptir. Elde edildiği bitki kaynağı, elde ediliş zamanı, muhafaza koşulları balın asitliğini etkilemektedir. Asitlik balın tadını doğrudan etkilemektedir. Asitlik balda mikroorganizmaların gelişimini, balın antibakteriyel özelliklerini ve antioksidan aktivitesini, balın muhafaza süresini etkilemektedir.

#### **2.1.4.2.4. Balın mineral içeriği**

Balın mineral madde içeriği elde edildiği bitkiye göre değişiklik göstermektedir. Balda başlıca potasyum, klor, sülfür, demir, bakır, manganez, silisyum, kalsiyum, magnezyum, sodyum ve fosfor gibi mineraller bulunmaktadır.

Koyu ve amber renkli ballar (avokado, kestane, salgı ve püren balları gibi) soluk renkli ballara oranla yüksek miktarlarda alüminyum, kalsiyum, kadmiyum, bakır, demir, potasyum, mangan, magnezyum, sodyum, nikel ve çinko gibi majör, minör ve iz elementleri içermektedirler (Solayman ve ark. 2016).



#### **2.1.3.4.2.5. Balın protein içeriği**

Baldaki protein ve aminoasitlerin kaynağı nektar ve polenlerdir. Balda 20-300 mg/100 gr arasında aminoasit bulunmaktadır.

Doğada bulunan 20 farklı aminoasitten 18 tanesi balda bulunmaktadır. Bunlar; lizin, histidin, arginin, aspartik asit, treonin, sistin, valin, metiyonin, lösin, izolösin, serin, glutamik asit, prolin, glisin, alanin, tirozin, fenilalanin ve triptolindir (Tosmur 2004). Prolin aminoasidi bunlar içerisinde yaygın olanıdır (Özkök 2009, Kıvrak 2015).

Prolin, nektarın bala dönüşmesi esnasında bal arıları tarafından balın yapısına katılan tek aminoasittir. Baldaki aminoasitlerin % 50- 85'ini prolin oluşturduğu için balın protein içeriği genelde prolin miktarı olarak belirtilmektedir (Çınar 2010, Bayrambaş 2012). Prolin miktarı balda saflığın bir kriteridir ve tağşiş yapılmış ballarda bu değer daha düşük çıkmaktadır (Can ve ark. 2015).

#### **2.1.4.2.6. Balın enzim içeriği**

Bal içerdiği enzimler nedeniyle tatlandırıcılardan ayrılmaktadır. Balın biyolojik ve besleyici kalitesi yapısında bulunan enzimlerin yapılarının bozulup bozulmamasıyla ilgilidir (Tosmur 2004).

Bal arıları, bitkilerden elde ettikleri nektarı, kursaklarında bulunan hipofaringeal bezler sayesinde bala dönüştürürken enzimlerin de bala eklenmesini sağlamış olmaktadır.

Enzimler, balın önemli bileşenlerindedir. Isıya karşı duyarlı oldukları için beslenme yönünden de balın kalitesini belirlemektedirler (Tosmur 2004, Çınar 2010). Balda bulunan enzimlerin aktifliği balın nem oranıyla da yakından ilişkilidir.

Balda en fazla bulunan enzimlerden biri diastaz, diğer adıyla amilaz enzimidir. Balda bulunan diğer enzimler invertaz, katalaz, glikoz oksidaz ve fosfatazdır. Bu enzimlerin bazıları bitki kaynaklı bazıları da arı kaynaklıdır.

İnvertaz, glukoz oksidaz ve amilaz (diastaz) enzimleri işçi arıların salgılarıyla balın içerisine girer. Arılar kursaklarında bulunan invertaz enzimiyle sakkarozu glikoz ve fruktoza çevirir. Nişastayı parçalayan diastaz enzimi nektara olgunlaşma esnasında bal arısı tarafından ilave edilir (Ulusoy 2010). Glikoz oksidaz enzimi de balda bulunan glikoza etki ederek hidrojen peroksit oluşmasını sağlar. Hidrojen peroksit bala bakteriyostatik özellik kazandırmaktadır.

#### **2.1.4.2.7. Balın antioksidan içeriği**

Oksidasyon; gıda bileşenlerinin havanın oksijeniyle etkileşime girmesi sonucu oluşur. Oksidasyon gıdalarda besin değerinin azalmasına, renk, koku ve tat değişimi gibi istenmeyen durumlara neden olmaktadır.

Antioksidanlar gıdalarda oksidasyonu engelleyen ya da önleyen bileşenlerdir. Antioksidanlar gıdalarda doğal olarak bulunabildiği gibi dışarıdan da eklenebilir.

Balda bulunabilen antioksidan aktivitesinden sorumlu temel bileşikler; flavanoidler (krisin, pinosebrin, kuersetin, galangin, kampferol, hesperetin, mirsetin), fenolik asitler (kafeik, benzoik, kumarik, ellagik, ferulik, klorojenik), askorbik asit, tiamin, riboflavin, glikoz oksidaz, katalaz, peroksidaz ve karotenoidler gibi bileşiklerdir.

Balın floral kaynağı, bitkinin ikincil metabolitlerinin içeriğindeki farklılıklar ve enzim aktivitesine bağlı olarak antioksidan özellik şekillenmektedir (Frankel ve ark. 1998). Balın antioksidan aktivitesi ve toplam fenolik içeriği arasında pozitif bir ilişki bulunmakta ve antioksidan aktivite esas olarak fenolik bileşiklerden kaynaklanmaktadır (Ulucan 2013). Koyu renkli ballarda bol miktarda bulunan fenolik bileşiklerin, askorbik asit ya da E vitaminine göre daha güçlü antioksidan aktivite gösterdiği bilinmektedir (Sarıkaya 2009, Ulucan 2013).

Balların flavanoid içeriği elde edildiği bitki kaynağına ve coğrafi özelliklere göre değişiklik göstermektedir. Flavanoid içeriği fazla olan ballar genellikle koyu renktedir. Bitkilerden toplanan özütlerden elde bir besin maddesi olan bal, potansiyel antioksidan olarak dikkat çekmektedir (Rice-Evans 1997, Ulucan 2013).

#### **2.1.4.2.8. Balın HMF içeriği**

Baldaki hidroksimetilfurfural (HMF), balın ısı işlem görmesi veya uzun süre bekletilmesi sonucunda, yapısında bulunan indirgen şekerlerin karbonil grupları ile aminoasitlerin ve proteinlerin amin gruplarının kondenzasyonu sonucu oluşmaktadır (Yıldız ve ark. 2010). HMF içeriği balın tazeliğinin bir indikatörüdür (Bettar ve ark. 2015). Balda yüksek miktarda HMF bulunması istenen bir durum değildir. Bala ısı işlem uygulaması, uygun olmayan koşullarda depolama baldaki HMF miktarını arttıran unsurlardır.

Hidroksimetil furfural baldaki karasız bileşiklerle etkileşime girerek balın rengi, tadı ve kokusunda değişikliklere, beslenme değerinde azalmalara neden olmaktadır. Sıcaklık ve süreye bağlı olarak uygulanan ısı işlem, vitamin, besin öğeleri ve diastaz aktivitesini azaltırken, HMF içeriğini de arttırmaktadır (Çınar 2010)

### 3. MATERYAL ve YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

Bu çalışmada Trakya yöresinin farklı lokasyonlarındaki arı yetiştiricilerinden elde edilen 5 adet ayçiçeği balı, 5 adet karaçalı balı ve 5 adet meşe balı olmak üzere, toplamda 15 adet bal örnekleri kullanılmıştır. İlgili örnekler Kırklareli, Edirne, Tekirdağ illeri ve bu illerin çeşitli ilçelerinden temin edilmiştir. Temin edilen ballar üreticilerin kovanlardan bal süzme makineleri aracılığıyla kendilerinin hasat ettiği süzme bal örnekleridir.

Hasat edilen ballara ulaşıncaya kadar üreticiler ballarını laklı tenekelerde kendileri muhafaza etmişlerdir. Üreticilerden alınan bal örnekleri, analiz edilinceye kadar; sıkıca kapatılmış metal kapaklı cam kavanozlarda, karanlık ortamda ve oda sıcaklığında muhafaza edilmiştir.

#### 3.2. Yöntem

Tez kapsamında ayçiçeği balı, karaçalı balı, meşe balı örnekleri üzerinde; balların elektriksel iletkenlik, renk ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ), kül, pH, invert şeker, serbest asitlik, HMF, nem, diastaz sayısı analizleri yapılmıştır. Bu çalışma ile Trakya Yöresi'nde üretilen ayçiçeği balı, karaçalı balı, meşe balı örneklerinin çeşitli fiziksel ve kimyasal özelliklerinin incelenmesi, ilgili bal çeşitlerinin birbirleriyle olan benzerliklerinin ya da farklılıklarının da bu özellikler çerçevesinde gözlemlenebilmesi amaçlanmıştır.

Trakya Yöresi'nden toplanan bal örneklerine yapılan analizlerin sonuçlarının, ulusal ve uluslararası standartlar (Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği, CODEX Alimentarius ve Avrupa Birliği Komisyonu) 'a uygunluğu karşılaştırılmıştır.

Trakya yöresinden elde edilen bal örneklerine Çizelge 3.1' de belirtilen kimyasal ve fiziksel analizler yapılmıştır.

**Çizelge 3.1.** Bal örneklerine yapılan kimyasal ve fiziksel analizler

<b>Kimyasal Analizler</b>	<b>Fiziksel Analizler</b>
HMF (mg/kg)	Elektriksel İletkenlik ( mS cm <sup>-1</sup> )
Diastaz	
Serbest asitlik (meq/kg)	
pH	
Nem (%)	Renk ( $L^*$ , $a^*$ , $b^*$ )
İnvert şeker (%)	
Kül (%)	

### **3.2.1. Kimyasal analizler**

#### **3.2.1.1. Nem miktarı**

Bal örneklerinin nem içeriği, refraktometre ile 20 °C’ de elde edilen kırılma indisi kullanılarak ve nem hesaplama çizelgesinden yararlanılarak belirlenmiştir (TS 13365).

İlgili bal örneğinden bir miktar bal alınıp refraktometre prizmaları arasına konulmuş ve 20 °C’ de kırılma indisinin karşılığı okunmuştur. Kırılma indisi, % nem miktarı çizelgesiyle karşılaştırılarak % nem miktarı tespit edilmiştir.

20 °C’ de okuma yapılamayan durumlarda; 20 °C’nin üzerindeki sıcaklıkta yapılan okumalarda, her 1°C için 0,0002 kırılma indisi miktarına eklenmiştir. 20 °C’nin altındaki sıcaklıkta yapılan okumalarda ise her 1°C için 0,0002 kırılma indisi miktarından çıkarılmıştır.

#### **3.2.1.2. Diastaz sayısı**

Diastaz sayısı TS 3036’ya göre belirlenmiştir. Diastaz sayısını belirlemek amacıyla ilgili bal örneklerinden beherlere 10’ ar gr tartılmış, yaklaşık 40-50 ml saf su ile çözündürülmüş ve daha sonra saf su ile 100 ml’ye tamamlanmıştır.

1gr bal numunesinin tamamen hidroliz edebildiği nişasta çözeltisinin hacmini hesaplamak amacıyla deney tüplerine farklı gramajlarda bal çözeltileri konulmuştur. Üzerlerine 8 ml nişasta + tampon çözeltisi eklenmiş, daha sonra her birinin hacmi saf su ile 18 ml’ye tamamlanmıştır.

Hazırlanan çözeltiler, 40 °C’ye ayarlanmış su banyosunda 1 saat bekletilmiştir. Ardından deney tüpleri su banyosundan çıkartılmış ve hemen soğutulmuştur. Soğuyan tüplere sırasıyla birer damla 0,1 N İyot Çözeltisi damlatılmıştır. Mavilik gözlenen ilk tüp sınır değeri alınmıştır. Mavilik gözlenen ilk tüpten bir önceki tüpe ait diastaz sayısı aşağıdaki formülden de yararlanılarak tespit edilmiştir.

$$\text{Diastaz sayısı} = 50/V$$

$$V = \text{Bal Çözeltisinin hacmi (ml)}$$

#### **3.2.1.3. Kül tayini**

Krozeler yakma işlemi için hazırlanmıştır. 2 g bal tartılıp, krozelere konmuştur. Yakma fırınında 550 °C’de beyaz kül oluşuncaya kadar yakılmıştır. Desikatöre alınıp, oda sıcaklığına gelene kadar soğutulmuştur. Hassas terazi ile tartılarak % kül belirlenmiştir (Anonim 2002).

#### 3.2.1.4. HMF analizi

HMF analizi TS 3036'ya göre yapılmıştır. HMF analizinde Paratoluidin Çözeltisi (100g/l), 0,5'lik barbütirik asit çözeltisi kullanılmıştır. 10 g bal beherde tartılıp üzerine 20 ml saf su eklenip, cam bagetle karıştırılarak bal çözündürülmüştür.

Çözelti 50 ml'lik balon jojeye aktarılmıştır. Hacim çizgisine kadar saf su ile tamamlanmış ve iyice karıştırılmıştır. Hazırlanan bu çözeltiden 2 ayrı deney tüpüne ikişer ml konulmuştur. Üzerlerine beşer ml paratoluidin çözeltisi eklenmiştir. Deney tüplerinden birine 1 ml saf su, diğerine 1 ml barbütirik asit çözeltisi konulmuş ve iyice karıştırılmıştır.

Su katılan tüpteki kalibrasyon çözeltisi karışımı spektrofotometrenin sıfırlanması için kullanılmıştır. Spektrofotometre 550 nm dalga boyuna ayarlanmıştır. 1cm optik yol uzunluğuna sahip hücreye kalibrasyon çözeltisi koyularak cihazın sıfır ayarı yapılmıştır. Daha sonra kalibrasyon çözeltisi çıkarılarak yerine barbütirik asit ile hazırlanmış çözelti koyulmuştur. Absorbansı okunmuştur.

$H(\text{mg/kg}) = A \times 192$  formülünden HMF (mg/kg) hesaplanmıştır.

$H = \text{HMF miktarı (mg/kg)}$ ,  $A = \text{Absorbans}$ ,  $192 = \text{Düzeltilme faktörü}$

#### 3.2.1.5. Serbest asitlik analizi

TS 3036'ya göre yapılmıştır. Analizi yapılacak olan bal örneklerinden 10'ar gr tartılarak erlenlere konulmuştur. Üzerlerine 75 ml saf su eklenerek balın çözünmesi sağlanmıştır.

Erlene birkaç damla fenolftalein çözeltisi damlatılıp, (0,05 M) standart NAOH çözeltisi ile kırmızı renk görülene kadar titre edilmiştir. Titrasyonda harcanan (0,05M) NAOH miktarı kaydedilmiştir ( $V_1$ ).

Başka bir erlende şahit deney yapılmıştır. Yapılan deneyde kullanılan su ve indikatör için harcanan standart (0,5 M) NAOH miktarı kaydedilmiştir ( $V_2$ ).

$V_1$ ' den  $V_2$  çıkarılarak asitler için harcanan (0,05 M) standart NAOH çözeltisi miktarı tespit edilmiştir. Aşağıdaki formülden yararlanılarak serbest asitlik miktarı hesaplanmıştır.

$$A = 1000 \times M \times V / m$$

$M = \text{Standart NAOH çözeltisinin molaritesi}$

$$V = V_1 - V_2$$

$m = \text{Analizde kullanılan bal örneğinin miktarı (g)}$

### 3.2.1.6. İvert şeker analizi

TS 3036'ya göre yapılmıştır. Her bir bal örneğinden 2'şer g alınmış ve 250 ml'lik balon jöjelere konulmuştur. Üzerlerine 100 ml saf su konulup iyice karıştırılmıştır.

Karışımın üzerine 1'er ml Carrez I ve Carrez II çözeltileri ilave edilmiş ve çalkalanmıştır. Hacim saf su ile 250 ml'ye tamamlanmıştır.

Meydana gelen çökelmeler siyah bantlı süzgeç kağıdından süzülmüştür. Süzüntüden 50 ml alınarak 100 ml'lik balona konulmuş, hacim saf su ile 100 ml' ye tamamlanmıştır. Ardından ön titrasyon işlemi uygulanmıştır.

Bu işlemde 100 ml'lik bir erlene 5 ml Fehling A Çözeltisi, 5ml Fehling B çözeltisi, 10 ml su ve 5 ml deney çözeltisi konulmuştur. Karışım ısıtma tablası üzerinde magnetik karıştırıcı ile karıştırılmış ve kaynama anı tespit edilmiştir. Akabinde 2 dakika daha kaynatılmıştır.

Kaynatma işleminden sonra karışıma birkaç damla Metilen Mavisi Çözeltisi eklenmiştir. Önceden 100 ml'lik balona konulmuş olan deney çözeltisi ile; renk maviden kiremit kırmızısına dönene kadar titasyon yapılmıştır.

Ön titrasyonda harcanan invert şeker çözeltisinin toplam hacmi; ilk etapta erlene konulan 5ml deney çözeltisi hacmi ile titrasyonda harcanan deney çözeltisi hacminin toplamı olarak kaydedilmiştir ( $V_1$ ).

Toplam standart invert şeker çözeltisi hacmini bulabilmek için son titrasyonda ise  $V_1$  ' in 3 ml eksiği alınarak titrasyon tekrar yapılmış ve kaydedilmiştir ( $V_2$ ).

% İvert Şeker Miktarı aşağıdaki formülden yararlanılarak hesaplanmıştır.

$\%İŞ = (250/m \times V_2) \times (100/50) \times (F/1000) \times 100 = (50 \times F)/(m \times V_2)$  formülünden kütlece

% invert şeker hesaplanmıştır.

$\%İŞ =$  Numunedeki invert şeker (kütlece %)

F = Fehling Çözeltisinin faktörü (mg şeker/5 ml çözelti)

m = Alınan bal numunesi (g)

$V_2 =$  Son titrasyonda harcanan standart invert şeker çözeltisi (ml)

### 3.2.1.7. pH analizi

Analizi yapılacak olan bal örneklerinden 10'ar gr tartılarak erlenelere konulmuştur. Üzerlerine 75 ml saf su eklenerek balın çözünmesi sağlanmıştır. İlgili bal örneklerinin pH

değerlerini tespit etmek amacıyla pH metre, tampon çözeltiler ile kalibre edilmiştir. Akabinde pH metre ile çözeltilerin pH değerleri tespit edilmiştir.

### **3.2.2. Fiziksel Analizler**

#### **3.2.2.1. Elektriksel iletkenlik**

Elektriksel iletkenlik analizi TS 13366'ya göre belirlenmiştir. İlgili bal örneklerinden 20 ' şer g tartılarak erlenlere konulup saf su ile 100 ml'ye tamamlanmışlardır.

Ardından hazırlanan çözeltiden 40 ml alınıp erlene aktarılmış, 20 °C'ye ayarlı su banyosuna konulmuştur. Kalan çözeltilerle iletkenlik hücresi yıkanmıştır. Daha sonra cihaz ile çözeltilerin elektriksel iletkenliği okunmuştur (mS). Aşağıdaki formülden yararlanılarak bal örneklerinin elektriksel iletkenlikleri hesaplanmıştır (Ferek 2016).

$$\gamma_B = K.G$$

K= Hücre sabiti

G= Numune çözeltilisinin elektrik iletkenliği, mS

#### **3.2.2.2. Renk analizi**

Bal numunelerinin rengi, Hunter (L\*, a\*, b\*) renk ölçüm sisteminde Konica Minolta cihazı ile ölçülmüştür. Bal numunesi küvete konulmadan önce, 50 °C sıcaklıktaki su banyosunda 30 - 45 dk ısıtılır (Anupama ve ark. 2003). Bu işlemin amacı şeker kristallerini çözündürmek ve balın viskozitesini düşürmektir. Üç okuma değerinin ortalaması alınarak renk değerleri belirlenir (Güney 2014).

$$L^* = (100 : \text{beyaz}, 0 : \text{siyah})$$

$$a^* = (+ : \text{kırmızı}, - : \text{yeşil})$$

$$b^* = (+ : \text{sarı}, - : \text{mavi})$$

### **3.3. İstatistiksel Analizler**

Trakya yöresinin farklı lokasyonlarından elde edilen 5 adet meşe balı, 5 adet ayçiçeği balı ve 5 adet karaçalı balı olmak üzere, toplamda 15 adet bal örneklerine yapılan çeşitli fiziksel ve kimyasal analiz sonuçlarının; ilgili bal çeşitleri açısından birbirinden farklılıklarını inceleyebilmek amacıyla, elde edilen verilere istatistiksel değerlendirme yapılmıştır. Fiziksel ve kimyasal analiz sonuçlarının çeşide göre değişiklik gösterip göstermediği tespit edilmeye çalışılmıştır.

Bal çeşitleri arasındaki farklılıkların önemli olup olmadığı SPSS programı kullanılarak ANOVA analizi ile hesaplanmıştır. Bal çeşitlerine ait ortalamalar arasında önemli bulunan

farklılıklar SPSS programı kullanılarak Duncan çoklu karşılaştırma testine göre değerlendirilmiştir.



#### 4.ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Tez kapsamında Trakya yöresi bal örneklerine yapılan çeşitli fiziksel ve kimyasal analizlerin sonuçları Çizelge 4.1’ de gösterilmiştir.

**Çizelge 4.1.** Trakya yöresi bal örneklerinin fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları

Bal Örnekleri	Nem (%)	Elektriksel İletkenlik (mS cm <sup>-1</sup> )	pH	Diastaz Sayısı	Kül Miktarı (%)	HMF Miktarı (mg/kg)	Serbest Asitlik (meq/kg)	İnvert Şeker Miktarı (%)	Renk		
									L*	a*	b*
A1	15,40	0,920	5,31	30,50	0,66	5,100	12,83	72,92	26,81	17,83	45,10
A2	19,00	0,599	4,57	12,70	0,31	13,663	22,77	74,32	22,41	16,50	38,12
A3	17,80	0,536	4,01	25,90	0,30	3,652	24,56	75,89	19,00	18,35	32,58
A4	19,60	0,421	4,06	8,90	0,18	23,989	16,57	78,13	28,13	13,07	47,59
A5	17,80	0,479	4,52	18,50	0,12	14,733	21,77	76,77	23,04	15,30	38,99
M1	17,40	1,252	4,98	20,80	0,71	Tespit edilemedi	39,30	67,13	10,39	22,51	30,67
M2	17,60	1,203	4,89	28,90	0,90	Tespit edilemedi	45,53	66,99	18,72	33,30	32,24
M3	15,80	0,864	4,91	20,10	0,63	Tespit edilemedi	30,43	74,38	19,54	25,94	33,45
M4	16,60	1,562	5,06	28,90	0,99	Tespit edilemedi	39,44	61,77	12,95	25,06	22,31
M5	17,40	1,108	4,80	19,60	0,79	3,133	46,42	69,08	12,76	23,18	24,76
K1	16,40	0,806	5,27	43,60	0,13	Tespit edilemedi	11,81	68,54	64,58	23,52	95,09
K2	19,40	0,995	5,94	23,30	1,02	Tespit edilemedi	9,82	67,12	52,11	34,45	88,11
K3	16,60	0,894	4,20	16,70	0,42	14,577	25,50	72,22	57,79	31,74	94,98
K4	17,80	1,108	6,51	32,50	0,61	Tespit edilemedi	5,48	67,38	57,77	23,17	89,48
K5	17,60	0,811	4,18	23,60	0,41	9,956	24,44	71,29	59,44	29,61	97,42

## 4.1 Kimyasal Analiz Değerleri

### 4.1.1. Nem miktarı

Tez kapsamında Trakya yöresinden elde edilen ayçiçeği balı örneklerinin nem miktarları % 15,40 ile % 19,60 arasında, meşe balı örneklerinin nem miktarları % 15,80 ile % 17,60 arasında, karaçalı balı örneklerinin nem miktarları % 16,40 ile %19,40 arasında bulunmuştur (Çizelge 4.1).

Kırklareli izole bölgesinde yaşayan Trakya arısı (*Apis mellifera carnica*) kolonilerinden elde edilen balların fiziksel ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesiyle ilgili yapılan bir çalışmada Kırklareli izole bölgesinden alınan bal örneklerinin nem oranları % 14,2 ile % 17,4 arasında, Tekirdağ ilinden elde edilen bal örneklerinin nem oranları %16,3 ile 17,9 arasında bulunmuştur (Turan 2012).

Yardibi (2008) Tekirdağ yöresinde üretilen ayçiçeği ballarının bazı kimyasal özelliklerinin belirlenmesi üzerine yaptığı bir çalışmada bal örneklerinin ortalama nem değerleri %18,02 olarak bulunmuştur.

Muğla ili çam ballarının bazı kalite özelliklerinin belirlenmesi üzerine yapılan bir çalışmada bal örneklerinin nem oranları % 15,6- 18 arasında bulunmuştur ( Ferek 2016).

Şahinler ve Gül (2001) Hatay yöresinin yayla ve ayçiçeği ballarının biyokimyasal özelliklerini tespit etmek üzerine yaptıkları çalışmada, ayçiçeği balında ortalama nem oranını %18,1 olarak, yayla balında ortalama nem oranını %15,23 olarak bulmuşlardır.

Türkiye’de üretilmiş, marketlerde satılan çiçek ballarının kalitelerinin belirlenmesi üzerine yapılan bir çalışmada, nem değerleri % 14,80 ile % 21,60 arasında bulunmuştur (Çetin ve ark. 2011).

Silva ve ark. (2009) tarafından Portekiz’in Luso bölgesinde üretilen balların fizikokimyasal özelliklerini ve mineral içeriklerini belirlemek üzerine yapılan bir çalışmada bal örneklerinin nem içeriği %16,65 olarak bulunmuştur.

Duman ve ark.(2008) Kars’ta satışa sunulan süzme balların kalite niteliklerini belirlemek üzerine yaptıkları çalışmada bal örneklerinin nem oranlarını %13,2-19,2 arasında bulmuşlardır.

Ünal ve Küplülü (2006) tarafından Ankara’da tüketime sunulan süzme balların bazı kimyasal özellikleri açısından kalitelerini ve Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliğine uygunluklarını belirlemek üzerine yapılan araştırmada bal örneklerinde nem oranları %13,0-25,0 arasında bulunmuştur.

Şengül ve ark. (2006) Erzurum’da üretilen bazı balların fiziksel ve kimyasal özelliklerini belirlemek amacıyla bir inceleme yapmış ve bal örneklerinin nem oranlarını %13,80-%20,60 arasında tespit etmişlerdir.

Özcan ve Ölmez (2014) Türkiye’de farklı bölgelerden elde edilen balların fiziko-kimyasal özellikleri üzerine yaptıkları bir araştırmada bal örneklerinin nem oranları %17,1-20 arasında bulmuşlardır.

Arjantin’e ait yonca ve okaliptüs ballarının fizikokimyasal özelliklerini incelemek üzere yapılan bir çalışmada bal örneklerinin nem değerleri yonca balında % 17,1, okaliptüs balında % 17,3 olarak bulunmuştur (Ciappini ve ark. 2016).

Kartal (2012) tarafından Bolu yöresine ait çiçek balları üzerine yapılan çalışmada Bolu yöresi çiçek ballarının fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 4.2’ de gösterilmiştir.

**Çizelge 4.2.** Bolu yöresi çiçek ballarının fiziksel ve kimyasal özellikleri (Kartal 2012, Ferek 2016)

Özellik	Ortalama değer	Değişim aralığı
HMF (mg/kg)	12,13	1,40- 50,39
Diastaz	18,03	6,5- 38,5
Sakkaroz (%)	1,95	0- 7,10
Serbest asitlik (meq/kg)	24,87	15,42- 32,89
pH	3,89	3,59- 4,74
Elektriksel iletkenlik (mS/cm)	0,39	0,16- 0,80
Nem (%)	17,11	14,8- 22,2
İnvert şeker (%)	71,19	67,32- 79,29
Kül	0,27	0,10- 0,60
Suda çözünmeyen madde	0,032	0,010- 0,090

Osmaniye yöresine ait çiçek balları üzerine yapılan bir çalışmada bal örneklerinin nem değerleri % 15,26 ile % 20 arasında bulunmuştur (Yalçın 2015).

Trakya yöresindeki üreticilerden toplanan bal örneklerinin nem oranları, Yardibi (2008), Ferek (2016), Duman ve ark. (2008)'in farklı ballar üzerinde yaptıkları araştırmalar neticesinde buldukları nem oranlarıyla paralellik göstermektedir.

Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliğine göre baldaki nem oranı en fazla % 20, püren balında ise en fazla % 23 olarak belirlenmiştir (Anonim 2012). CODEX Alimentarius (Codex Alimentarius Commission Joint FAO/WHO, Food Standarts Programme Recommended European Standart for Honey, (2005)) ve Avrupa Birliği Komisyonu (Official journal of the European Communities. Council Directive 2001/110/EC. 20 December 2001 (relating to honey)) nda nem değeri çiçek ve salgı balları için en fazla % 20 olarak belirlenmiştir. Tez kapsamında analiz edilen bal örneklerinin nem değerlerinin her üç standarda da uygunluk sağladığı görülmektedir.

Tez kapsamında bal örneklerine yapılan nem miktarı analiz sonuçlarının; ilgili bal çeşitleri açısından birbirinden farklılıklarının istatistiksel olarak önemli olup olmadığı, SPSS programı kullanılarak ANOVA analizi ile hesaplanmıştır. Çizelge 4.3'te de görüldüğü üzere nem miktarı analiz sonuçlarının, ilgili bal çeşitleri açısından birbirinden farklılıkları  $P < 0,05$  düzeyinde, istatistiksel olarak önemsizdir.

**Çizelge 4.3.** Nem miktarı ANOVA analiz sonuçları

KALİTE PARAMETRESİ		Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	p
NEM	Gruplar arası	2,352	2	1,176	0,769	0,485
	Gruplar içi	18,352	12	1,529		
	Toplam	20,704	14			

#### 4.1.2. HMF miktarı

Tez kapsamında Trakya yöresinden elde edilen ayçiçeği balı örneklerinin HMF miktarları 3,652 mg/kg ile 23,989 mg/kg arasında bulunmuştur. Meşe balı örneklerinin bir tanesinde (M5 olarak adlandırılan) HMF miktarı 3,133 mg/kg olarak bulunmuş; diğer meşe balı örneklerinde HMF tespit edilememiştir. Karaçalı balı örneklerinden K3 ve K5 olarak adlandırılanlarda sırasıyla 14,577 (mg/kg) ve 9,956 (mg/kg) HMF tespit edilmiştir (Çizelge 4.1).

Kırklareli izole bölgesinde yaşayan Trakya arısı (*Apis mellifera carnica*) kolonilerinden elde edilen balların fiziksel ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesiyle ilgili yapılan bir çalışmada Kırklareli izole bölgesinden alınan bal örneklerinin HMF miktarları 1,1-9,7 mg/kg

arasında, Tekirdağ ilinden elde edilen bal örneklerinin HMF miktarları 5,9-8,9 mg/kg arasında bulunmuştur (Turan 2012).

Şahinler ve Gül (2001) tarafından Hatay yöresinin yayla ve ayçiçeği ballarının biyokimyasal özelliklerini belirlemek üzerine yapılan çalışmada, ayçiçeği balında ortalama HMF miktarı 2,17 mg/kg, yayla balında ortalama HMF miktarı 5,73 mg/kg olarak bulunmuştur.

Ünal ve Küplülü (2006) tarafından Ankara'da tüketime sunulan süzme balların bazı kimyasal özellikleri açısından kalitelerini ve Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliğine uygunluklarını belirlemek üzerine yapılan araştırmada bal örneklerinde HMF miktarları 11,133-256,27 mg/kg arasında bulunmuştur.

Yardibi (2008), Tekirdağ yöresinde üretilen ayçiçeği ballarının bazı kimyasal özelliklerinin belirlenmesi üzerine yaptığı bir çalışmada bal örneklerinin ortalama HMF miktarlarını 6,06 mg/kg ile 8,43 mg/kg arasında bulmuştur.

Küçük ve ark. (2013) tarafından Doğu Anadolu ve Doğu Karadeniz Bölgesi'nden toplanan bazı balların fizikokimyasal ve biyokimyasal özelliklerinin incelenmesi üzerine yapılan bir çalışmada bal örneklerinde HMF miktarları 0,14-24,39 mg/kg arasında bulunmuştur.

Arjantin'e ait yonca ve okaliptüs ballarının fizikokimyasal özelliklerini incelemek üzere yapılan bir çalışmada bal örneklerinin HMF miktarları yonca balında 6,7 mg/kg, okaliptüs balında 7,2 mg/kg olarak bulunmuştur (Ciappini ve ark. 2016)

Finola ve ark. (2007) bal üzerine yaptıkları çalışmalarda HMF miktarını ortalama 14,8 mg/kg olarak tespit etmişlerdir.

Trakya yöresindeki üreticilerden toplanan bal örneklerinde bulunan HMF değerleri 3,133 mg/kg ile 23,989 mg/kg arasındadır (Çizelge 4.1). Bulunan değerlerin ortalama olarak Finola ve ark. (2007) ile Küçük ve ark. (2013) yapmış olduğu farklı çalışmalara benzerlik gösterdiği söylenebilir.

Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği, CODEX Alimentarius ve Avrupa Birliği Komisyonunda, çiçek ve salgı balları için belirlenen en yüksek HMF miktarı 40 mg/kg olup, analizi yapılan tüm bal örneklerinin HMF miktarının her üç standartta da belirtilen en yüksek değerin altında bulunmuştur (Anonim 2001, Anonim 2005, Anonim 2012)

#### 4.1.3. Diastaz sayısı

Tez kapsamında Trakya yöresinden elde edilen ayçiçeği balı örneklerinin diastaz sayıları 8,9 ile 30,5 arasında, meşe balı örneklerinin diastaz sayıları 19,6 ile 28,9 arasında, karaçalı balı örneklerinin diastaz sayıları 23,3 ile 43,6 arasında bulunmuştur (Çizelge 4.1).

Kırklareli izole bölgesinde yaşayan Trakya arısı (*Apis mellifera carnica*) kolonilerinden elde edilen balların fiziksel ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesiyle ilgili yapılan bir çalışmada Kırklareli izole bölgesinden alınan bal örneklerinin diastaz sayısı 15,2 ile 38,5 arasında, Tekirdağ ilinden elde edilen bal örneklerinin diastaz sayısı 10,9 ile 15,2 arasında bulunmuştur (Turan 2012).

Yardibi (2008) tarafından Tekirdağ yöresinde üretilen ayçiçeği ballarının bazı kimyasal özelliklerinin belirlenmesi üzerine yapılan bir çalışmada bal örneklerinin ortalama diastaz sayısı 20,06 olarak bulunmuştur.

Muğla ili çam ballarının bazı kalite özelliklerinin belirlenmesi üzerine yapılan bir çalışmada bal örneklerinin diastaz sayısı 9- 21 arasında bulunmuştur ( Ferek 2016).

Şahinler ve Gül (2001) Hatay yöresinin yayla ve ayçiçeği ballarının biyokimyasal özelliklerini tespit etmek üzerine yaptıkları çalışmada, ayçiçeği balında ortalama diastaz sayısını 17,9 olarak; yayla balında ortalama diastaz sayısını 17,9 olarak bulmuşlardır.

Karadeniz Bölgesi'nden elde edilen bal örnekleri üzerine yapılan bir araştırmada, bal örneklerinin diastaz sayısı  $10,49 \pm 0,26$  olarak tespit edilmiştir (Derebaşı ve ark 2014)

Türkiye'de üretilmiş, marketlerde satılan çiçek ballarının kalitelerinin belirlenmesi üzerine yapılan bir çalışmada, bal örneklerinin diastaz sayıları 1 ile 20 arasında bulunmuş olup ortalama değer 8,93 olarak tespit edilmiştir (Çetin ve ark. 2011).

Küçük ve ark.(2013) tarafından Doğu Anadolu ve Doğu Karadeniz Bölgesi'nden toplanan bazı balların fizikokimyasal ve biyokimyasal özelliklerinin incelenmesi üzerine yapılan bir çalışmada bal örneklerinde diastaz sayısı 8,30 ve 17,9 arasında bulunmuştur.

Arjantin'e ait yonca ve okaliptüs ballarının fizikokimyasal özelliklerini incelemek üzere yapılan bir çalışmada bal örneklerinin diastaz sayısı yonca balında 21,9, okaliptüs balında 21,7 olarak bulunmuştur (Ciappini ve ark. 2016)

Silva ve ark. (2009), Portekiz'in Luso Bölgesi'nden topladıkları bal örneklerinin diastaz sayısını 3 ile 38 arasında tespit etmişlerdir.

Trakya yöresinden alınan bal örneklerinin ortalama diastaz sayıları 8,9 ile 43,6 arasında bulunmuştur (Çizelge 4.1). Trakya yöresindeki üreticilerden toplanan bal örneklerinin diastaz sayıları; Turan (2012), Küçük ve ark (2013) ile Ferek (2016)'nın farklı ballar üzerinde yaptıkları araştırmalar neticesinde buldukları diastaz sayılarıyla benzerlik göstermektedir.

Meşe balı örneklerinin diastaz sayıları birbirlerine yakın değerler olarak bulunmuşken, ayçiçeği balı örneklerinin ve karaçalı balı örneklerinin diastaz sayıları birbirlerinden oldukça farklıdır. A2, A4, A5 ve M5 numaralı bal örneklerinin diastaz sayılarının diğer bal örneklerinden daha düşük olduğu HMF miktarlarının da diğer örneklere göre yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Bu durum ilgili bal örneklerine hasat sırasında ya da kristalleşmeyi önlemek amacıyla sonradan ısıtma işlemi uygulandığının bir göstergesidir.

Türk Gıda Kodeksi'nin 2012/58 sayılı Bal Tebliği'ne göre baldaki diastaz sayısı en az 8, Narenciye balı gibi yapısında doğal olarak düşük miktarda enzim bulunan ve doğal olarak HMF miktarı 15 mg/kg'dan fazla olmayan balda ise en az 3 olması gerekmektedir. CODEX Alimentarius ve Avrupa Birliği Komisyonunda diastaz sayısı için belirlenen en düşük değer çiçek ve salgı balları için 8 olup, analizi yapılan tüm bal örneklerinin diastaz sayıları, her üç standart için belirtilen limit değerinin üzerinde bulunmuştur (Anonim 2005, Anonim 2012).

Tez kapsamında bal örneklerine yapılan diastaz sayısı analiz sonuçlarının; ilgili bal çeşitleri açısından birbirinden farklılıklarının istatistiksel olarak önemli olup olmadığı, SPSS programı kullanılarak ANOVA analizi ile hesaplanmıştır. Çizelge 4.4'te de görüldüğü üzere diastaz sayısı analiz sonuçlarının, ilgili bal çeşitleri açısından birbirinden farklılıkları  $P < 0,05$  düzeyinde, istatistiksel olarak önemsizdir.

**Çizelge 4.4.** Diastaz sayısı ANOVA analiz sonuçları

KALİTE PARAMETRESİ		Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	p
DİASTAZ SAYISI	Gruplar arası	186,629	2	93,315	1,323	0,303
	Gruplar içi	846,344	12	70,529		
	Toplam	1032,973	14			

#### 4.1.4. Serbest asitlik değeri

Tez kapsamında Trakya yöresinden elde edilen ayçiçeği balı örneklerinin serbest asitlik değerleri 12,83 meq/kg ile 24,56 meq/kg arasında, meşe balı örneklerinin serbest asitlik değerleri 30,43 meq/kg ile 46,42 meq/kg arasında, karaçalı balı örneklerinin serbest asitlik değerleri 9,82 meq/kg ile 11,81 meq/kg arasında bulunmuştur (Çizelge 4.1)

Kırklareli izole bölgesinde yaşayan Trakya arısı (*Apis mellifera carnica*) kolonilerinden elde edilen balların fiziksel ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesiyle ilgili yapılan bir çalışmada Kırklareli izole bölgesinden alınan bal örneklerinin serbest asitlik değerleri 12 meq/kg ile 40 meq/kg arasında, Tekirdağ ilinden elde edilen bal örneklerinin serbest asitlik değerleri 24 meq/kg ile 34 meq/kg arasında bulunmuştur (Turan 2012).

Yardibi (2008) tarafından Tekirdağ yöresinde üretilen ayçiçeği ballarının bazı kimyasal özelliklerinin belirlenmesi üzerine yapılan bir çalışmada bal örneklerinin ortalama asitlik değerleri 30,75 meq/kg olarak bulunmuştur.

Şahinler ve Gül (2001) tarafından Hatay yöresinin yayla ve ayçiçeği ballarının biyokimyasal özelliklerini tespit etmek üzerine yapılan bir çalışmada, ayçiçeği balında ortalama asitlik değeri  $40,9 \pm 0,91$  meq/kg; yayla balında ortalama asitlik değeri  $32,3 \pm 2,19$  meq/kg olarak bulunmuştur.

Silva ve ark. (2009) tarafından Portekiz'in Luso bölgesinde üretilen balların fizikokimyasal özelliklerini ve mineral içeriklerini belirlemek üzerine yapılan bir araştırmada bal örneklerinin serbest asitlik değeri 21,5 meq/kg olarak bulunmuştur.

Duman ve ark. (2008) tarafından Kars'ta satışa sunulan süzme balların kalite niteliklerini belirlemek üzerine yapılan bir çalışmada bal örneklerinin asitlik derecesi 6-24 meq/kg arasında bulunmuştur.

Muğla ilinin farklı yörelerinden ve Aydın'dan elde edilen çam balının çeşitli özelliklerinin belirlenmesi üzerine yapılan bir çalışmada, bal örneklerinin serbest asitlik değerleri 16,98 meq/kg ile 30,68 meq/kg aralığında bulunmuştur (Çınar 2010).

Türkiye'de farklı bölgelerden elde edilen balların fizikokimyasal özellikleri üzerine yapılan bir araştırmada bal örneklerinin asitlik değeri ortalama 47,5 meq/kg olarak bulunmuştur (Özcan ve Ölmez 2014).



Tornuk ve ark. (2013)'nın Türkiye'nin farklı üreticilerinden temin ettikleri 10 farklı çiçek balı ve marketlerden aldıkları 10 farklı markadaki çiçek balıyla ilgili yaptıkları bir çalışmada serbest asitlik değerlerinin 3,86 meq/kg ile 30,42 meq/kg arasında olduğu saptanmıştır.

Arjantin'e ait yonca ve okaliptüs ballarının fizikokimyasal özelliklerini incelemek üzere yapılan bir çalışmada bal örneklerinin serbest asitlik değerleri yonca balında 19,5 meq/kg, okaliptüs balında 22,3 meq/kg olarak bulunmuştur (Ciappini ve ark. 2016)

Terrab ve ark. tarafından Fas ballarında yapılan bir çalışmada, ayçiçeği ballarında ortalama serbest asitlik 26 meq/kg olarak belirlenmiştir.

Trakya yöresinden elde edilen bal örneklerinde ortalama serbest asitlik değerleri 9,82-46,42 meq/kg arasında bulunmuştur (Çizelge 4.1).

Trakya yöresindeki üreticilerden toplanan bal örneklerinin serbest asitlik miktarı, Turan (2012), Çınar (2010), Silva et al. (2009), Ferek (2016)'nın farklı ballar üzerinde yaptıkları araştırmalar neticesinde buldukları serbest asitlik miktarlarıyla benzerlik göstermektedir. Karaçalı balı örneklerinin serbest asitlik değerlerinin meşe ve ayçiçeği balı örneklerinden daha düşük değerler olduğu; meşe balı örneklerinin serbest asitlik değerlerinin ise ayçiçeği ve karaçalı balı örneklerinden daha yüksek değerler olduğu gözlemlenmiştir.

Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği, CODEX Alimentarius ve Avrupa Birliği Komisyonunda asitlik değeri için belirlenen en yüksek değer çiçek ve salgı balları için 50 meq/kg olup, analizi yapılan bal örneklerinin serbest asitlik değerlerinin her üç standardın limitlerinin altında olduğu görülmüştür (Anonim2001, Anonim 2005, Anonim 2012).

Tez kapsamında bal örneklerine yapılan serbest asitlik değeri analiz sonuçlarının; ilgili bal çeşitleri açısından birbirinden farklılıklarının istatistiksel olarak önemli olup olmadığı, SPSS programı kullanılarak ANOVA analizi ile hesaplanmıştır. Sonuçlar Çizelge 4.5'te gösterilmiştir.

**Çizelge 4.5.** Serbest asitlik ANOVA analiz sonuçları

KALİTE PARAMETRESİ		Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	p
SERBEST ASİTLİK	Gruplar arası	1758,955	2	879,478	18,058	0,000
	Gruplar içi	584,420	12	48,702		
	Toplam	2343,376	14			

ANOVA analizi tablosuna göre Trakya yöresinden elde edilen bal çeşitlerinin serbest asitlik açısından birbirinden farklılıkları  $P < 0,05$  düzeyinde önemli bulunmuştur. Önemli bulunan veriler Duncan çoklu karşılaştırma testine tabi tutulmuş ve sonuçlar Çizelge 4.6'da verilmiştir. Duncan testi sonucunda serbest asitlik değerleri açısından ayçiçeği balı ve karaçalı balı örneklerinin benzerlik gösterdiği, meşe balı örneklerinin her iki bal çeşidine göre farklılık gösterdiği belirlenmiştir.

**Çizelge 4.6.** Serbest asitlik Duncan testi sonuçları

Bal Çeşidi	Ortalamalar	Sonuç
Karaçalı Balı	15,41	A
Ayçiçeği Balı	19,70	A
Meşe Balı	40,22	B

#### 4.1.5. İnvvert şeker miktarı

Tez kapsamında Trakya yöresinden elde edilen ayçiçeği balı örneklerinin invert şeker miktarları % 72,92 ile % 78,13 arasında, meşe balı örneklerinin invert şeker miktarları % 61,77 ile % 74,38 arasında, karaçalı balı örneklerinin invert şeker miktarları %67,12 ile % 68,54 arasında bulunmuştur (Çizelge 4.1).

Kırklareli izole bölgesinde yaşayan Trakya arısı (*Apis mellifera carnica*) kolonilerinden elde edilen balların fiziksel ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesiyle ilgili yapılan bir çalışmada Kırklareli izole bölgesinden alınan bal örneklerinin invert şeker miktarları %58,2 ile 71,2 arasında, Tekirdağ ilinden elde edilen bal örneklerinin invert şeker miktarları %67,3 ile %70,9 arasında bulunmuştur (Turan 2012).

Tekirdağ yöresinde üretilen ayçiçeği ballarının bazı kimyasal özelliklerinin belirlenmesi üzerine yapılan bir çalışmada bal örneklerinin invert şeker miktarları %73,78 ile %76,80 arasında bulunmuştur (Yardibi 2008).

Hatay yöresinin yayla ve ayçiçeği ballarının biyokimyasal özelliklerini tespit etmek üzerine yapılan bir çalışmada, yayla balında ortalama invert şeker miktarı  $66,20 \pm 0,96$ ; ayçiçeği balında ortalama invert şeker miktarı  $69 \pm 1,06$  olarak bulunmuştur (Şahinler ve Gül 2001).

Türkiye’de üretilmiş, marketlerde satılan çiçek ballarının kalitelerinin belirlenmesi üzerine yapılan bir çalışmada, bal örneklerinin invert şeker (glukoz+fruktoz) miktarı ortalama % 61,04 olarak bulunmuştur (Çetin ve ark. 2011)

Kars’ta satışa sunulan süzme balların kalite niteliklerini belirlemek üzerine yapılan bir çalışmada bal örneklerinin invert şeker miktarı %51-85 arasında bulunmuştur (Duman ve ark. 2008).

Ankara’da tüketime sunulan süzme balların bazı kimyasal özellikleri açısından kalitelerini ve Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliğine uygunluklarını belirlemek üzerine yapılan bir çalışmada bal örneklerinde invert şeker miktarları %23,47-89,29 arasında bulunmuştur (Ünal ve Küplülü 2006).

Türkiye’de farklı bölgelerden elde edilen balların fiziko-kimyasal özellikleri üzerine yapılan bir araştırmada bal örneklerinin invert şeker miktarları %51,31-68,30 arasında bulunmuştur (Özcan ve Ölmez 2014)

Doğu Anadolu bölgesi ballarının kaliteleri üzerine yapılan bir çalışmada invert şeker miktarları %62,38-79,97 arasında bulunmuştur ( Küçük ve ark. 2013 ).

Bolu yöresi çiçek ballarının fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerine yapılan bir çalışmada bal örneklerinin ortalama invert şeker miktarı %71,19 olarak tespit edilmiştir (Kartal 2012).

Sharma ve ark. (2010) bazı Hindistan balları üzerine yaptıkları bir çalışmada invert şeker miktarını %43,3-65,5 arasında; Estevinho ve ark. (2010) Portekiz’in kuzeybatısından elde ettiği ballar üzerine yaptığı bir çalışmada invert şeker değerini ortalama %72,6 olarak tespit etmişlerdir.

Karadeniz Bölgesi’nden elde edilen bal örnekleri üzerine yapılan bir çalışmada ortalama invert şeker değeri % 67,54±0,49 olarak bulunmuştur (Derebaşı ve ark 2014).

Vural ve ark. (2010) Marmara Bölgesi’nden ve Doğu Anadolu Bölgesi’nden elde ettikleri bal örneklerinin fizikokimyasal özellikleri üzerine yaptıkları bir çalışmada Marmara Bölgesi’nden elde ettikleri bal örneklerinin ortalama invert şeker miktarını %72,2, Doğu Anadolu Bölgesi’nden elde ettikleri bal örneklerinin ortalama invert şeker miktarını %71,6 olarak tespit etmişlerdir.

Trakya yöresindeki üreticilerden toplanan bal örneklerinin invert şeker miktarı, Turan (2012), Küçük ve ark. (2013), Kartal (2012), Yardibi (2008), Vural ve ark. (2010), Estevinho ve ark. (2010)' nın farklı ballar üzerinde yaptıkları araştırmalar neticesinde buldukları invert şeker miktarlarıyla benzerlik göstermektedir.

Trakya yöresinden elde edilen bal örneklerinde ortalama invert şeker miktarları (%) 61,77 – 78,13 arasında bulunmuştur (Çizelge 4.1). Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği, CODEX Alimentarius ve Avrupa Birliği Komisyonunda invert şeker miktarı için belirlenen değerler; çiçek balında minimum 100 g' da 60 g, salgı ballarında minimum 100 g'da 45 g olup, analizi yapılan bal örneklerinin invert şeker miktarlarının her üç kodekse uygun olduğu tespit edilmiştir (Anonim 2001, Anonim 2005, Anonim 2012).

Tez kapsamında bal örneklerine yapılan invert şeker analiz sonuçlarının; ilgili bal çeşitleri açısından birbirinden farklılıklarının istatistiksel olarak önemli olup olmadığı, SPSS programı kullanılarak ANOVA analizi ile hesaplanmıştır. Sonuçlar Çizelge 4.7'de gösterilmiştir.

**Çizelge 4.7.** İvert şeker ANOVA analiz sonuçları

KALİTE PARAMETRESİ		Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	p
İNVERT ŞEKER	Gruplar arası	169,265	2	84,632	8,424	0,005
	Gruplar içi	120,553	12	10,046		
	Toplam	289,818	14			

ANOVA analizi tablosuna göre Trakya yöresinden elde edilen bal örneklerinin invert şeker açısından birbirinden farklılıkları  $P < 0,05$  düzeyinde önemli bulunmuştur. Önemli bulunan veriler Duncan çoklu karşılaştırma testine tabi tutulmuş ve sonuçlar Çizelge 4.8'de verilmiştir. Duncan testi sonucunda invert şeker değerleri açısından meşe balı ve karaçalı balı örneklerinin benzerlik gösterdiği, ayçiçeği balı örneklerinin her iki bal çeşidine göre farklılık gösterdiği belirlenmiştir.

**Çizelge 4.8.** İnvvert şeker Duncan testi sonuçları

Bal Çeşidi	Ortalamalar	Sonuç
Meşe Balı	67,87	A
Karaçalı Balı	69,31	A
Ayçiçeği Balı	75,60	B

#### 4.1.6. pH

Tez kapsamında Trakya yöresinden elde edilen ayçiçeği balı örneklerinin pH değerleri 4,01 ile 5,31 arasında, meşe balı örneklerinin pH değerleri 4,80 ile 5,06 arasında, karaçalı balı örneklerinin pH değerleri 5,27 ile 5,94 arasında bulunmuştur (Çizelge 4.1).

Şahinler ve Gül (2001) tarafından Hatay yöresinin yayla ve ayçiçeği ballarının biyokimyasal özelliklerini tespit etmek üzerine yapılan bir çalışmada, yayla balında ortalama pH 6,36; ayçiçeği balında ortalama nem pH 5,6 olarak bulunmuştur.

Silva ve ark. (2009) tarafından Portekiz'in Luso bölgesinde üretilen balların fizikokimyasal özelliklerini ve mineral içeriklerini belirlemek üzerine yapılan bir çalışmada bal örneklerinde pH 3,83 olarak bulunmuştur.

Şengül ve ark. (2006) Erzurum'da üretilen bazı balların fiziksel ve kimyasal özelliklerini belirlemek amacıyla yaptıkları araştırmada, bal örneklerinde pH değerlerini 3,11-4,58 arasında tespit etmişlerdir.

Muğla'dan elde edilen çam ballarının fizikokimyasal özellikleri üzerine yapılan bir çalışmada pH 3,98 ile 6,32 arasında bulunmuştur (Özkök 2009).

Doğu Anadolu bölgesi ballarının kaliteleri üzerine yapılan bir çalışmada pH 3,75 ile 4,89 arasında bulunmuştur (Küçük ve ark. 2013).

Bolu yöresi çiçek ballarının fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerine yapılan bir çalışmada bal örneklerinin ortalama pH 3,89 olarak tespit edilmiştir (Kartal 2012).

Karadeniz Bölgesi'nden elde edilen bal örnekleri üzerine yapılan bir çalışmada ortalama pH  $5,42 \pm 0,2$  olarak bulunmuştur (Derebaşı ve ark. 2014).

Karadeniz Bölgesi'nden 3 yıl ard arda ağustos ayında hasadı yapılan balların kimyasal ve duyuşsal özellikleri üzerine yapılan bir çalışmada ballarda pH değeri 4,96 olarak tespit edilmiştir (Güler 2005).

Yunanistan'da üretilen çam balları üzerine yapılan çalışmada, bal örneklerinde pH 4,42 ile 5,20 arasında bulunmuştur (Karabagias ve ark. 2014).

Tornuk ve ark. (2013)'nın Türkiye'nin farklı üreticilerinden temin ettikleri 10 farklı çiçek balı ve marketlerden aldıkları 10 farklı markadaki çiçek balıyla ilgili yaptıkları bir çalışmada pH 3,68 ile 6,42 arasında bulunmuştur.

Trakya yöresinden elde edilen bal örneklerinde ortalama pH değerleri 9,82-46,42 arasında bulunmuştur (Çizelge 4.1). Trakya yöresindeki üreticilerden toplanan bal örneklerinin pH değeri, Güler (2005), Tornuk ve ark. (2013), Karabagias ve ark. (2014), Derebaşı ve ark. (2014)'nın farklı ballar üzerinde yaptıkları araştırmalar neticesinde buldukları pH değerleriyle benzerlik göstermektedir. Karaçalı balı örneklerinin pH değerlerinin meşe balı ve ayçiçeği balı örneklerinin pH değerlerinden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Ancak A1 numaralı ayçiçeği balı örneğinin pH değeri karaçalı balı örneklerinin pH değerine yakınlık göstermektedir.

Tez kapsamında bal örneklerine yapılan pH analiz sonuçlarının; ilgili bal çeşitleri açısından birbirinden farklılıklarının istatistiksel olarak önemli olup olmadığı, SPSS programı kullanılarak ANOVA analizi ile hesaplanmıştır. Çizelge 4.9'da da görüldüğü üzere pH analiz sonuçlarının, ilgili bal çeşitleri açısından birbirinden farklılıkları  $P < 0,05$  düzeyinde, istatistiksel olarak önemsizdir.

**Çizelge 4.9.** pH ANOVA analiz sonuçları

KALİTE PARAMETRESİ		Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	p
pH	Gruplar arası	1,334	2	0,667	1,472	0,268
	Gruplar içi	5,440	12	0,453		
	Toplam	6,775	14			

#### 4.1.7. Kül

Tez kapsamında Trakya yöresinden elde edilen ayçiçeği balı örneklerinin kül miktarları % 0,12 ile % 0,66 arasında, meşe balı örneklerinin kül miktarları % 0,63 ile % 0,99 arasında, karaçalı balı örneklerinin kül miktarları % 0,13 ile % 1,02 arasında bulunmuştur (Çizelge 4.1).

Şahinler ve Gül (2001) Hatay yöresinin yayla ve ayçiçeği ballarının biyokimyasal özelliklerini tespit etmek üzerine yaptıkları çalışmada, ayçiçeği balında ortalama kül miktarını % 0,5±0,08 olarak; yayla balında ortalama kül miktarını % 0,131± 0,05 olarak tespit etmişlerdir.

Arjantin balları üzerine yapılan bir araştırmada, ortalama kül miktarı % 0,063 olarak tespit edilmiştir (Finola ve ark. 2007).

Terrab ve ark. (2003) tarafından Fas balları üzerine yapılan bir araştırmada, ayçiçeği ballarında ortalama kül miktarı % 0,19 olarak belirlenmiştir.

Yardibi (2008) tarafından Tekirdağ yöresinde üretilen ayçiçeği ballarının bazı kimyasal özelliklerinin belirlenmesi üzerine yapılan bir çalışmada bal örneklerinin ortalama kül miktarı Çizelge 4.10 'da gösterildiği gibi % 0,23 olarak bulunmuştur.

**Çizelge 4.10.** Bal örneklerinin kül değerleri (%) ( Yardibi 2008 )

Numune no	İlçe Adı			
	MALKARA	HAYRABOLU	MERKEZ	MURATLI
1	0,297	0,282	0,207	0,199
2	0,005	0,356	0,178	0,154
3	0,229	0,447	0,263	0,159
4	0,183	0,251	0,154	0,162
5	0,233	0,215	0,118	0,146
6	0,004	0,187	0,142	0,015
7	0,185	0,348	0,157	0,095
8	0,214	0,292	0,151	
9	0,158	0,277	0,131	
10	0,524	0,328	0,100	
11	0,262	0,471		
12	0,241	0,314		
13	0,253	0,246		
14	0,274			
15	0,286			
16	0,360			
17	0,379			
18	0,191			
19	0,420			
20	0,158			
21	0,372			
22	0,325			

Trakya yöresindeki üreticilerden toplanan bal örneklerinin ortalama kül miktarları; Yardibi (2008) ve Terrab ve ark. (2003) 'nın yaptığı araştırmalar neticesinde buldukları kül miktarlarıyla benzerlik göstermektedir. Meşe balı örneklerinin kül miktarlarının daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Çalışmada K2 olarak adlandırılan karaçalı balı örneğinin kül miktarı, salgı balına benzerlik göstermektedir.

Tez kapsamında bal örneklerine yapılan kül miktarı analiz sonuçlarının; ilgili bal çeşitleri açısından birbirinden farklılıklarının istatistiksel olarak önemli olup olmadığı, SPSS programı kullanılarak ANOVA analizi ile hesaplanmıştır. Çizelge 4.11'de de görüldüğü üzere Trakya yöresinden elde edilen bal örneklerinin kül miktarları açısından birbirinden farklılıkları  $P < 0,05$  düzeyinde önemli bulunmuştur.

**Çizelge 4.11.** Kül miktarı ANOVA analiz sonuçları

KALİTE PARAMETRESİ		Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	p
KÜL	Gruplar arası	0,606	2	0,303	5,261	0,023
	Gruplar içi	0,691	12	0,058		
	Toplam	1,297	14			

Önemli bulunan veriler Duncan çoklu karşılaştırma testine tabi tutulmuş ve sonuçlar Çizelge 4.12' de verilmiştir. Duncan testi sonucunda kül miktarı değerleri açısından ayçiçeği balı ve meşe balı örneklerinin farklılık gösterdiği, karaçalı balı örneklerinin ise her iki bal çeşidine de benzerlik gösterdiği belirlenmiştir.

**Çizelge 4.12.** Kül miktarı Duncan testi sonuçları

Bal Çeşidi	Ortalamalar	Sonuç
Ayçiçeği Balı	0,31	A
Karaçalı Balı	0,52	A-B
Meşe Balı	0,80	B



## 4.2 Fiziksel Analiz Değerleri

### 4.2.1. Elektriksel iletkenlik

Tez kapsamında Trakya yöresinden elde edilen ayçiçeği balı örneklerinin elektriksel iletkenlikleri  $0,421 \text{ mS cm}^{-1}$  ile  $0,920 \text{ mS cm}^{-1}$  arasında, meşe balı örneklerinin elektriksel iletkenlikleri  $0,864 \text{ mS cm}^{-1}$  ile  $1,562 \text{ mS cm}^{-1}$  arasında, karaçalı balı örneklerinin elektriksel iletkenlikleri  $0,806 \text{ mS cm}^{-1}$  ile  $0,995 \text{ mS cm}^{-1}$  arasında bulunmuştur (Çizelge 4.1).

Kırklareli izole bölgesinde yaşayan Trakya arısı (*Apis mellifera carnica*) kolonilerinden elde edilen balların fiziksel ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesiyle ilgili yapılan bir çalışmada Kırklareli izole bölgesinden alınan bal örneklerinin elektrik iletkenliği  $0,7 \text{ mS cm}^{-1}$  ile  $1,2 \text{ mS cm}^{-1}$  arasında, Tekirdağ ilinden elde edilen bal örneklerinin elektrik iletkenliği  $0,39 \text{ mS cm}^{-1}$  ile  $0,56 \text{ mS cm}^{-1}$  arasında bulunmuştur (Turan 2012).

Muğla ili çam ballarının bazı kalite özelliklerinin belirlenmesi üzerine yapılan bir çalışmada bal örneklerinin elektriksel iletkenlik değerleri  $0,892-$   $1,838 \text{ mS cm}^{-1}$  arasında bulunmuştur ( Ferek 2016)

Türkiye’de üretilmiş, marketlerde satılan çiçek ballarının kalitelerinin belirlenmesi üzerine yapılan bir çalışmada, elektriksel iletkenlik değerleri  $0,14 \text{ cm}^{-1}$  ile  $0,95 \text{ mS cm}^{-1}$  arasında bulunmuştur (Çetin ve ark. 2011).

Arjantin’e ait yonca ve okaliptüs ballarının fizikokimyasal özelliklerini incelemek üzere yapılan bir çalışmada bal örneklerinin elektriksel iletkenlik değerleri yonca balında  $270 \text{ mS cm}^{-1}$ , okaliptüs balında  $420 \text{ mS cm}^{-1}$  olarak bulunmuştur (Ciappini ve ark. 2016).

Muğla’dan elde edilen çam ballarının fizikokimyasal özellikleri üzerine yapılan bir çalışmada elektriksel iletkenlik değerleri  $0,89 \text{ mS cm}^{-1}$  ile  $2,26 \text{ mS cm}^{-1}$  arasında bulunmuştur (Özkök 2009).

Doğu Anadolu bölgesi ballarının kaliteleri üzerine yapılan bir çalışmada elektriksel iletkenlik değerleri  $0,18 \text{ mS cm}^{-1}$  ile  $0,47 \text{ mS cm}^{-1}$  arasında bulunmuştur (Batu ve ark. 2013).

Bolu yöresi çiçek ballarının fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerine yapılan bir çalışmada bal örneklerinin ortalama elektriksel iletkenlik değeri  $0,39 \text{ mS cm}^{-1}$  olarak tespit edilmiştir (Kartal 2012).

Sharma ve ark. (2010) bazı Hindistan balları üzerine yaptıkları bir çalışmada elektriksel iletkenlik değerlerini 0,33-0,94 mS cm<sup>-1</sup> arasında; Estevinho ve ark. (2010) Portekiz'in kuzeybatısından elde ettiği ballar üzerine yaptığı bir çalışmada elektrik iletkenliği değerini 0,66 mS cm<sup>-1</sup> olarak tespit etmişlerdir.

Karadeniz Bölgesi'nden elde edilen bal örnekleri üzerine yapılan bir çalışmada elektriksel iletkenlik değeri ortalama 0,48±0,03 mS cm<sup>-1</sup> olarak bulunmuştur (Derebaşı ve ark. 2014).

Trakya yöresindeki üreticilerden toplanan bal örneklerinin ortalama elektriksel iletkenlik değerleri 0,421 – 1,562 mS cm<sup>-1</sup> arasında bulunmuştur (Çizelge 4.1). Meşe balı örneklerinin elektriksel iletkenlik değerlerinin ortalama olarak daha yüksek olduğu, karaçalı balı örneklerinin elektriksel iletkenlik değerlerinin meşe balı örneklerine benzerlik gösterdiği gözlemlenmiştir.

Trakya yöresindeki üreticilerden toplanan bal örneklerinin elektriksel iletkenlik değerleri; (Turan 2012), Kartal (2012), Özkök (2009), Ferek (2016)' nın farklı ballar üzerinde yaptıkları araştırmalar neticesinde buldukları elektriksel iletkenlik değerleriyle benzerlik göstermektedir. Karaçalı balı örneklerinden K2 numaralı bal numunesinde kül miktarının ve elektriksel iletkenlik değerinin salgı ballarına yakınlık gösterdiği görülmektedir.

Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği, CODEX Alimentarius ve Avrupa Birliği Komisyonunda elektrik iletkenliği için belirlenen en yüksek değer çiçek balları için 0,8mS cm<sup>-1</sup>, salgı ve kestane balları için en az 0,8 mS cm<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir. Analizi yapılan bal örneklerinin elektriksel iletkenlik değerlerinin her üç standardın limitlerine uygun olduğu görülmüştür (Anonim 2001, Anonim 2005, Anonim 2012).

Tez kapsamında bal örneklerine yapılan elektriksel iletkenlik analiz sonuçlarının; ilgili bal çeşitleri açısından birbirinden farklılıklarının istatistiksel olarak önemli olup olmadığı, SPSS programı kullanılarak ANOVA analizi ile hesaplanmıştır. Çizelge 4.13'te de görüldüğü üzere Trakya yöresinden elde edilen bal çeşitlerinin elektriksel iletkenlik açısından birbirinden farklılıkları P<0,05 düzeyinde önemli bulunmuştur.

**Çizelge 4.13.** Elektriksel iletkenlik ANOVA analiz sonuçları

KALİTE PARAMETRESİ		Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	p
ELEKTRİKSEL İLETKENLİK	Gruplar arası	0,923	2	0,462	11,678	0,002
	Gruplar içi	0,474	12	0,040		
	Toplam	1,398	14			

Önemli bulunan veriler Duncan çoklu karşılaştırma testine tabi tutulmuş ve sonuçlar Çizelge 4.14’te verilmiştir. Duncan testi sonucunda elektriksel iletkenlik değerleri açısından meşe balı, ayçiçeği balı ve karaçalı balı örneklerinin birbirlerinden farklılık gösterdiği belirlenmiştir.

**Çizelge 4.14.** Elektriksel iletkenlik Duncan testi sonuçları

Bal Çeşidi	Ortalamalar	Sonuç
Ayçiçeği Balı	0,59	A
Karaçalı Balı	0,92	B
Meşe Balı	1,19	C

#### 4.2.2. Renk

Tez kapsamında Trakya yöresinden elde edilen ayçiçeği balı örneklerine yapılan renk analizinde ortalama L\* değerleri 19,00 ile 28,13 arasında; a\* değerleri 13,07 ile 18,35 arasında; b\* değerleri 32,58 ile 47,59 arasında bulunmuştur (Çizelge 4.1).

Tez kapsamında Trakya yöresinden elde edilen meşe balı örneklerine yapılan renk analizinde ortalama L\* değerleri 10,39 ile 19,54 arasında; a\* değerleri 22,51 ile 33,30 arasında; b\* değerleri 22,31 ile 33,45 arasında bulunmuştur (Çizelge 4.1).

Tez kapsamında Trakya yöresinden elde edilen karaçalı balı örneklerine yapılan renk analizinde ortalama L\* değerleri 52,11 ile 64,58 arasında; a\* değerleri 23,17 ile 34,45 arasında; b\* değerleri 88,11 ile 97,42 arasında bulunmuştur (Çizelge 4.1).

Kırklareli izole bölgesinde yaşayan Trakya arısı (*Apis mellifera carnica*) kolonilerinden elde edilen balların fiziksel ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesi üzerine yapılan bir çalışmada L\* değerleri 23,89 ile 31,28 arasında; a\* değerleri 0,56 ile 2,65 arasında; b\* değerleri -0,31 ile 5,89 arasında tespit edilmiştir (Turan 2012).

Muğla ili çam ballarının bazı kalite özelliklerinin belirlenmesi üzerine yapılan bir çalışmada bal örneklerinin L\* değerleri, 44 ile 70 arasında, a\* değerleri 16 ile 30 arasında ve b\* değerleri de 76 ile 88 arasında bulunmuştur ( Ferek 2016).

Hindistan ballarının duyuusal ve fizikokimyasal özellikleri üzerine yapılan çalışmalarda; L\*, a\*, b\* renk değerleri sırası ile 23.77 - 43.69, 3.40 - 27.83, 39.11 - 68.54 aralığında tespit edilmiştir (Anupama ve ark. 2002).

Türkiye’de üretilen farklı çiçek ve salgı balı çeşitlerinin renk değerleri üzerine yapılan bir çalışmada; L\*, a\*, b\* renk değerleri ile 24.56-41.21, 0.11-1.00, 0.87-9.84 arasında tespit edilmiştir.(Ölmez 2009).

Sharma ve ark. (2010) bazı Hindistan balları üzerine yaptıkları bir çalışmada L\*, a\*, b\* renk değerlerinin sırası ile 26.3 - 36.8, 0.1 - 4.9, 0.7 - 14.4 arasında tespit etmişlerdir.

Yunanistan ballarıyla ilgili yapılan bir çalışmada L\*, a\*, b\* değerleri sırasıyla çam balında 69,49, -3,69, 18,76, köknar balında 71,06, -4,49, 18,76, portakal çiçeği balında 75,82, -2,77, 7,32 ve kekik balında 74,05, -3,44, 11,38 arasında bulunmuştur (Karabagias ve ark. 2014).

Türkiye’nin farklı üreticilerinden temin edilen 10 farklı çiçek balı ve marketlerden alınan 10 farklı markadaki çiçek balıyla ilgili yapılan bir çalışmada, L\* değerleri 8,88 ile 18,54 arasında; a\* değerleri 2,64 ile 8,04 arasında; b\* değerleri 11,50 ile 23,56 arasında tespit edilmiştir (Tornuk ve ark. 2013).

Türkiye’nin çeşitli balları üzerine yapılan bir çalışmada L\* değerleri 22,27 ile 36,16 arasında; a\* değerleri -1,9 ile 3,78 arasında; b\* değerleri 2,86 ile 15,6 arasında bulunmuştur (Bayrambaş 2012).

Trakya yöresindeki üreticilerden toplanan bal örneklerinin renk değerleri (L\*, a\*, b\*); Anupama ve ark. (2002) ve Ferek (2016)’ nin farklı ballar üzerinde yaptıkları araştırmalar neticesinde buldukları renk değerleriyle benzerlik göstermektedir.

Tez kapsamında bal örneklerine yapılan renk analizi (L\*, a\*, b\*) sonuçlarının; ilgili bal çeşitleri açısından birbirinden farklılıklarının istatistiksel olarak önemli olup olmadığı, SPSS programı kullanılarak ANOVA analizi ile hesaplanmıştır. Çizelge 4.15’te de görüldüğü üzere

Trakya yöresinden elde edilen bal çeşitlerinin L\*, a\*, b\* değerleri ayrı ayrı incelenmiş ve birbirinden farklılıkları P<0,05 düzeyinde önemli bulunmuştur.

**Çizelge 4.15.** Renk (L\*, a\*, b\*) ANOVA analiz sonuçları

KALİTE PARAMETRESİ		Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	p
RENK L*	Gruplar arası	5263,155	2	2631,577	159,686	0,000
	Gruplar içi	197,756	12	16,480		
	Toplam	5460,911	14			
RENK a*	Gruplar arası	421,750	2	210,875	13,137	0,001
	Gruplar içi	192,627	12	16,052		
	Toplam	614,377	14			
RENK b*	Gruplar arası	11729,674	2	5864,837	233,386	0,000
	Gruplar içi	301,552	12	25,129		
	Toplam	12031,226	14			

Önemli bulunan veriler Duncan çoklu karşılaştırma testine tabi tutulmuş ve sonuçlar Çizelge 4.16, 4.17 ve 4.18’de verilmiştir. Duncan testi sonucunda meşe balı ve karaçalı balı örnekleri; L\*, b\* değerleri açısından farklılık gösterirken, a\* değeri açısından benzerlik göstermektedir. Ayçiçeği balı örnekleri ise; L\*, a\* ve b\* değerlerinin her biri açısından meşe balı ve karaçalı balı örneklerinden farklılık göstermektedir.

**Çizelge 4.16.** Renk L\* Duncan testi sonuçları

Bal Çeşidi	Ortalamalar	Sonuç
Meşe Balı	14,87	A
Ayçiçeği Balı	23,87	B
Karaçalı Balı	58,33	C

**Çizelge 4.17.** Renk a\* Duncan testi sonuçları

Bal Çeşidi	Ortalamalar	Sonuç
Ayçiçeği Balı	16,21	A
Meşe Balı	25,99	B
Karaçalı Balı	28,49	B

**Çizelge 4.18.** Renk b\* Duncan testi sonuçları

Bal Çeşidi	Ortalamalar	Sonuç
Meşe Balı	28,68	A
Ayçiçeği Balı	40,47	B
Karaçalı Balı	93,02	C

## 5. SONUÇ

Trakya yöresinin farklı lokasyonlarından elde edilen 5 adet ayçiçeği balı, 5 adet meşe balı ve 5 adet karaçalı balı örneklerinin ortalama analiz sonuçlarının Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği, CODEX Alimentarius ve Avrupa Birliği Komisyonu standartlarına uygun olduğu tespit edilmiştir (Anonim 2001, Anonim 2005, Anonim 2012).

İlgili bal örneklerine yapılan fiziksel ve kimyasal analiz sonuçlarının bal çeşitleriyle istatistiksel ilişkisinin olup olmadığını tespit edebilmek için; verilere ANOVA ve Duncan testleri yapılmıştır. Bu testlerin sonucunda elektriksel iletkenlik, kül, serbest asitlik, invert şeker ve renk ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ) analizlerinin sonuçlarının istatistiksel olarak; ilgili bal örneklerinin çeşitleriyle ilişkili olduğu tespit edilmiştir.

İstatistiksel olarak; nem miktarı, pH, diastaz sayısı ve HMF parametrelerinin bal çeşitleriyle ilişkisi önemsiz bulunmuştur. Kül miktarları açısından çiçek balı olarak nitelendirilen karaçalı balı örneklerinin; hem çiçek balı olarak nitelendirilen ayçiçeği balı örneklerine, hem de salgı balı olarak nitelendirilen meşe balı örneklerine benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir. Serbest asitliğin ayçiçeği balı ve karaçalı balı çeşitlerinde benzer olduğu, meşe balı örneklerinin serbest asitliğinin her iki bal çeşidinden de farklılık gösterdiği tespit edilmiştir.

İlgili bal çeşitlerinin invert şeker açısından istatistiksel verileri değerlendirildiğinde; meşe balı ve karaçalı balı örneklerinin benzerlik gösterdiği, ayçiçeği balı örneklerinin her iki bal çeşidinden de farklı olduğu gözlemlenmiştir. Renk ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ) açısından  $L^*$  ve  $b^*$  değerlerinin istatistiksel olarak her üç bal çeşidinde de farklılık gösterdiği, ancak  $a^*$  değerinin karaçalı balı ve meşe balı çeşitlerinde benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir.

Balda nem oranı raf ömrünü belirleyen önemli özelliklerdendir. Bal örneklerinin nem miktarı analiz sonuçları birbirine yakınlık göstermektedir. Bal örneklerinin nem miktarlarının uygun seviyede olması balların doğru şekilde ve yeterince olgunlaştıktan sonra hasat edildiğini, uygun koşullarda muhafaza edildiğini ve fermantasyona uğramadığını göstermektedir. Bal örnekleri nem miktarı analiz sonuçları açısından yasal limitlere uygundur.

Bal örneklerinin diastaz sayısı, HMF ve serbest asitlik analizi sonuçlarının yasal limitlere uygun olması; Trakya yöresinden elde edilen balların tüketime uygun olduğunu göstermektedir. Daha koyu renge sahip olan meşe balı örneklerinin ortalama kül miktarı daha yüksek çıkmıştır. Bu durumun meşe balı örneklerinin daha yüksek mineral madde içeriğine

sahip olması nedeniyle meydana geldiği düşünölmektedir. Ayrıca kül analizi sonuçlarının kriterlere uygun olması hasat işleminin uygun şekilde yapıldığının göstergesidir.

Trakya yöresi bitki çeşitliliği, zengin floral kaynakları, Kırklareli izole bölgesinde yaşayan Trakya Arısı gibi arı kolonisi varlığı ile bal üretiminde önemli bir yere sahiptir. Bu tez çalışmasında bulunan analiz değerlerinden yola çıkılarak Trakya yöresinden elde edilen ayçiçeği, karaçalı ve meşe balı örneklerinin tüketime uygun olduğu tespit edilmiştir. Trakya yöresinde bal üretiminin teşvik edilmesi, üretilen ballar için pazar oluşturulması, balların ihracat kapsamında desteklenmesi arıcılığın gelişimi açısından önem arz etmektedir.



## 6. KAYNAKLAR

- Anonim (1989). Propolis Tasarısı. Türk Standartları Enstitüsü Ankara.
- Anonim (1990). TSE 3036 Bal Standardı. Türk Standartları Enstitüsü Ankara.
- Anonim (2001). Official journal of the European Communities. Council Directive 2001/110/EC. 20 December 2001 (relating to honey).
- Anonim (2002). Bal Standardı. Türk Standartları Enstitüsü, TS 3036. ANKARA.
- Anonim (2005a). Codex Alimentarius Commission Joint FAO/WHO, Food Standarts Programme Recommended European Standart for Honey, 2005.
- Anonim (2005b). Tük Gıda Kodeksi, Bal Tebliği (2005/49). Başbakanlık Basımevi Ankara.
- Anonim (2010). TS 3036 Bal Standardı. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Anonim (2012). Bal Tebliği. Türk Gıda Kodeksi. 27.07.2012/58, Resmi Gazete.
- Anonim (2014). Arıcılık ve Arı Yetiştiriciliği. <http://www.gazianteparibir.org/hayvansal-uretim/139-aricilik-ve-ari-yetistirciligi-1.html> ( erişim tarihi, 22.06.2018)
- Anonim (2015a). Türkiye’de Arıcılık. <http://www.marmarisbalevi.com.tr> (erişim tarihi, 07.05.2018).
- Anonim (2015b). Ülkemizdeki Polen ve Nektar Veren Önemli Ballı Bitkilerin Çiçeklenme Dönemi, Polen veya Nektar Kapasiteleri ile Bulunduğu İller <http://www.ogm.gov.tr/ekutuphane/Dokumanlar/> (erişim tarihi, 30.05.2018).
- Anonim (2015c). Bölgelere Göre Arıcılık. <http://www.marmarisbalevi.com.tr> (erişim tarihi, 07.05.2018).
- Anonim (2016). Meşe Balı Antioksidan Deposu. Kırklareli İHA, <https://www.karar.com/kirklareli/mese-bali-antioksidan-deposu-312331#> , (erişim tarihi, 01.06.2018)
- Anonim (2018a). FAO, Stastiscial Databases / Agriculture. <http://www.fao.org> (erişim tarihi, 22.11.2018)
- Anonim (2018b). TÜİK, Hayvansal Üretim İstatistikleri. <http://www.tuik.gov.tr> (erişim tarihi, 23.11.2018)
- Anupama D, Bhat KK, Sapna VK (2003). Sensory and Physico-Chemical Properties of Commercial Samples of Honey. Food Research International, 36: 183-191.
- Artık N (2004). Bitkilerin Bal Potansiyeli ve Balın Bileşimi. Teknik Arıcılık Dergisi. Aralık 2004. 86:21-24
- Bakan A (2009). Balın Gizemi. Bilim ve Teknik Dergisi Yıldız Takımı Eki, 10: 8-11.

- Başıoğlu F, Sorkun K, Löker M, Doğan C, Wetherilt H (1996). Saf ve Sahte Balların Ayırt Edilmesinde Fiziksel, Kimyasal ve Palinolojik Kriterlerin Saptanması. *Gıda* 21 (2): 67-73.
- Batu A, Küçük E, Çimen M (2013). Doğu Anadolu ve Doğu Karadeniz Bölgeleri Çiçek Ballarının Fizikokimyasal ve Biyokimyasal Değerlerinin Belirlenmesi. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 8: 52-62.
- Basualdo C, Sgroy V, Finola MS, Marioli JM (2007). Comparison of the Antibacterial Activity of Honey From Different Provenance Against Bacteria Usually İsolated From Skin Wounds *Veterinary Microbiology*, 124: 375–381
- Bayraktar D (2008). Muğla Yöresinde Üretilen Çam Ballarının Aroma Bileşenlerinin SPME/GC/MS Tekniği ile Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Bayrambaş K (2012). Türkiye’de Üretilen Balların Bazı Fizikokimyasal Özellikleri. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Baytop T (1999). Türkiye’de Bitkiler ile Tedavi, Geçmişte ve Bugün. Nobel Tıp Kitabevleri, II. Baskı ISBN: 975-420-021- 1.İstanbul, 480s
- Bettar I, Gonzalez-Miret ML, Hernanz D, Marconi A, Heredia FJ, Terrab A (2015). Characterisation of Moroccan Spurge (*Euphorbia*) Honeys by Their Physicochemical Characteristics, Mineral Contents and Colour. *Arabian Journal of Chemistry*, (In Press).
- Boyacıoğlu D, Çapanoğlu Güven E, Fırathılđil Durmuş E, Gedikli T (2014). Arı Ürünleri ve Sağlığımız. BALDER Arı Ürünleri ile Sağlıklı Yaşam Platformu Derneği. 37- 82.
- Burucu V (2018a). Tarım Ürünleri Piyasaları Arıcılık. Ocak 2018, Ürün No: 26 <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge> (16.08.2018)
- Burucu V (2018b). Tarım Ürünleri Piyasaları Arıcılık. Temmuz 2018, Ürün No: 26 <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge> (16.08.2018)
- Burdock, G.A. (1998). Review of the Biological Propenties and Toxicity of Bee Propolis (Propolis). *Food and Chemical Toxicology*, 36:347-363
- Can Z, Yıldız O, Şahin H, Akyüz Turumtay E, Silici S, Kolaylı S (2015). An Investigation of Turkish Honeys: Their Physico-Chemical Properties, Antioxidant Capacities and Phenolic Profiles. *Food Chemistry*, 180: 133- 141.
- Castro-Vazquez L, Alanon ME, Gonzalez-Vinas MA, Perez-Coello MS (2012). Changes in the Volatile Fractions and Sensory Properties of Heather Honey During Storage Under Different Temperatures. *Eur Food Res Technol*, 235:185- 193.

- Ciappini M, Vitelleschi M, Calvino A (2016). Chemometrics Classification of Argentine Clover and Eucalyptus Honeys According to Palynological, Physicochemical, and Sensory Properties. *International Journal of Food Properties*, 19: 111- 123.
- Codex Alimentarius Commission (1969). Recommended European Regional Standart for Honey. CAC/RS- 12.
- Codex Alimentarius (2001). Revised Codex Standard for Honey, Codex STAN 12–(1981) Rev. 1, (1987) Rev. 2.
- Conti M E (2000). Lazio Region (central Italy) Honeys: a Survey of Mineral Content and Typical Quality Parameters. *Food Control*, 11: 459-463.
- Çavrar S, Yıldız O, Şahin H, Karahalil F, Kolaylı S (2013). Comparison of Physical and Biochemical Characteristics of Different Quality of Turkish Honey. *Uludağ Bee Journal*, 13(2): 55- 62.
- Çankaya N, Korkmaz A (2008). Polen. T.C. Samsun Valiliği İl Tarım Müdürlüğü Çiftçi Eğitimi ve Yayım Şubesi Yayını.
- Çetin K, Alkın E, Uçurum HÖ (2011). Piyasada Satılan Çiçek Ballarının Kalite Kriterlerinin Belirlenmesi. *Gıda ve Yem Bilimi - Teknolojisi Dergisi*, 11: 49-56.
- Çınar SB (2010). Türk Çam Balının Analitik Özellikleri. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Çınar SB, Ekşi A, Coşkun İ (2014). Carbon İsope Ratio ( $^{13}C/^{12}C$ ) of Pine Honey and Detection of HFCS Adulteration. *Food Chemistry*, 157: 10- 13.
- Demirci M (2010). Gıda Kimyası. Gıda Teknolojisi Derneği Yayını, 292, İstanbul.
- Derebaşı E, Bulut G, Col M, Güney F, Yaşar N and Ertürk Ö, (2014). Physicochemical and Residue Analysis of Honey From Black Sea Region of Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin*, 23(1), 10-17.
- Dobrowolski, J.W., S.B. Vohora, K. Sharma, S.A. Shah, S.A. Nagvi and P.C. Dandiya, (1991) Antibacterial, Antifungal, Antiamoebic, Anti-İnflammatory and Antipyretic Studies on Propolis Bee Products. *J. Ethnopharmacology*, 35: 72-82
- Doğaroğlu M (2004). Modern Arıcılık Teknikleri 2. Baskı. Doğa Arıcılık Tic. Ltd. Şti. Tekirdağ.
- Doğaroğlu M (2009). Modern Arıcılık Teknikleri. 3. Basım. Doğa Arıcılık San. Tic. Ltd. Şti. Tekirdağ
- Duman Aydın B, Sezer Ç, Oral N B, (2008). Kars'ta Satışa Sunulan Süzme Balların Kalite Niteliklerinin Araştırılması. *Kafkas Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi*, 14(1), 89-94.

- Erdoğan Y, Dodoloğlu A, Zengin H (2004). Farklı Çevre Koşullarının Bal Kalitesi Üzerine Etkileri. 4. Ulusal Zootekni Bilim Kongresi, 223–227, 1-3 Eylül, Isparta
- Erkmen O, Özcan M (2008). Antimicrobial Effects of Turkish Propolis, Pollen, and Laurel on Spoilage and Pathogenic Food-Related Microorganisms. *Journal of Medicinal Food* Vol. 11, No. 3
- Escuredo O, Miguez M, Fernandez-Gonzalez M, Seijo MC (2013). Nutritional value and antioxidant activity of honeys produced in a European Atlantic area. *Food Chemistry*, 138: 851–856.
- Estevinho ML, Iglesias A, Pires J, Feas X (2010). Characterization of Artisanal Honey Produced on the Northwest of Portugal by Melissopalynological and Physicochemical Data. *Food and Chemical Toxicology*, 48: 3462-3470.
- European Commission (2002). Council Directive 2001/110/CE. Concerning Honey, Official J. Europ. Comm., L10/47-52.
- Ferek Ö (2016). Muğla İli Çam Ballarının Bazı Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ
- Finola MS, Lasagno MC, Marioli JM (2007). Microbiological and Chemical Characterization of Honeys From Central Argentina. *Food Chem.*, 100: 1649–1653.
- Frankel S; Robinson GE; Berenbaum MR (1998). Antioxidant Capacity and Correlated Characteristics of 14 Unifloral Honeys. *Journal of Apicultural Research* 37(1): 27–31.
- Genç F, Dodoloğlu A (2011). Arıcılığın Temel Esasları Ders Kitabı. Atatürk Üniversitesi Yayınları No:931, Ziraat Fakültesi Yayınları: 341
- Ghisalberti E L (1979). Propolis: A Review. *Bee World*, 60(2):P: 59-84
- Güler A, Bek Y, Kement V (2008). Verification Test of Sensory Analyses of Comb and Strained Honeys Produced As Pure and Feeding Intensively With Sucrose (*Saccharum officinarum* L.) syrup. *Food Chemistry*, 109: 891- 898.
- Güler A, Kocaökütgen H, Garipoğlu AV, Önder H, Ekinci D, Bıyık S (2014). Detection of Adulterated Honey Produced by Honeybee (*Apis mellifera* L.) Colonies Fed with Levels of Commercial İndustrial Sugar (C3 and C4 plants) Syrups by the Carbon İsope Ratio Analysis. *Food Chemistry*, 155: 155- 160.
- Güler Z (2005). Doğu Karadeniz Bölgesinde Üretilen Balların Kimyasal ve Duyusal Nitelikleri. *Gıda Dergisi*, 30(6), 379-384
- Gündoğan M (2009). Muğla Yöresi Çam Ballarının Kimyasal Analizleri. Yüksek Lisans Tezi, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Muğla.

- Haroun MI (2006). Türkiye’de Üretilen Bazı Çiçek ve Salgı Ballarının Fenolik Asit ve Flavonoid Profillerinin Belirlenmesi. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Hışıl Y, Börekçiöğlü N (1986). Balın Bileşimi ve Bala Yapılan Hileler. Gıda, Gıda Teknolojisi Derneği Yayın Organı, 2: S.79–82.
- Jiang Y, Yao L, Singanusong R, Datta N, Raymont K (2004). Phenolic Acids and Abscisic Acid in Australian Eucalyptus Honeys and Their Potential for Floral Authentication. Food Chemistry, 86: 169-177.
- Kahraman SD (2012). Süzme Ballarda Depolama Sıcaklığının HMF Değeri ve Diastaz Aktivitesi Üzerine Etkisi. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Karabagias IK, Badeka A, Kontakos S, Karabournioti S, Kontominas MG (2014). Characterisation and Classification of Greek Pine Honeys According to Their Geographical Origin Based on Volatiles, Physicochemical Parameters and Chemometrics. Food Research International, 55, 363–372, USA.
- Karadal F, Yıldırım Y (2012). Balın Kalite Nitelikleri, Beslenme ve Sağlık Açısından Önemi. Erciyes Üniv. Vet. Fak. Dergi, 9(3): 197- 209.
- Kartal H (2012). Bolu Yöresi Ballarının Bazı Fizikokimyasal Özelliklerinin Türk Gıda Kodeksi’ne Uygunluğunun İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bolu.
- Kaygusuz H, Tezcan F, Erim FB, Yıldız O, Sahin H, Can Z, Kolaylı S (2016). Characterization of Anatolian Honeys Based on Minerals, Bioactive Components and Principal Component Analysis. Food Science and Technology, 68: 273- 279.
- Kekeçoğlu M, Gürcan E, Soysal M (2007). Türkiye Arı Yetiştiriciliğinin Bal Üretimi Bakımından Durumu. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 4(2), 227-236
- Khan F R, Abadin Z U, Rauf N (2007). Honey: Nutritional and Medicinal Value. Int J Clin Pract, 61(10): 1705-1707
- Kıvrak İ (2015). Free Amino Acid Profiles of 17 Turkish Unifloral Honeys. Journal of Liquid Chromatography & Related Technologies, 38: 855- 862
- Korkmaz A, Öztürk C (2010). Arı Sütü. T.C. Samsun Valiliği İl Tarım Müdürlüğü Çiftçi Eğitimi ve Yayın Şubesi Yayını.
- Kumova U, Korkmaz A (2000). "Doğanın Harika Ürünü Arı Sütü", TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi, ss.96-101.
- Kumova U, Korkmaz A, Avcı B. C, Ceyran G (2002). Önemli Bir Arı Ürünü; Propolis, Uludağ Arıcılık Dergisi

- Kustrak D, Maleš D, Brantner A, Pitarević I (1990). Flavonoids of the Leaves of Christ's thorn (*Paliurus spina-christi* Mill.). *Acta Pharmaceutica Jugoslavica*, 40, 4; str. 551-554
- Küçük M, Kolaylı S, Karaoğlu ğ, Ulusoy E, Baltacı C, Candan F (2007). Biological Activities and Chemical Composition of Three Honeys of Different Types From Anatolia. *Food Chemistry*, 100: 526-534.
- Kütükoğlu F (2004). Arı Ürünleriyle Uygulanabilecek Kozmetik Ürünler. *Uludağ Arıcılık Dergisi Ağustos 2004*: 3-131
- Mandal M, Mandal S (2011). Honey: Its Medicinal Property and Antibacterial Activity. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine* 1(2):154-60, India.
- MEGEP, Asitlik ve Bazlık Kontrolü Modülü, Ankara, 2007.
- MEGEP, Toplam Asitlik ve PH Kontrolü Modülü, Ankara, 2007.
- Ölmez Ç (2009). Türkiye’de Üretilen Farklı Çiçek ve Salgı Bal Çeşitlerinin Bazı Kalitatif ve Besinsel Özellikleri. Yüksek Lisans Tezi. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Özcan M, Arslan D, Ceylan D (2006). Effect of Inverted Saccharose on Some Properties of Honey. *Food Chemistry*, 99: 24- 29.
- Özcan M, Ölmez Ç, (2014). Some Qualitative Properties of Different Monofloral Honeys. *Food Chemistry*, 163, 212-218.
- Özkök A (2009). Muğla Bölgesi’nde Üretilen Çam Balı Ve Propolis’in Mikroskopik, Organoleptik Ve Kimyasal Analizi. Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Özmen ve Alkın (2006). Balın Antimikrobiyel Özellikleri ve İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri. *Uludağ Arıcılık Dergisi*. 4: 155-160.
- Rice-Evans, Miller C, N.J and Paganga G (1997). Antioxidant Properties of Phenolic Compounds. *Trends in Plant Science*, 2, 152-159.
- Sarıkaya AO (2009). Kestane Bal ve Propolisinin Fenolik Asit Kompozisyonu ve Antioksidan Özelliğinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Serrano S, Espejo R, Villarejo M, Jodral ML (2007). Diastase and Invertase Activities in Andalusian Honeys. *Int. J. Food Sci. Technol.*, 42: 76–79.
- Sharma A, Saxena S, Gautam S (2010). Physical, Biochemical and Antioxidant Properties of Some Indian Honeys. *Food Chemistry*, 118: 391-397.
- Scheller (1990). Plantorigins of Propolis: A Report of Work at Oxford. *Bee World*. P:30.

- Sıralı R, Deveci M (2002). Bal Arısı (*Apis Mellifera L.*) İçin Önemli Olan Bitkilerin Trakya Bölgesinde İncelenmesi, *Uludağ Arıcılık Dergisi*. 2 (1): 17–26. Bursa
- Silva I.A.A, Silva T.M.S, Camara C.A, Neide Queiroz N, Magnani M, Novais J.S, Soledade L.E.B, Lima E.O, Souza A.L, Souza A.G, (2013). Phenolic Profile, Antioxidant Activity and Palynological Analysis of Stingless Bee Honey From Amazonas, Northern Brazil. *Food Chemistry*, 141, 3552-3558.
- Silva L R, Videira R, Monteiro A P, Valentão P, Andrade P B (2009). Honey from Luso region (Portugal): Physicochemical Characteristics and Mineral Contents. *Microchemical Journal*, 93, 73-77.
- Silva T.M.R, Santos F.P, Evangelista-Rodrigues A, Sarmiento da Silva E.M, Sarmiento da Silva G, Santos de Novais J, Ribeiro dos Santos F A, Camara C A (2013). Phenolic Compounds, Melissopalynological, Physicochemical Analysis and Antioxidant Activity of Jandara (*Melipona Subnitida*) Honey. *Journal of Food Composition and Analysis*, 29, 10-18.
- Solayman MD, Islam MDA, Paul S, Ali Y, Khalil MDI, Alam N, Gan SH (2016). Physicochemical Properties, Minerals, Trace Elements, and Heavy Metals in Honey of Different Origins: A Comprehensive Review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 15: 219- 233.
- Sorkun K, Sahin A (2000). The Source of Starch Grains from Turkish Pine Honey. *Journal of Apicultural Research*, 39 (1-2): 85-86.
- Sorkun K (2008). Türkiye'nin Nektarlı Bitkileri, Polenleri ve Balları. Palme Yayıncılık, 341 s Ankara.
- Sorkun K, Yılmaz B, Özkırım A, Özkök A, Gençay Ö (2011). Yaşam İçin Arılar. Türkiye Arı Yetiştiricileri Merkez Birliği Yayın No:4. 135s, Ankara.
- Sönmez B (2004). Balın İnsan Sağlığındaki Yeri ve Önemi: Derleme. *Uludağ Arıcılık Dergisi*, Ağustos 2004:3, 127.
- Şahin S, Akdeniz G (2012). BAL: Besin ve Şifa Kaynağı Olarak. *Arıcılık Araştırma Dergisi /Ordu*, 7:14-15
- Şahinler N (2000). Arı Ürünleri ve İnsan Sağlığı Açısından Önemi. *MKÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 5 (1-2): 139-148.
- Şahinler N, Şahinler S, Gül A (2001). Hatay Yöresi Ballarının Bileşimi ve Biyokimyasal Analizi. *MKÜ Ziraat Fakültesi Dergisi* 6 (2), 93-108
- Şahinler N, Gül A (2004). Yayla ve Ayçiçeği Ballarının Biyokimyasal Analizi. 4. Ulusal Zootekni Bilim Kongresi, 217–218, KONYA
- Şahinler N, Kurt Ş (2004) “A Study On Antifungal Activity Of Formic Acid and Propolis Extract Against Chalkbrood Disease Pathogen *Ascosphaera apis*,” *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 3(4), 551-553

- Şahinler N, Şahinler S, Gül A (2004) “Biochemical Composition of Honeys Produced in Turkey”, *Journal of Apicultural Research*, 43:2, 53-56
- Şahinler N, Kaftanoğlu O (2005) “Natural Product Propolis: Chemical Composition,” *Natural Product research*, 19:2, 183-188
- Şahinler N, Gül A, Pehlivan T (2012). Doğal Bir Ürün Propolis; Yapısı ve Kullanım Alanları. *Arıcılık Araştırma Dergisi /Ordu*, 7:9-13
- Şengül M, Şengül M, Dodoloğlu A (2006). Erzurum'da Üretilen Balların Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri. *Türkiye 9. Gıda Kongresi, Bolu*
- Terrab A, Díez MJ, Heredia FJ (2003). Palynological, Physio-Chemical and Colour Characterization of Moroccan Honeys: I. River Red Gum (*Eucalyptus Camaldulensis* Dehnh) Honey. *International Journal of Food Science and Technology*, 38: 379-386.
- Tornuk F, Karaman S, Oztürk İ, Toker OS, Tastemur B, Sagdica O, Dogan M, Kayacier A (2013). Quality Characterization of Artisanal and Retail Turkish Blossom Honeys: Determination of Physicochemical, Microbiological, Bioactive Properties and Aroma Profile. *Industrial Crops and Products*, 46: 124- 131.
- Tosi E, Martinet R, Ortega M, Lucero H, Re E (2008). Honey Diastase Activity Modified by Heating. *Food Chemistry*, 106: 883-887.
- Tosi E, Ciappini M, Re E, Lucero H (2002). Honey Thermal Treatment Effects on Hydroxymethylfurfural Content. *Food Chemistry*, 77: 71- 74.
- Tosmur B (2004). Muğla Yöresi Çam Ballarında Eser Element İçeriğinin İki Farklı Spektroskopik Yöntem ile Analizi. Yüksek Lisans Tezi, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Muğla.
- TS (2008). Balda Su Muhtevası Tayini, TS-13364, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara
- TS (2008). Balda Diastaz Aktivitesi Tayini, TS-13365, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara
- TS (2008). Balda Elektriksel İletkenlik Tayini, TS-13366, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara
- Turan H, Turan F (2010). Appraisal of The Biochemical Features of Trakya Honey. 1st International Symposium on “Traditional Foods From Adriatic to Caucasus”. 792794, Turkey.
- Turan F (2012). Kırklareli İzole Bölgesinde Yaşayan Trakya Arısı (*Apis mellifera carnica*) Kolonilerinden Elde Edilen Balların Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Turhan I, Tetik N, Karhan M, Gürel F, Tavukçuoğlu HR (2007). Quality of Honeys Influenced By Thermal Treatment. *Swiss Society of Food Sci. Technol., ANTALYA*.



- Ulucan O (2013). Bal Arılarının Beslenmesinde Polenin Yeri. Arıcık Araştırma Dergisi. Haziran 9: 08
- Ulusoy E (2010). Anzer Balı ve Poleninin Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi ile Fenolik Bileşiminin Belirlenmesi ve Antioksidan Özellikleri. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Ünal C, Küplülü Ö (2006). Chemical Quality of Strained Honey Consumed in Ankara. Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 53: 1-4.
- Vural A, Altunatmaz S S, Büyüknal S K, Kahraman T (2010). Physico-Chemical Properties in Honey From Different Regions of Turkey. Food Chemistry, 123: 41-44.
- White J W (1992). Quality Evaluation of Honey: Role of HMF and Diastase Assays. American Bee Journal, 132, 737-743.
- Yalçın I (2015). Osmaniye Yöresi Ballarının Palinolojik ve Fizikokimyasal Parametreler Yönünden Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Osmaniye
- Yardibi M (2008). Tekirdağ Yöresinde Üretilen Ayçiçeği Ballarının Bazı Kimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Yücel B (2008). Çam Salgı Balı ile ilgili Genel Özellikler. 1. Uluslararası Muğla Arıcılık ve Çam Balı Kongresi. Bildiriler Kitabı, 161- 164.

## TEŞEKKÜR

Çalışmalarımın her aşamasında desteğini esirgemeyen, çok değerli tez danışmanım Sn. Prof. Dr. Mehmet DEMİRCİ'ye;

Lisans ve yüksek lisans eğitimim dönemimde yardımlarını esirgemeyen Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü'nün birbirinden değerli akademisyenlerine;

Yüksek lisans tezimde ve bal numunelerini toplamamda yardımlarını esirgemeyen Gıda Mühendisleri Odası Tekirdağ Temsilcisi, pek kıymetli meslektaşım Sn. Şakir ADA'ya;

Her zaman yanımda olan annem Habibe ŞEN ve babam Hasan ŞEN'e teşekkür ederim.

## ÖZGEÇMİŞ

01.01.1993 tarihinde Kırklareli İli, Pehlivanköy İlçesi'nde doğmuştur. İlköğretim'i Pehlivanköy'de, lise eğitimini 2006-2010 yılları arasında Kırklareli Atatürk Anadolu Lisesi'nde tamamlamıştır. 2010-2014 yılları arasında Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü'nde; 2012-2018 yılları arası Anadolu Üniversitesi, İşletme Fakültesi, İşletme Bölümü'nde lisans eğitimlerini tamamlamıştır. 2016 yılında Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisans eğitimine başlamıştır.

2018 yılının Şubat ayından itibaren Kırklareli Valiliği, İl Göç İdaresi Müdürlüğü, Pehlivanköy Geri Gönderme Merkezi'nde Gıda Mühendisi olarak çalışmakta olup, iyi derece İngilizce bilmektedir.