



TÜRKİYE CUMHURİYETİ
DİCLE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



**DİYARBAKIR'DA SATIŞA SUNULAN BALLARIN
MİKROBİYOLOJİK KALİTESİ VE BAZI BAKTERİLERİN TÜR
DÜZEYİNDE ÇEŞİTLİLİĞİ**

Gökhan DURUKAN
YÜKSEK LİSANS TEZİ

BESİN/GIDA HİJYENİ VE TEKNOLOJİSİ ANABİLİM DALI

TEZ DANIŞMANI
Doç. Dr. Hüsnü Şahan GÜRAN

DİYARBAKIR-2019



TÜRKİYE CUMHURİYETİ
DİCLE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



**DİYARBAKIR'DA SATIŞA SUNULAN BALLARIN
MİKROBİYOLOJİK KALİTESİ VE BAZI BAKTERİLERİN TÜR
DÜZEYİNDE ÇEŞİTLİLİĞİ**

Gökhan DURUKAN
YÜKSEK LİSANS TEZİ

BESİN/GIDA HİJYENİ VE TEKNOLOJİSİ ANABİLİM DALI

TEZ DANIŞMANI
Doç. Dr. Hüsnü Şahan GÜRAN

DİYARBAKIR-2019



TÜRKİYE CUMHURİYETİ
DICLE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



ONAY

Dicle Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Besin/Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı Yüksek Lisans öğrencisi Gökhan DURUKAN'ın hazırladığı **“Diyarbakır’da Satışa Sunulan Balların Mikrobiyolojik Kalitesi ve Bazı Bakterilerin Tür Düzeyinde Çeşitliliği”** başlıklı tez, Dicle Üniversitesi Lisansüstü Eğitim – Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca kapsam ve bilimsel kalite yönünden değerlendirilerek Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tarih: 28/06/2019

Danışman

Doç. Dr. Hüsnü Şahan GÜRAN

Jüri Üyeleri

Jüri Başkanı

Prof. Dr. Mehmet ÇALICIOĞLU

Üye

Prof. Dr. Aydın VURAL

Üye

Doç. Dr. Hüsnü Şahan GÜRAN

Üye

.....

Üye

.....

İmza

Bu tez Dicle Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun/.../20.. tarih ve sayılı kararıyla onaylanmıştır.

...../...../.....

Prof. Dr. Hakkı Murat BİLGİN

Dicle Üniversitesi

Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürü



TÜRKİYE CUMHURİYETİ
DİCLE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



BEYAN

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldığımı, yine bu tezin çalışılması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını ve tezimi Dicle Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kılavuzu standartlarına uygun bir şekilde hazırladığımı beyan ederim.

28/06/2019

Gökhan DURUKAN

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitime başladığım günden tez çalışmamın sonuna kadar, engin bilgi ve tecrübelerinden istifade ettiğim, her zaman yanımda olduğunu hissettiğim, yardım ve katkılarını hiçbir zaman esirgemeyen, çok değerli danışman hocam sayın Doç. Dr. Hüsnu Şahan GÜRAN'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Çalışmam süresince yardım ve desteklerini gördüğüm Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı öğretim üyesi ve elemanları ile çalışanlarına teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmam süresince daima yanımda olan ve her konuda destek olan sevgili biricik eşim Aysun Acar DURUKAN ve canım kızım Asel Bade DURUKAN'a teşekkürü bir borç bilirim.

Bu tez, Dicle Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü (DÜBAP) tarafından VETERİNER.18.003 numaralı proje ile desteklenmiştir. Tez çalışmama katkı sağlayan Dicle Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü'ne teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

Sayfa No

BEYAN	I
TEŞEKKÜR	II
İÇİNDEKİLER DİZİNİ	III
KISALTMALAR LİSTESİ	VI
TABLolar LİSTESİ	VII
1. ÖZET	1
1.1. TÜRKÇE ÖZET.....	1
1.2. ABSTRACT	3
2. GİRİŞ VE AMAÇ	5
3. GENEL BİLGİLER	6
3.1. Balın Tarihçesi	6
3.2. Dünya’da Bal Üretimi	7
3.3. Türkiye’de Bal Üretimi	8
3.4. Arı Ürünleri	9
3.4.1. Bal.....	10
3.4.2. Polen	10
3.4.3. Propolis	10
3.4.4. Arı zehiri	11
3.4.5. Bal mumu.....	11
3.4.6. Arı sütü	11
3.5. Balın Faydaları	12
3.6. Balın Sınıflandırılması	13
3.6.1. Orijinine göre ballar.....	13
3.6.1.1. Çiçek balı	13
3.6.1.2. Salgı balı	13
3.6.1.3. Besleme bal	13
3.6.1.4. Zehirli bal.....	13

3.6.2. Piyasaya sunuluş şekline göre ballar	14
3.6.2.1. Petek bal	14
3.6.2.2. Süzme bal	14
3.7. Balın Kimyasal Yapısı	14
3.7.1. Baldaki enzimler	15
3.7.2. Baldaki asitler	15
3.7.3. Baldaki vitaminler	16
3.7.4. Balda bulunan mineraller	16
3.7.5. Hidroksimetilfurfurol (HMF)	16
3.8. Balın Fiziksel Özellikleri	18
3.8.1. Balın rengi	18
3.8.2. Balın viskozitesi	18
3.8.3. Balın higroskopik özelliği	19
3.8.4. Balın ışığı döndürme özelliği	19
3.8.5. Tat ve koku	19
3.8.6. Balın özgül ağırlığı	19
3.8.7. Balın kırılma indisi	19
3.9. Balın Kristalizasyonu	19
3.10. Balın Fermantasyonu (Ekşimesi)	20
3.11. Bal Hasadı	20
3.12. Balın Süzülmesi	20
3.13. Balın Muhafazası	21
3.14. Balda Antibiyotik ve Pestisit Kalıntısı	21
3.15. Balın Mikrobiyolojik Özellikleri	23
3.16. Balın Antimikrobiyal Özellikleri	25
4. GEREÇ VE YÖNTEM	27
4.1. Gereç	27
4.2. Yöntem	28
4.2.1. Örneklerin mikrobiyolojik analizler için hazırlanması	28
4.2.2. Analizler	28
4.2.2.1. Mikrobiyolojik analizler	28

4.2.2.1.1. Toplam mezofilik aerobik bakteri (TMAB) sayısının belirlenmesi	28
4.2.2.1.2. Toplam mezofilik anaerobik bakteri (TMAnB) sayısının belirlenmesi	29
4.2.2.1.3. Maya ve küf sayısının belirlenmesi.....	29
4.2.2.1.4. Laktik asit bakteri sayısının belirlenmesi.....	29
4.2.2.1.5 Koliform grubu bakterilerinin sayısının ve tür düzeyinde dağılımının belirlenmesi.....	30
4.2.2.1.6. <i>Escherichia coli</i> sayısının belirlenmesi.....	31
4.2.2.1.7. <i>Staphylococcus</i> spp. sayısının ve tür düzeyinde dağılımının belirlenmesi	31
4.2.3. Veri analizi.....	32
5. BULGULAR.....	33
6. TARTIŞMA	39
7. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	49
8.KAYNAKÇALAR.....	50
9. ÖZGEÇMİŞ	63
10. ORJİNALLİK RAPORU.....	64

KISALTMALAR LİSTESİ

AB	: Avrupa Birliği
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
EUROSTAT	: Avrupa Birliği İstatistik Kurumu
FAO	: Food and Agriculture Organization (Gıda ve Tarım Örgütü)
ISO	: International Organization for Standardization
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
USDA	: United States Department of Agriculture
MKL	: Maksimum Kalıntı Limiti
HMF	: Hidroksimetil Furfural
TS	: Türk Standardı
HPLC	: Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografi
MRSA	: Meticiline Dirençli <i>Staphylococcus aureus</i>
TGK	: Türk Gıda Kodeksi
EMS	: En Muhtemel Sayı

TABLolar LİSTESİ

	Sayfa No
Tablo 1: Dünya ülkelerinin bal üretiminin sıralaması (FAO 2017).....	7
Tablo 2: Yıllara göre Türkiye’de bal üretim miktarı (TÜİK 2016).....	9
Tablo 3: İllere göre bal üretim miktarları (TÜİK 2016).....	9
Tablo 4: Balın bileşimi.....	15
Tablo 5: Arı ürünlerinde pestisitler ve veteriner ilaçları kalıntı limiti.....	22
Tablo 6: TS 3036 Balın mikrobiyolojik özelliği.....	24
Tablo 7: Nüfus yoğunluğuna göre Diyarbakır ili merkez ilçelerinden toplanan bal örneklerinin dağılımı (TÜİK 2016).....	28
Tablo 8: Bal tipine göre mikroorganizma sayılarının bulunma düzeyleri.....	33
Tablo 9: Bal örneklerinde tespit edilen mikroorganizmaların bulunma oranlarının yüzde (%) dağılımı (N:150).....	35
Tablo 10: Bal örneklerinde tespit edilen mikroorganizmaların yüzde oranlarının ilçelere göre dağılımı (N:150).....	35
Tablo 11: Kayapınar ilçesinden toplanan ballarda mikroorganizma sayılarının bulunma düzeyleri.....	35
Tablo 12: Bağlar ilçesinden toplanan ballarda mikroorganizma sayılarının bulunma düzeyleri.....	36
Tablo 13: Sur ilçesinden toplanan ballarda mikroorganizma sayılarının bulunma düzeyleri.....	36
Tablo 14: Yenişehir ilçesinden toplanan ballarda mikroorganizma sayılarının bulunma düzeyleri.....	36
Tablo 15: Bal örneklerinde tespit edilen koliform grubu izolatlarının tür düzeyinde dağılımı.....	37
Tablo 16: Bal örneklerinde tespit edilen <i>Staphylococcus</i> spp. izolatlarının tür düzeyinde dağılımı.....	38

1. ÖZET

Diyarbakır'da Satışa Sunulan Balların Mikrobiyolojik Kalitesi ve Bazı Bakterilerin Tür Düzeyinde Çeşitliliği

Öğrencinin Adı ve Soyadı: Gökhan DURUKAN

Danışmanı: Doç. Dr. Hüsnü Şahan GÜRAN

Anabilim Dalı: Besin/Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı

1.1. TÜRKÇE ÖZET

Amaç: Bu tez çalışmasında süzme ve petek ballarındaki bazı mikroorganizmaların varlığı ve tür düzeyinde dağılımının belirlenmesi amaçlanmıştır.

Gereç ve yöntem: Bu çalışmada Diyarbakır ilindeki farklı satış noktalarından 106 süzme bal ve 44 petek bal olmak üzere toplam 150 bal örneği incelenmiştir. Bal örneklerindeki mikroorganizmaların tespiti amacı ile toplam mezofilik aerobik bakteri, toplam mezofilik anerobik bakteri, koliform, *Escherichia coli*, *Staphylococcus* spp., laktik asit bakterileri, maya ve küf sayısı klasik analiz yöntemleri ile araştırılmıştır. Ayrıca, bal örneklerinden elde edilen koliform ve *Staphylococcus* spp. izolatları Vitek II bakteri identifikasyon sisteminde tür düzeyinde incelenmiştir.

Bulgular: Bal örneklerindeki ortalama toplam mezofilik aerobik bakteri ve toplam mezofilik anerobik bakteri sayıları sırası ile $3,26 \pm 1,08$ log kob/g ve $3,0 \pm 0,85$ log kob/g olarak saptanmıştır. Ortalama koliform, *Staphylococcus* spp., laktik asit bakterileri, maya ve küf sayıları ise sırasıyla 8,37 EMS/g, 0,98 EMS/g, $2,93 \pm 0,51$ log kob/g, $2,90 \pm 0,84$ log kob/g ve $1,76 \pm 0,53$ log kob/g olarak saptanmıştır. Bal örneklerinden izole edilen koliformların tür düzeyinde *Klebsiella pneumoniae*, *Klebsiella aerogenes*, *Enterobacter cloacae*, *Proteus mirabilis*, *Proteus vulgaris*, *Serratia marcescens* ve *Klebsiella oxytoca*; *Staphylococcus* spp. izolatlarının ise *Staphylococcus hominis*, *Staphylococcus epidermidis*, *Staphylococcus hemolyticus* ve *Staphylococcus capitis* türlerine ait olduğu belirlendi. Örneklerin hiçbirinde *Escherichia coli* veya *Staphylococcus aureus* tespit edilemedi.

Sonuç: Balların raf ömrü ve kalitesi üzerine etkili bazı mikroorganizmaları yüksek sayıda bulundurduğu saptanmıştır. Kovandan sofraya kadar olan tüm aşamalarda etkin bir yönetim sisteminin uygulanması en uygun izleme ve kontrol koşullarını sağlayarak balların bu tip mikroorganizmalar ile kontaminasyon riskini azaltacağı kanaatine varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Bal, mikrobiyolojik kalite, hijyen, tür, çeşitlilik



Microbiological Quality of Honey Sold in Diyarbakir and Diversity of Some Bacteria at Species Level in the Honeys

Student's Surname and Name: Gökhan DURUKAN

Adviser of Thesis: Doç. Dr. Hüsnü Şahan GÜRAN

Department: Department of Food Hygiene and Technology

1.2. ABSTRACT

Aim: In this thesis study it was aimed to determine the presence of some microorganisms and their distribution at the species level in liquid and comb honey samples.

Material and method: In this study, 106 liquid honey and 44 comb honey, totally 150 honey samples were collected from different sales points in Diyarbakir. In order to determine microorganisms in honey samples, total mesophilic aerobic bacteria, total mesophilic anaerobic bacteria, coliform, *Escherichia coli*, *Staphylococcus* spp., lactic acid bacteria, yeast and mold were analysed by classical analysis methods. Moreover, coliform and *Staphylococcus* spp. isolates obtained from honey samples were identified at species level using Vitek II bacterial identification system.

Results: The average levels of total mesophilic aerobic bacteria and total mesophilic anaerobic bacteria in honey samples were found to be 3.26 ± 1.08 log cfu/g and 3.0 ± 0.85 log cfu/g, respectively. The average levels of coliforms, *Staphylococcus* spp., lactic acid bacteria, yeast and molds were determined as 8,37 MPN/g, 0,98 MPN/g, 2.93 ± 0.51 log cfu/g, 2.90 ± 0.84 log cfu/g and 1.76 ± 0.53 log cfu/g, respectively. Coliforms bacteria isolated from the honeys were detected at species level as *Klebsiella pneumoniae*, *Klebsiella aerogenes*, *Enterobacter cloacae*, *Proteus mirabilis*, *Proteus vulgaris*, *Serratia marcescens* and *Klebsiella oxytoca*; and the isolates belong to *Staphylococcus* spp. were found at species level as *Staphylococcus hominis*, *Staphylococcus epidermidis*, *Staphylococcus hemolyticus* and *Staphylococcus capitis* bacteria. None of honey samples were found to be contaminated by *Escherichia coli* or *Staphylococcus aureus*.

Conclusion: It was indicated high amount of microorganisms have effect on the shelf life and quality of honey. As a conclusion, if an effective management system

is implemented at all stages from beehive to table by the help of the most appropriate monitoring and control conditions, it will provide to reduce the risk of contamination with such microorganisms.

Key Words: Honey, microbiological quality, hygiene, species, diversity



2. GİRİŞ ve AMAÇ

Bal arıları tarafından doğal olarak üretilen, eski çağlardan günümüze kadar besin içeriğinin yanı sıra geleneksel ve modern tıp ile kozmetik sanayi gibi farklı alanlarda kullanılmakta olan ve popülaritesini hiçbir zaman kaybetmeyen bal, geçmişte olduğu gibi günümüzde de insan hayatına olan olumlu katkıları sunmaya devam etmektedir (1). Küresel düzeyde bal tüketiminin istikrarlı bir şekilde artmaya devam ettiği günümüzde bu artışın nedenleri arasında dünya nüfusunun artması ve gençler de dahil tüketicilerin artan düzeyde doğal gıda tüketme talepleri yer almaktadır (2). Yapılan projeksiyonlar dünyada bala olan talebin gelecek yıllarda daha da artacağı yönünde tespitler bulunmaktadır.

Ancak bal faydalı içeriğinin yanı sıra kovandan sofraya kadar olan aşamalarda hem ürünün raf ömrü üzerine etkili hem de gıda kaynaklı zehirlenmelere neden olabilen farklı özellikteki mikroorganizmalar ile kontamine olabilmektedir. Bilimsel literatüre bakıldığında bal ile ilgili yapılan araştırmaların önemli bir kısmının balın fiziko-kimyasal ve antimikrobiyal özellikleri üzerine yoğunlaştığı, mikrobiyal flora ve kalite ile ilgili daha az çalışmanın olduğu görülmektedir (3).

Bu tez çalışmasında 150 bal örneği, balın normal florasında olan ve/veya farklı yollar ile bala bulaşabilme potansiyeline sahip bazı mikroorganizmaların hem tür düzeyinde tespiti hem de balın genel mikrobiyal kalitesi ile ilgili fikir verebilecek mikrobiyolojik parametreler yönünden analizlerinin gerçekleştirilerek halk sağlığı ve ürün güvenliği açısından değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

3. GENEL BİLGİLER

3.1. Balın Tarihçesi

Arı ürünlerinden biri olan balın kim tarafından kaç yılında bulunduğuna yönelik kesin bir bilgi olmamasına rağmen yapılan çalışmalara göre, İspanya'nın Valencia şehrindeki Arona mağarasının duvarında 6000 yıl öncesine ait olduğu tahmin edilen ve bal hasat eden kız figürü keşfedilmiştir (4). Geçmiş dönemde yaşayan büyük medeniyetlerden, Hitit, Sümer, Mısır, Roma ve Yunan medeniyetleri gibi birçok medeniyet balı bazı hastalıkların tedavisinde kullanmışlardır. Yapılan kazılarda bulunan 4000 yıllık toprak levhaların üzerindeki çivi yazısından Hititlerin arıcılıkla uğraştıkları ve arı ürünlerini bildikleri gösterilmektedir. Mısır piramitlerinde ağzı kapalı bal küplerinin bulunması Mısır'lıların bala önem verdiği bir kanıttır. Romalılar balın panzehir olduğuna inanmakta, Hipokrates tüm hastalıklara karşı balı tedavi amaçlı kullanmış ve balı hava ve su ile eşdeğer tutmuştur. Bazı hekimlerde çeşitli hastalıklara karşı balı tek başına veya bitkilerle karıştırıp ilaç olarak kullandıkları bildirilmektedir (<http://www.hekimce.com>, Erişim Tarihi 11 Mayıs 2018). İncil Matta 4'te, Kur'an-ı Kerim Nahl Süresi ve Tevrat'ta balla ilgili bilgilerin olması kutsal kitaplarda da arı ürünlerine yer verildiğini göstermektedir (Kur'anı Kerim, Tevrat, İncil ve Zebur). Yunanistan arşivlerinde yer alan Aristo ve Pilinus'a ait eserlerde Karadeniz Bölgesi'nin doğusunda Ordu ili yakınlarında sefer dönüşü muhafızların konaklama yaptıkları esnada tükettikleri baldan zehirlenerek 48 saat bilinç kaybı yaşadıklarından bahsedilmektedir (5).

Anadolu'da yapılan kazılar sonucu günümüzden yaklaşık 9 bin yıl öncesine ait olduğu tahmin edilen Çatalköy duvar süslemelerindeki üzerine böcek konmuş çiçek resimleri arıcılığın ve arı ürünlerinin bilindiğini göstermektedir (4). Anadolu, Asya ve Avrupa'da hüküm sürmüş Osmanlı İmparatorluğu kaynaklarına bakıldığında Öşr-asel (Bal vergisi), Öşr-i kovan (Kovan vergisi) adı altında üreticilerden alınan vergilerden bahsedilmektedir (<http://www.hekimce.com>, Erişim Tarihi 21 Mayıs 2018).

3.2. Dünya’da Bal Üretimi

Arıcılık dünyada yaygın olarak bilinen sektör olmasının yanı sıra ekonomik değer olarak da sürekli büyümektedir. Çoğunlukla bu büyüme arıcılık ürünlerinin kimya endüstrisinde, gıda endüstrisinde, sağlıkta ve kozmetik endüstrisinde kullanılmasından kaynaklanmaktadır. Ayrıca arıcılık ürünlerinin (bal, bal mumu, arı sütü, propolis ve arı zehiri) insan sağlığı açısından fark edilmesi de arıcılık sektörünün dünya genelinde hızlı gelişen sektörler arasında yer almasında önemli bir rol oynamaktadır. Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO)’nün verilerine göre 2013 yılında dünya genelindeki kovan sayısı 89 930 087 adet, bal üretimi toplam 1 663 798 ton olarak belirtilmiştir (<http://www.fao.org> Erişim Tarihi 20 Mayıs 2019).

Dünyada kovan başına ortalama bal üretimi 22 kg’dır. Kovan başına bal ortalamasının Kanada (56 kg/kovan), Çin (52 kg/kovan), Meksika (39 kg/kovan), Arjantin (27 kg/kovan) ve ABD (26 kg/kovan) gibi ülkelerde dünya ortalamasının üstünde olduğu ifade edilmektedir. Hindistan’da ise 5 kg/kovan civarında olduğu tahmin edilmektedir (<http://www.fao.org> (2017) Erişim Tarihi 20 Mayıs 2019). Dünyadaki yaklaşık 90 milyon adet kovanın yaklaşık %20’sinin Çin ve Hindistan’da olduğu belirtilmektedir (<http://www.fao.org> (2017) Erişim Tarihi 29 Mayıs 2019). Birleşmiş Milletler Tarım Örgütü verilerine göre dünyada bal üretiminde söz sahibi olan ülkelerin üretim miktarları Tablo 1’ de verilmiştir (<http://www.fao.org> (2017) Erişim Tarihi 23 Mayıs 2019).

Tablo 1: Dünya ülkelerinin bal üretiminin sıralaması (FAO 2017)

Sıralama	Ülke	Üretim Miktarı (ton)
1	Çin	466 000
2	Türkiye	95 245
3	Arjantin	80 000
4	Ukrayna	74 000
5	Rusya	68 010

Dünya bal ithalat – ihracatına bakıldığında 2014 yılı verilerine göre dünya genelinde 623,5 bin ton bal ihraç edilirken bu balın parasal değerinin yaklaşık 2,29 milyar dolar civarında olduğu belirtilmektedir. Dünya’da en çok bal ihraç eden ülkeler arasında Çin, Arjantin, Yeni Zelanda, Meksika, Almanya, Vietnam, Ukrayna yer alırken; ithal eden ülkeler ise ABD, Almanya, Japonya, İngiltere, Fransa, İsviçre, İtalya, Avusturya gibi ülkeler şeklinde sıralanmaktadır (<http://1.bp.blogspot.com/bal-ihracat-ülkeler> (2017) Erişim tarihi: 22 Mayıs 2019).

3.3. Türkiye’de Bal Üretimi

Dört farklı mevsimin yaşandığı Türkiye topoğrafik yapısı, geniş bitki florasının olmasının yanında, yaylaları, geniş çam ormanları, portakal, limon gibi narenciye türleri, değişik türde meyve ağaçları, sanayi bitkileri, püren, geven, orman gülü gibi arıcılık için gerekli olan doğal kaynaklara sahiptir (6). Dünya’da yaklaşık 50 milyon bal arısı kolonisi yaşamakta olup bunun yaklaşık 5 milyonunun Türkiye’de olduğu tahmin edilmektedir (7).

Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) 2015 yılı verilerine göre Türkiye’de 7 709 636 kovan varlığı ile toplam 107 665 ton (Tablo 2) bal üretimi gerçekleşmiştir (8). Fakat dünyada kovan başına bal üretim ortalaması 22 kg/kovan iken, bu değer Türkiye’de 15 kg/kovan ile dünya ortalamasının oldukça altında olduğu görülmektedir (9). Türkiye’de 2014 yılında yaklaşık 102 bin ton bal üretilirken 5 bin ton bal ihracatı gerçekleştirilmiş olup; ihracat yapılan ülkelerin başında Almanya, ABD, Ürdün, Macaristan, Irak, Suudi Arabistan, Avusturya, KKTC, Belçika ve İspanya gibi ülkelerin gelmektedir (<http://www.tuik.gov.tr> Erişim tarihi: 26 Mayıs 2018).

2016 yılı TÜİK verilerine göre Türkiye’de yaklaşık 8 milyon kovan ve 84 bin kayıtlı arıcı bulunurken 105 bin ton bal üretimi yapılmıştır. Raporla göre Türkiye’de en çok bal üreten iller sıralamasında Muğla birinci, Ordu ikinci ve Adana üçüncü sırada yer almaktadır (Tablo 3).

Tablo 2: Yıllara göre Türkiye’de bal üretim miktarı (TÜİK 2016)

Üretim Miktarı/ Yıl	Kovan Adet	Bal Üretimi (ton)
2004	4 399 725	73 929
2005	4 590 013	82 336
2006	4 851 683	83 842
2007	4 825 596	73 935
2008	4 888 961	81 364
2009	5 339 224	82 003
2010	5 602 669	81 115
2011	6 011 332	94 245
2012	6 348 009	89 162
2013	6 641 348	94 649
2014	7 082 739	103 525
2015	7 709 336	107 665

Tablo 3: İllere göre bal üretim miktarları (TÜİK 2016).

Sıra	İl	Üretilen Bal (Ton)
1	Muğla	15 282
2	Ordu	15 039
3	Adana	9 715
4	Aydın	3 445
5	Sivas	3 039
6	Mersin	2 884
7	İzmir	2 877
8	Antalya	2 711
9	Balıkesir	2 638
10	Siirt	2 026

3.4. Arı Ürünleri

En çok bilinen arı ürünleri arasında %99,4 ile bal ilk sırada yer alırken bunu sırasıyla polen %61,6, arı sütü %52,8, balmumu %46,4, arı zehiri %16,3 ve propolis %8,9 ile takip eder (10).

3.4.1. Bal

Türk Gıda Kodeksi (TGK) Bal Tebliği (2012/58 sayılı)'ne göre bal; “Bal arıları (apis mellifera) bitkilerin sığılarını, bitkiler üzerinde yaşayan canlıların salgılarını ve çiçek nektarlarını topladıktan sonra arılar tarafından salgılanan özel salgılarla karıştırıp değişikliğe uğratarak, balmumu peteklerine biriktirdikleri karışım” olarak tanımlanmaktadır (<http://www.mevzuat.gov.tr/Metin.Aspx?MevzuatKod=9.5.16425&MevzuatIliski=0&sourceXmlSearch=Bal%20Tebli%C4%9Fi>, 8 Mayıs 2019). Bal arıları farklı farklı bitkilerden topladıkları salgı ve nektarları ilk önce bal keselerinde biriktirirler. Daha sonra burada sindirim sıvıları ile karıştırarak kuluçka anında tüketmek için bal mumundan elde edilen arı kovanı içerisindeki peteklere püskürtürler. Bu püskürtülen balın su oranı çok yüksek olduğundan arılar kovan içerisinde kanat çırpma hareketi ile hava değişimi oluşturarak su oranını %17-18'lere kadar düşürürler. Bileşimindeki suyu azalan karışım nektar ve arıdan gelen enzimlerin etkisi ile olgunlaşarak bala dönüşür (10).

3.4.2. Polen

Polen; bitkilerin erkek cinsiyet hücreleri tarafından üretilir ve dişi organın döllenmesini sağlar. Bal arıları bu poleni yavru arıların besin ihtiyacını karşılamada temel besin olarak kullanırlar. Polen protein, vitamin ve mineral madde kaynağıdır (http://www.tarimkütüphanesi.com/arı_ürünleri_ve_özellikleri, Erişim Tarihi 27 Mayıs 2019). Bu zengin içeriği sayesinde insanların günlük alması gereken aminoasitleri, vitamin ve mineralleri yeterli ve dengeli olarak barındırır. Polen yapısında 18 değişik amino asit, farklı 10 mineral, B, C, D, E vitaminleri, doğal hormonlar, enzimler, koenzimler, pigment, karbonhidrat ve fermentler bulunmaktadır. Polenin metabolizmayı düzenlemenin yanında, kansızlığı (anemi) önlemede, yorgunluğu azaltmada ve metabolizmayı hızlandırmada faydalarının olduğu bildirilmektedir (http://www.tarimkütüphanesi.com/arı_ürünleri_ve_özellikleri, Erişim Tarihi 13 Mayıs 2019).

3.4.3. Propolis

Propolis; arıların bitkilerden topladığı, yapışkan, 15 °C'de sert ve kırılman, 30 °C'de yumuşak ve bükülebilir, kaynağına göre sarı ile siyah arasında renk alabilen bir maddedir. İşlemden geçen propolis yapısında, %50-55 reçine ve balsam, %20-35

bitki kaynaklı mumlar, %10-15 eterik ve esansiyel yağlar, %2-5 polen, az miktarda organik ve inorganik bileşiklerden oluşur. Propolisin yapısında yer alan flavon ve flavonoidler propolise antifungal, antiviral ve antibakteriyel özellik kazandırır (11).

Propolis romatizma, astım, gut hastalığının tedavisinin yanı sıra ve sinirleri yatıştırma da kullanılmaktadır. Ayrıca propolisin beyin cerrahisinde kanamayı engellediği ve propolisli merhemlerin antibakteriyel etkileri artırdığı, antidiyabetik aktivitesinin bulunduğu, kapiller damarları güçlendirdiği, doku yenileyici olduğu ve habis tümör hücrelerinin gelişimini engellediği belirtilmektedir (12).

3.4.4. Arı zehiri

İşçi arılarda bulunan bezlerden arı zehiri üretilerek zehir kesesinde depo edilir. İşçi arılar genelde 12 günlükken zehir üretmeye başlar 20 günlük olduklarında zehir salgılama özellikleri azalır ve zehir üretme kabiliyetlerini giderek kaybederler (http://www.tarimkütüphanesi.com/arı_ürünleri_ve_özellikleri, Erişim Tarihi 29 Mayıs 2019). Arı zehirinin birleşiminde mellitin, fosfolipaz A, apamin, hyaluronidaz, MCD-peptidi ve histamin yer alır. 1860'lı yıllardan günümüze kadar arı zehri, eklem rahatsızlıklarında, romatizmal hastalıklarda, gribal enfeksiyonlarda kullanılmaktadır (13, 14).

3.4.5. Bal mumu

Balmumu 2-3 haftalık periyotta yer alan işçi arıların sindirim halkalarında bulunan mum salgı bezlerince salgılanır. Sıvı halde salgılanan beyaz renkli mum hava ile temas sonucu katılaşıp pulcuk haline gelir ve rengi koyulaşır. Balmumu eter ve kloroformda erir fakat suda erimez. Arılar 6-10 kg bal yiyerek sadece 1 kg balmumu üretirler (http://www.tarimkütüphanesi.com/arı_ürünleri_ve_özellikleri, Erişim Tarihi 29 Mayıs 2019). Bal mumu, arıcılıkta kullanılan petek yapımında, mobilyacılıkta, boya endüstrisinde, aksesuar endüstrisinde, mutfak malzemeleri yapımında, ışık kaynağı olan mum üretiminde, parfümeri ve kozmetik endüstrisinde kullanılır.

3.4.6. Arı sütü

Arı sütü, yeni üreyen genç işçi arıların 5-15 günlük olduğu dönemde baş kısımlarında bulunan salgı bezlerinden salgılanan krem-sarı beyaz renkte özel bir

besindir. Arı sütü insanın sağlığı ve beslenmesi için gerekli olan önemli maddeleri içerir. Arı sütünün bileşiminin %66'sını su, %14,5'ini karbonhidratlar, %4,5'ini lipidler, %13'ünü aminoasitler oluşturur. Arı sütü A, B, D, C, E vitaminlerini ve bazı mineral maddeleri içerir ([http://www.tarimkütüphanesi.com/arı ürünleri ve özellikleri](http://www.tarimkütüphanesi.com/arı_ürünleri_ve_özellikleri), Erişim Tarihi 28 Mayıs 2019). Arı sütü bronşial astımın, damar sertliğinin, sindirim sistemi organlarından mide ve bağırsak hastalıklarının ve romatizma benzeri rahatsızlıkların tedavisinde kullanılmaktadır.

3.5. Balın Faydaları

Arkeolojik kazılarda bulunan eski uygarlıklara ait yazıtlarda ve dini kitaplarda yer verilen bal, insanlar için oldukça şifalı bir gıda olmasının yanı sıra bilimsel olarak kimyasal yapısının incelenmesine yönelik yapılan araştırmalarda insanlar için birçok faydalı besin maddesi içerdiği belirlenmiştir (15). Yüksek enerjili organik maddeler içeren bal tat ve aromasının yanında doğal gıda olarak kabul görmesinden dolayı insanlar tarafından besin ve enerji kaynağı olarak tüketilir. Yüksek enerji ve efor gerektiren spor dalları ile uğraşan sporcular hızlıca enerjiye dönüşen ve yorgunluğa iyi gelen besinler tükettikleri için balı tercih ederler. İtalya'nın Lazio bölgesinde yapılan bir çalışmada balların insanlar için elzem olan sodyum, kalsiyum, potasyum, magnezyum ve demir bakımından oldukça zengin olduğu belirlenmiştir (16).

Organik, inorganik madde ve mineraller içeren bal çocuklar için önemli bir besin kaynağıdır. Bir yaşından büyük ve yeterince anne sütü alamayan bebeklerde yetersiz olan mineraller ballı ek gıdalar vasıtasıyla karşılanabilmektedir. Bal içerisinde barındırdığı demir ve C vitamini ile günlük ihtiyaç çok rahat karşılar. Ayrıca sabah kahvaltısında 50 gr bal tüketmek bağırsak sistemini düzenler, öksürüğü ve diyareyi baskılar (15).

3.6. Balın Sınıflandırılması

Balların sınıflandırılmasında balların orijini, ticari satış (pazarlama) biçimi ve balın nem miktarı dikkate alınır (17).

3.6.1. Orijinine göre ballar

3.6.1.1. Çiçek balı

Bal arıları bazı bitkilerin çiçeklerinden topladıkları nektarları peteklerde depolayarak olgunlaşmaya bırakırlar. Daha sonra olgunlaşan balda nektarın toplandığı çiçeğin tat ve aroması hissedilir. Bundan dolayı ballara çiçeklerin isimleri verilerek çiçek balı diye sınıflandırılır. Turunçgil balı, üçgül balı, geven balı, püren balı bunlara örnektir (18-20).

3.6.1.2. Salgı balı

Bal arılarının çam ağacı, ıhlamur bitkisi, meşe ağacı gibi bitki özü salgısı yapan bitkilerin veya bu bitkilerin üzerinde yaşayan canlıların salgılarını kullanarak elde ettikleri ballara denir (18).

3.6.1.3. Besleme bal

Bal arılarının bal yapımı için nektar ve salgı bulamadığı hava koşullarının, iklimin, bitki örtüsünün elverişsiz olduğu durumlarda arıcılar tarafından arı kovanlarının yakın bölgelerine glikoz çözeltileri bırakılarak arıların bunlarla beslenmesi sonucu, arıların ürettikleri tadı yavan ve açık renkli ballara denir. Bu besleme balların sakkaroz değeri normalden %10 daha yüksektir (18).

3.6.1.4. Zehirli bal

Bal arılarının orman gülü gibi zehirli bitkilerin çiçeklerinden nektar veya salgı toplayarak zehirin bala geçmesi sonucu elde edilen bala denir. Orman gülü bitkisinden elde edilen baldaki zehirlenmeye neden olan madde grayanotoksindir (21). Bu balı tüketen kişilerde kardiyovasküler ritim bozukluğu, solunum yollarında yanma, kaşıntı, ciltte ve gözde kızarma, baş ağrısı, tansiyon, geçici körlük ve

şuur kaybı gibi zehirlenme belirtileri görülür. Bir kaşık bal tüketilmesiyle genellikle 1-1,5 saat içinde etkileri görülmeye başlar. Hafif etkiler tıbbi müdahaleye gerek kalmadan 24 saat içinde kendiliğinden geçer (22).

3.6.2. Piyasaya sunuluş şekline göre ballar

3.6.2.1. Petek bal

Petekli olarak piyasaya sunulan ballardır. Petek doğal ve temel petek bal olmak üzere ikiye ayrılır. Petek doğal bal bir bütün halinde peteğin ve içerisindeki balın arılar tarafından üretildiği ve bu haliyle tüketiciye sunulan baldır. Temel petek bal ise sterilize edilmiş bal mumunun, her iki yanı prenslenerek levha şekline getirildikten sonra arı kovanına yerleştirilmesi sonucunda arıların bunu bal ile doldurup olgunlaştırması ile elde edilen baldır (23).

3.6.2.2. Süzme bal

Petekli balın sıcaklığı 35 °C'yi geçmediği bir ortamda santrifüj edildikten sonra dinlendirilmesi ve süzülmesi ile elde edilen baldır. Kristalize süzme bal çeşitli nedenlere bağlı olarak az veya çok şekerlenmiş krema kıvamındaki baldır. Pres bal ise ortam sıcaklığının 40 °C ve daha düşük olduğu durumlarda petekli balın basınç kullanılarak süzdürülmesi ile elde edilen bal olarak tanımlanır (23).

3.7. Balın Kimyasal Yapısı

Balın kimyasal yapısının %80'lik kısmını glikoz, fruktoz, sakkaroz ve maltozdan oluşan şeker grubu, %17'lik kısmını su ve geri kalan %3'lük kısmını ise protein, demir, bakır, potasyum, kalsiyum gibi mineraller ve enzimler oluşturur (Tablo 4) (20, 24, 25).

Türk Gıda Kodeksi (TGK) Bal Tebliğine (Tebliğ No:2012/58) göre bala dışarıdan katkı maddeleri dahil herhangi bir madde eklenemez. Balın doğal bileşiminde bulunmayan organik ve/veya inorganik maddelerden arı olması gerektiği belirtilmektedir (<http://www.mevzuat.gov.tr/Metin.Aspix?MevzuatKod=9.5.16425&MevzuatIliski=0&sourceXmlSearch=Bal%20Tebli%C4%9Fi>, Erişim Tarihi 8 Mayıs 2019).

Tablo 4: Balın bileşimi (26)

Bileşimi	Ortalama %
Su	17,20
Fruktoz	38,39
Glikoz	31,28
Sakkaroz	1,31
Maltoz	7,31
Yüksek şekerler	1,50
Ham protein	0,26
Kül	0,17
Diğer maddeler	2,21

3.7.1. Baldaki enzimler

Balın yapısında bulunan enzimlerden diastaz (amilaz) bitki nektarı veya arı kökenli olup balın tazeliğinin tespitinde önem arzeder (27). İnvvertaz enzimi bal arıların topladıkları çiçek nektarlarının bala dönüşümünden sorumludur. Bal arılarının başlarındaki salgı bezinden salgılanan gluko-oksidad enzimi nektarların invvertaz vasıtası ile glikozu hidrojen peroksit ve glukonik asite dönüştürür. Bu dönüşen glukonik asit balı korurken, hidrojen peroksitte katalaz yardımı ile oksijenli suya dönüşür (26). İnvvertaz ve amilazın aktiviteleri ısı ile olumsuz yönde etkilenirken ısı arttıkça enzimlerin etkinliği azalır, hidroksimetilfurfurol (HMF) içeriği artar. Yılmaz ve Küfrevioğlu (2001) tarafından muhafaza süresinin diastaz aktivitesi üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, ortalama diastaz aktivite değeri 14,6 olarak saptanan bal örneklerinin 20 ± 5 °C’de bir yıl muhafaza edilmesi sonucu diastaz aktivitesinin azalarak ortalama değerinin 10,7’ye düştüğü bildirilmiştir (28). Başka bir çalışmada balın 6 aylık muhafazasında asit fosfataz enzim miktarında önemli azalmaların olduğu bildirilmiştir (29).

3.7.2. Baldaki asitler

Balda bulunan asitler balın tatlılık özelliğini azaltırken mikroorganizmalara karşı dayanıklılığını ise artırır. Bal arıları tarafından bal petekleri sırlanmadan petek gözlerine enjekte edilen formik asit balın olgunlaşmasına etki ederek balın pH’sını düşürür. Bal pH değerinin düşük olmasından dolayı genelde asidik reaksiyon göstermekte ve pH’sı 3,5-5,5 arasındadır (29). Balda yüksek asit değerinin tespit

edilmesi ise balın sırlanmadan hasat edildiğinin ve zamanla balın fermentasyona uğraması ile asetik asit oluştuğunu gösterir. Balın yapısında asetik asitin, bütirik asit ve laktik asitin kaynağı tam olarak bilinmemektedir (24).

3.7.3. Baldaki vitaminler

Bal vitaminler bakımından diğer gıda maddelerine göre oldukça fakirdir. Balda A vitaminin bulunmazken B grubu vitaminlerden bazıları (B₁, B₄), C, E, K, tiamin, riboflavin, askorbik asit, niasin, biyotin ve folik asitin gibi vitaminler düşük düzeylerde de olsa bulunabilmektedir (30).

3.7.4. Balda bulunan mineraller

Balın bileşimindeki mineral maddelerin %0,02 ile %1,0 arasında değişiklik göstermektedir (31). Mineral madde miktarı, balın oluşumunda etkili olan bitkinin nektar kompozisyonuna bağlıdır. Nektarı alınan bitkinin yetiştiği toprağın yapısı ve suyu; elde edilen balın mineral madde içeriğini etkileyebilmektedir (32). Bal içerisinde en fazla potasyum, kalsiyum, fosfor ve daha az miktarlarda da sodyum, klor, kükürt, magnezyum, mangan, bakır, iyot demir ve çinko bulunmaktadır. Balın mineral madde açısından diğer gıda maddelerine göre iyi bir kaynak olmadığı söylenebilir (33).

3.7.5. Hidroksimetilfurfurol (HMF)

HMF gıdalara çeşitli yollarla uygulanan ısı işlemlerine bağlı olarak şekerlerin indirgenerek aminoasitlerle oluşturduğu enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonu (Maillard) ya da heksozların dehidrasyonu sonucunda ortaya çıkar. HMF'nin bal için üst sınırı 40 mg/kg'dır. Balın bu sınırı geçmesinde depolama süresi ve uygulanan ısı etkilidir. HMF taze ballarda çok düşükken invert şeker katılan ballarda bu değer 150 mg/kg'dan fazla olabilmektedir (34-36).

Balda HMF oluşumu; pH, sıcaklık, ısıtma süresi ve şeker yoğunluğuna bağlı olduğundan HMF değeri balın kalitesini belirlemede de kullanılır. Balın hasat edilmesinden sonraki aşamada süzme işlemini kolaylaştırmak ve kristalleşmeyi geciktirmek için ısı işlemi uygulanabilmektedir. Ancak 45 °C'den yukarı sıcaklık uygulamaları diastaz aktivitesinde azalmaya neden olur. Bu durumda balın tağşiş edildiğinin ya da 45 °C'nin üstünde ısı işlemi uygulandığını gösterir. Balların fiziksel

ve kimyasal yapısının araştırıldığı bir çalışmada 40 °C'de bekletilen balların HMF miktarlarındaki artışın daha az olduğu tespit edilmiştir (37).

Estevinho ve ark. (2012) Portekiz organik funda balının (*Erica sp.*) kimyasal özelliği üzerine yaptıkları analizlerde pH 3,7, nem %15,6, HMF 1,1 mg/kg, diyastaz 15,3, serbest asitlik 40,3 meq/kg, invert şeker %67,8 ve sakkaroz değeri %2,7 olarak tespit etmişlerdir (38).

2015 yılında Türkiye'de 12 farklı monofloral bal örneği kullanılarak yapılan bir çalışmada kestane, geven, akasya ve ıhlamur ballarının sırasıyla nem (%), diyastaz ve HMF (mg/kg) değerlerini %19,7, %17, %20,8 ve %19,8; 9,12, 9,05, 12,6, ve 9,2; 9,28 mg/kg, 4,6 mg/kg, 12,56 mg/kg ve 2,51 mg/kg olarak bildirilmiştir (39).

Etiyopya'da Haremma ağacı ballarında yapılan bir araştırmada nem, indirgen şeker, sükröz, suda çözünemeyen katı madde, kül, serbest asit, pH, HMF içeriği ve elektriksel iletkenlik sırasıyla $17,89 \pm 1,02 \text{ g}/100 \text{ g}$, $69,48 \pm 1,72 \text{ g}/100 \text{ g}$, $2,43 \pm 1,02 \text{ g}/100 \text{ g}$, $0,12 \pm 0,08 \text{ g}/100 \text{ g}$, $0,19 \pm 0,09 \text{ g}/100 \text{ g}$, $34,57 \pm 4,80 \text{ meq}/\text{kg}$, $3,87 \pm 0,16$, $0,84 \pm 0,46 \text{ mg}/1000 \text{ g}$, $0,70 \pm 0,04 \text{ mS}/\text{cm}$ olarak tespit edilmiştir (40).

Ankara'da satışa sunulan süzme balların Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği'ne uygunluğunun araştırıldığı bir çalışmada örneklerin nem değerleri %13,0 ile 25,0 arasında, asitlik değeri 8,23 ile 33,21 meq/kg arasında, HMF değeri 11,13 ile 256,27 mg/kg arasında diastaz etkinliği 0 ile 29,4 arasında, invert şeker oranı %23,4 ile 89,2 arasında, sakkaroz değeri 0 ile 23,6 arasında ve kül oranı %0,11 ile 0,72 arasında olduğu saptanmıştır (41).

Çiftçi (2014) Konya yöresinden hasat dönemlerinde temin edilen yöresel yayla çiçek ve püren ballarından, 20'şer adet olmak üzere toplam 40 adet bal numunesini analiz ettiği bir çalışmada, yayla çiçek ve püren bal numuneleri arasında % nem, HMF, prolin, serbest asitlik, früktoz ve diastaz değerleri açısından farklılıkların istatistiksel açıdan önemli olduğunu belirtmiştir ($P < 0,05$). Aynı çalışmada bal numuneleri arasında elektriksel iletkenlik, suda çözünmeyen katı madde, % glikoz ve C4 değerleri bakımından ise fark olmadığı bildirilmiştir (42).

Yardibi (2008)'nin yaptığı bir araştırmada, Tekirdağ yöresine ait ayçiçeği ballarının kül, nem, asitlik, HMF, diastaz aktivitesi, sakaroz ve invert şeker değeri ile fruktoz/glikoz oranı incelenmiştir. İnceleme sonucunda numunelerin ortalama kül oranı %0,23 olarak, nem miktarı %18,02 olarak, asitlik değeri 30,75 meq/kg, diastaz etkinliği 20,06 olarak, sakaroz değeri %2,22 olarak, invert şeker değeri %74,9 olarak ve fruktoz/glikoz oranı 1,14 olarak bulunmuştur (43).

Derebaşı ve ark. (2014)'lerinin yaptığı çalışmada, Karadeniz bölgesinin 18 ilinde üretilen 209 petekli bal örneğinde; ortalama kül $0,20 \pm 0,01$, nem % $16,66 \pm 0,12$, pH $5,42 \pm 0,02$, asitliği $24,97 \pm 0,27$ meq/kg, diastaz $10,45 \pm 0,26$, HMF $8,86 \pm 0,38$ mg/kg, elektriksel iletkenlik $0,48 \pm 0,03$ ms/cm, invert şeker % $67,54 \pm 0,49$ ve sakkaroz % $3,62 \pm 0,13$ olarak tespit edilmiştir (44).

3.8. Balın Fiziksel Özellikleri

3.8.1. Balın rengi

Balın rengi açık renk ile koyu kahve arasındadır. Bu renk aralığı balın elde edildiği bitkisel kaynak ve balın muhafaza süresiyle doğrudan ilişkilidir. Balın fiziksel görünümü ise içerisinde bulunan polen benzeri maddelerin yoğunluk durumuna göre değişir. Bilinen ve sıkça rastalanan bal renkleri açık sarı, kırmızımtırak, grimsi kahverengi, koyu yeşilimsi ve kahverengidir. Bu bal renkleri balların yapısındaki flavonoidlere göre açık renk ile koyu renk arasında değişirken bala renk veren klorofil, karoten ve ksantofil maddeleridir (45, 46). Flavonoidler bala ayrıca antioksidan özellik de vermektedir. Ballar arasında flavonoid miktarına göre antioksidan özelliği en yüksek olan balın kestane balı olduğu bildirilmektedir (47). Açık renk ballar ile koyu renk ballar kıyaslandığında renk olarak koyu görünen balların aminoasit, şeker, demir, bakır, manganez miktarı açık renk ballara göre fazladır (48).

3.8.2. Balın viskozitesi

Viskozite, balın akıcılığa karşı koyma özelliğidir. Balın viskozitesini su oranı ve sıcaklık belirler. Akışkanlığı yavaş olan koyu balın viskozitesi yüksek, açık renkli ve akışkanlığı fazla olan balın viskozite düşüktür. Balın viskozitesi ile sıcaklık arasında ters orantı vardır.

3.8.3. Balın higroskopik özelliği

Ballar havadan nem çekme özelliğine sahiptir (higroskopik). Bal özel yapısına, şeker ve su içeriğine bağlı olarak havadan nem alır. Bunun sonucunda balın su oranı artar bunun sonucunda bozulma süreci hızlanır. Bu nedenle bal nem geçirmeyen kaplarda nem oranının %58 dolaylarında olduğu ortamda muhafaza edilmesi önerilir (37).

3.8.4. Balın ışığı döndürme özelliği

Bal kaynağına bağlı olarak polarize ışığı sağa ve sola döndürme özelliğine sahiptir. Işığı sola döndüren ballar nektar balları, ışığı sağa döndüren ballar ise saldı ballarıdır. Ayrıca sahte balın tanınmasında kullanılan sakkaroz ışığı sağa döndürür (49).

3.8.5. Tat ve koku

Balın tadı asitlik ile doğrudan orantılı olup yapısında bulunan şekerlerin türü, miktarı ve oranı ile bala uygulanan işlemler ile ilişkilidir. Balın kokusu ise alındığı kaynağa ve bala uygulanan işlemlere bağlı olarak değişkenlik gösterir. Koyu renkli ballar açık renkli ballara göre daha keskin kokulu olduğu bildirilmektedir (50).

3.8.6. Balın özgül ağırlığı

Balın özgül ağırlığı 20 °C'de 1,41- 1,45 g/cm³ arasında olup ortalama 1,4225 g/cm³ kadardır. Bu değer balın içerisindeki su miktarına ve sıcaklığına bağlı olarak değişkenlik gösterir (30).

3.8.7. Balın kırılma indisi

Balın 20 °C'de refraktometre ile ölçülen ve içerisindeki rutubet miktarının tayin edildiğ bir özelliktir. Balın nem içeriğinin %18 olduğu durumlardaki kırılma indisi değeri 1,4171'dir (30).

3.9. Balın Kristalizasyonu

Balın yapısında bulunan şekerin kısmen veya tamamen dibe çökmesine balın kristalizasyonu denir. Kristalizasyon süzme ballarda sıklıkla görülürken petek ballarda daha az sıklıkta görülmektedir. Ballar şeker içeriğinden dolayı kristallesmeye yatkındırlar. Balın kristalize olmasında balın nemi, şeker oranı, elde

edildiği nektar ve ortamın sıcaklığı etkilidir. Çok kristalize olan ballar ise ayçiçeği, kolza ve pamuk ballarıdır. Kristalizasyonun hızını glikoz, fruktoz oranı ve su miktarı belirler (51, 52). Balın kristalize olmasını önlemek için ısı uygulaması, şoklama, ultrasonik dalga ve homojenizasyon gibi yöntemlere başvurulmaktadır (53).

3.10. Balın Fermantasyonu (Ekşimesi)

Balın fermente olması (mayalanması) veya ekşimesi balın bozulmuş olduğunu göstermektedir. Olgunlaşmadan hasat edilen veya muhafaza koşullarına bağlı olarak su oranı ortalamanın çok üzerinde olan ballar maya gibi mikroorganizmaların balların yapısında bulunan şekerleri parçalayarak alkol ve karbondioksit oluşturması sonucunda ballarda ekşime görülür. Ekşime kristalize olarak şekerin dibe çöktüğü ve ortamın nemini çekerek su oranı yükselmiş olan ballarda yoğun görülür. Bu durum şekerlenmiş her balda bozulma olacağı anlamına gelmez. Ancak balın bulunduğu ortamın sıcaklığının yüksek olması ekşime olayını hızlandırır (54). Bal hasat edilirken balın olgunlaşmış ve peteklerin büyük çoğunluğunun sırlanmış olmasına dikkat edilmelidir. Bu şekilde hasat edilen balın şeker oranı yüksek ve su oranı düşük olduğundan fermantasyona uğrama olasılığının çok düşük olacağı belirtilmektedir (54).

3.11. Bal hasadı

Bal arıları tabiatta bulunan bitkilerden elde ettikleri nektar ve salgıları vücutlarında biriktirdikten sonra bu nektar ve salgıları petek gözlerine depolar. Depolanan karışımın su değeri yüksek olup bu değer bal arılarının kovadaki fiziksel hareketleri sayesinde buharlaşarak %17-18 lere kadar düşer. Daha sonra arılar bu petek gözeneklerini mumlar ile kapatarak sırlama yaparlar. Sırlama tüm peteğin 2/3'nden fazla ise ballar hasat edilebilir demektir (3, 55).

3.12. Balın Süzülmesi

Hasat edilen sırlı balların sırları sır bıçağı ile alınır. Sonrasında santrifüj makinasına petekli ballar yerleştirilir. Bu balların süzme işlemi 25-30 °C'de yapılırken süzülen balın mum parçaları ve yabancı cisimlerden arınması elekten geçirilme işlemi ile olur. Daha sonra balın normal rengini alabilmesi için süzülen bal

dinlendirme tankına alınır. Burada 1-2 gün bekletilen balın bulanıklığı ortadan kalkıp normal rengini aldığında süzme işlemi son bulur (55).

3.13. Balın Muhafazası

Balın nem ve koku çekme özelliğinin olmasından dolayı balın ağızları kapatılmış, hava ile teması tamamen ortadan kaldırılmış kaplarda muhafazası gerekmektedir. Bu kapalı kapları seçerken balın asitli yapıda olmasından dolayı plastik yerine cam kavanozlar tercih edilmelidir. Bu ambalajlanan ballar oda sıcaklığında (20-22 °C) tutulmalıdır (3).

3.14. Balda Antibiyotik ve Pestisit Kalıntısı

Balda antibiyotik kalıntı sorunu 1997 senesinde bal analizleri yapılırken balda streptomisine rastlanması ile ortaya çıkmıştır. O tarihten günümüze balda antibiyotik kalıntı analizleri yapılmaktadır. Zamanlarda arıcılıkta kullanılan ilaçların kullanımı ve kullanım amacı gıda kontrol mekanizmaları ile gıda tüketicilerinin sorguladığı bir konu olmuştur (56). Eğer bir veteriner ilacı için belirlenmiş bir Maksimum Kalıntı Limiti (MKL) yok ise bu durumda bu ilacın kalıntısının balda veya petekte bulunmaması gerekir. AB kriterlerine göre Avrupa Birliği ülkelerine bal satışı yapan firmalar ve ülkeler MKL belirtilmemiş ilaçların kalıntıları için, günümüzde genel kabul edilen tespit limiti olan 10 mg/kg (ppb) sınırına uyulması şeklindedir (57).

Türkiye'nin farklı yörelerinden direk bal üreticilerinden toplanan bal örneklerinde tetrasiklin, streptomisin ve sulfanamidin grubu antibiyotiklerin kalıntı düzeylerinin araştırıldığı bir çalışmada bal örneklerinin yaklaşık %15'inde yasaklı olan ve arıcılıkta kullanılmaması gereken bu ilaçların arıcılar tarafından kullanıldığı sonucuna ulaşılmıştır (58).

Bal arısı popülasyonu ve koloni gelişimine zarar veren, verimi düşüren ve kayıp oluşturan baş etken arı hastalığı ve zararlılarıdır (59). Bu arı hastalıkları ve zararlılara karşı pestisit ismi verilen kimyasalların üreticilerce rastgele kullanımı sonucunda arı tahribatları ve balda kalıntı sorunu ortaya çıkmaktadır (60).

Gelişen sanayi ile birlikte çevre kirliliğindeki artış, orantısız nüfus artışı, tarımsal alanlarda kimyasal ilaç kullanımının bilinçsiz olarak yaygınlaşması zararlı

canlıların yanında faydalı böcek ve bitkilerinde yok edilmesi ile yaşam alanlarını bozmaktadır. Bu bozulan ekosistem ise içerisindeki tüm canlıları tehdit etmektedir (61). Bozulan ekosistemde pestisitler konusunda duyarlı olan arılar indikatör olarak kullanılabilir (62). Pestisit kalıntı tespitinde çoğunlukla kromatografik yöntemlerden yararlanılmaktadır (63, 64, 65). Tablo 5’de Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği (2012/58) ve Türk Gıda Kodeksi Pestisitlerin Maksimum Kalıntı Limitleri Yönetmeliği’ne (<http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2016/11/20161125M1-1.htm>, Erişim Tarihi 8 Mayıs 2019) göre pestisitler ve veteriner ilaçlarıyla ilgili kalıntı limitleri verilmiştir.

Tablo 5: Arı ürünlerinde pestisitler ve veteriner ilaçları kalıntı limiti.

Madde	MRL (µg/kg)	Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği
Naftalin	10	Bal Tebliği(2012/58)
Coumafos	100	Veteriner ilaç Maksimum Kalıntı Sınırı Tebliği
Amitraz	200	Veteriner ilaç Maksimum Kalıntı Sınırı Tebliği
Flumethrin	Belirsiz	Veteriner ilaç Maksimum Kalıntı Sınırı Tebliği
Chloramphenicol	Sıfır (0)	Veteriner ilaç Maksimum Kalıntı Sınırı Tebliği
Chloroform	Sıfır (0)	Veteriner ilaç Maksimum Kalıntı Sınırı Tebliği
Chlorpromazin	Sıfır (0)	Veteriner ilaç Maksimum Kalıntı Sınırı Tebliği
Kolşisin	Sıfır (0)	Veteriner ilaç Maksimum Kalıntı Sınırı Tebliği
Dapson	Sıfır (0)	Veteriner ilaç Maksimum Kalıntı Sınırı Tebliği
Dimetridazol	Sıfır (0)	Veteriner ilaç Maksimum Kalıntı Sınırı Tebliği
Metronidazol	Sıfır (0)	Veteriner ilaç Maksimum Kalıntı Sınırı Tebliği
Nitrofurane	Sıfır (0)	Veteriner ilaç Maksimum Kalıntı Sınırı Tebliği

Türkiye’de 2006-2010 yılları arasında şüpheli arı ölümleri ile ilişkili 16 şüpheli zehirlenme olgusunda, arı, petek, ayçiçeği, ot ve ağaç yaprağı gibi materyallerde yapılan pestisit analizleri sonucunda 15 insektisit, 6 naftalen, 3 herbisit, 1 fungusit, 1 antiseptik/dezenfektan ve 1 adet büyüme hormonu tespit edildiği bildirilmiştir (66).

Derebaşı ve ark. (2014)’larının Karadeniz Bölgesi’nde topladıkları 209 bal örneğinde ağır metal, antibiyotiklerin, pestisit ve naftalin kalıntısını araştırdıkları çalışmalarında antibiyotikler açısından %33’ünün, pestisit ve naftalin açısından ise %10’unun FAO, AB ve Türk Gıda Kodeksi gibi ulusal ve uluslararası belirlenen kriterlere uymadığı bildirilmiştir (44).

3.15. Balın Mikrobiyolojik Özellikleri

Bal antibakteriyel, antifungal ve antiviral özelliklere sahip olmasına rağmen hem patojen hem de ürünün raf ömrü ve kalitesi üzerine etkili bazı mikroorganizmalar ile kontamine olabilmektedir. Mikroorganizmal kontaminasyon kovandan sofraya kadar her aşamada gerçekleşebilmektedir. Ballarda bulunan mikroorganizmaların primer kaynağı bal arılarının sindirim sistemi, polen, toprak, hava ve nektar olabilirken, sekonder kontaminasyon kaynağı ise üretim, işleme, taşıma ve muhafaza sırasındaki yetersiz hijyenik koşullarda kaynaklanabilmektedir (30, 67, 68). TKG Bal Tebliği'nde (<http://www.mevzuat.gov.tr/Metin.Aspx?MevzuatKod=9.5.16425&MevzuatIliski=0&sourceXmlSearch=Bal%20Tebli%C4%9Fi>, Erişim Tarihi 18 Nisan 2019) 29/12/2011 tarihli 28157 3'üncü mükerrer sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği (<http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2011/12/20111229M3-5.htm>, Erişim tarihi 18 Mart 2019) ile 17/12/2011 tarihli ve 28145 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan Gıda Hijyeni Yönetmeliği'nde yer alan hükümlerin uygulanacağı belirtilmektedir (<http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2011/12/20111217-5.htm> Erişim Tarihi 25 Mart 2019). TS 3036'ye göre balın mikrobiyolojik özelliği Tablo 6'da belirtilmiştir (45).

Balda *Bacillus*, *Clostridium*, *Corynebacterium*, *Pseudomonas*, *Psychrobacter* ve *Vagococcus* türü bakterilerin varlığı toprak kaynaklı kontaminasyonun göstergesidir (67, 71). Balların hijyenik kalitesi ile ilgili yapılan araştırmalarda balların koliform bakteriler ile insan ve hayvanlar için fırsatçı patojenler arasında olan *Staphylococcus* spp.'nin bazı türleri ile kontamine olduğu bildirilmiştir (67, 72-77). Hasat sonrası balların mikrobiyal yükünün araştırıldığı bir çalışmada santrifüj, paketlenme, taşıma, muhafaza ve satış gibi aşamaların balın mikrobiyal yükünün artmasına neden olduğu saptanmıştır (78, 79). Balın düşük su içeriği ve çok sayıda inhibe edici bileşik bulundurmasına rağmen bazı mikroorganizmalar canlılıklarını sürdürebilmekte ve tüketiciye kadar ulaşabilmektedir (71). Balda maya-küf ve bakteri sporlarının bulunabildiği, ancak mikroorganizmalarının vejetatif formlarının yok denecek kadar az sayıda bulunduğu bildirilmiştir (80, 81). Olgunlaşmadan hasat edilen ballarda su oranı yüksek olduğundan maya ve küfler gelişerek fermantasyona neden olabilmektedir (82).

Tablo 6: TS 3036 Balın mikrobiyolojik özelliği

Mikroorganizma	Numune Alma Planı			Limit
	n	c	m	M
<i>Clostridium botulinum</i>	5	0		Bulunmamalı
Maya ve küf	5	0		Bulunmamalı
<i>Salmonella</i> spp.	5	0		0/25 g-ml
<i>Listeria monocytogenes</i>	5	0		0/25 g-ml
Termotolerant <i>Campylobacter</i> spp.	5	0		0/25 g-ml
<i>Eschericia coli</i> O157:H7	5	0		0/25 g-ml
<i>Staphylococcus aureus</i>	5	2	10 ²	10 ³
<i>Bacillus cereus</i>	5	2	10 ²	10 ³
<i>Clostridium perfringers</i>	5	2	10 ²	10 ³

n: analizi yapılacak örnek sayısını
c: "M" değeri taşıyabilecek en fazla örnek sayısı
m: (n-c) sayıdaki örnekte bulunabilecek en fazla değeri
M: "c" sayıdaki örnekte bulunabilecek en fazla değeri ifade eder.

Azonwade ve ark. (2018) ballarda TMAB sayısını ortalama 180-290 kob/g, maya küf sayısını $8,18 \times 10^2$ ile $1,34 \times 10^3$ kob/g arasında tespit ettiklerini ancak koliform, *Salmonella* spp. ve sülfite indirgeyen anaerob bakterilerine rastlamadıklarını bildirmiştir. Aynı çalışmada kurak mevsimde hasat edilen ballar ile yağışlı mevsimde hasat edilen balların mikrobiyal yük açısından kıyaslandığında yağışlı mevsim ballarının daha yüksek mikrobiyal yüke sahip olduğu bulunmuştur (83).

Grodval ve ark. (2015) Hırvatistan'da satışa sunulan balların mikrobiyolojik kalitesinin belirlenmesi üzerine yaptıkları bir çalışmada *Clostridium* spp., *Enterobacteriaceae* ve *S. aureus* sayısını 10 kob/g'in altında olduğunu belirlemiştir (84).

Erkan ve ark. (2015) Şırnak ilinde satışa sunulan 50 adet bal numunesinde *B. cereus*, sülfite indirgeyen anaerobik bakteriler, toplam mezofilik aerobik bakteri ve toplam mezofilik anaerobik bakterilerin vejetatif formlarının oranını sırasıyla %4 %4 %86 ve %44 olarak tespit ettiklerini bildirmiştir. Aynı çalışmada analiz edilen bal örneklerinin hiçbirinden *C. botulinum*, *C. perfringers* ve sülfite indirgeyen anaerobik bakteri sporları saptanmamıştır (85).

Borum ve ark. (2018) Türkiye'de farklı orijinlerden elde edilen ballarının mikrobiyal kontaminasyonu üzerine yaptığı bir çalışmada TMAB sayısının

4×10^2 - $1,4 \times 10^3$ kob/g, maya sayısının 1-185 kob/g arasında değiştiğini bildirmiştir. Aynı çalışmada örneklerin hiçbirinden koliform tespit edilmemiştir (77).

Omafuvbe ve ark. (2009) Nijerya ballarının mikrobiyal yükünü araştırdıkları çalışmalarında TMAB sayısını $1,0 \times 10^3$ - 5×10^3 kob/g arasında ve sporlu bakteri sayısını 8×10^2 - 2×10^3 kob/g arasında tespit ettiklerini ancak örneklerin hiçbirinden maya ve kf saptanmadığını bildirmiştir (86).

Clostridium botulinum sporları ile kontamine olan bal bebeklerde infant botulizmi olarak bilinen mortalitesi yüksek bir hastalığa neden olur. Nevas ve ark. (2002) 190 bal rneğinde *C. botulinum* sporlarının prevalansının %10,5 düzeyinde olduğunu bildirmiştir (87). Ankara'da yapılan iki ayrı çalışmada incelenen bal örneklerinin numunelerin %12,5 ile %7,6 sından *C. botulinum* ile kontamine olduğu bulunmuştur (88, 89).

3.16. Balın Antimikrobiyal zellikleri

Bal hastalık ve enfeksiyonlara neden olabilen bakteri, maya ve virüsler üzerine inhibitör etkiye sahiptir. Bu etki balın asidik yapıda oluşu, büyük oranda kuru madde (şeker) içermesi ve enzimlerle glukozun parçalanması sonucunda oluşan hidrojen peroksite bağlıdır (81). Genel olarak bal antimikrobiyel yapısından dolayı düşük mikrobiyel yk ve uzun raf ömrüne sahip olması sayesinde doğal gıda koruyucu olarak bilinmektedir (80). Balın *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, ve *Salmonella enterica*, Ser. Typhimurium gibi bakterilere karşı antimikrobiyal etkiye sahip olduğu bildirilmektedir (90).

Ballarda antibakteriyel aktivite ile o balın asitliği arasında doğrudan bir ilişki olmakla beraber balın pH'sı ile hiçbir ilişki yoktur. Bir çalışmada balın yapısındaki benzoik asit, sinamik asit ve flavonoidlerin antimikrobiyal etki gösterdiği tespit edilmiştir (91). Yapılan araştırmalar *S. aerus*'un antibiyotiklere direnç gösterdiği halde bu bakterinin balda yıkımlandığı tespit edilmiştir (92). Bileşiminin %80'i şeker olan bal *E. coli*, *S. aureus*, *Klebsiella pneumoniae* ve *Pseudomonas aureginosa*'ya karşı inhibe edici etkiye sahipken şeker oranının %40'lara düşürüldüğünde bile balın Gram (+) ve Gram (-) birçok bakteriye karşı inhibe edici etkisini devam ettirebilmektedir (93).

Portekiz'in kuzeydoğusundaki bölgelerden elde edilen bal numunelerinin antimikrobiyal özelliklerinin araştırıldığı çalışmada balların, *Staphylococcus aerus*'a karşı yüksek duyarlı olduğu *B. subtilis*, *S. lentus*, *K. pneumoniae* ve *E. coli*'ye karşı az duyarlı olduğu, *P. aeruginosa*'ya karşı ise hiçbir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir (94).

Çiçek ballarının antimikrobiyal etkisinin araştırıldığı bir çalışmada Gram (-) ve Gram (+) toplam 13 gıda patojenine karşı çiçek ballarının yüksek düzeyde antimikrobiyal etki gösterdiği tespit edilmiştir (95).

Bingöl'de üretilen bal ve propolisin antimikrobiyal etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, bal ve propolisin Gram (-) ve Gram (+) bakterilere karşı antibakteriyel ve mantarlara karşı da antifungal aktivitelerinin olduğu tespit edilmiştir (96).

Türkiye'de Karadeniz Bölgesinde yer alan Giresun ve Bayburt illeri ile Doğu Anadolu Bölgesinde yer alan Erzurum, Kars ve Hakkari illerindeki bal üreticilerinden alınan taze çiçek balı numunelerinin antimikrobiyal etkilerinin araştırıldığı çalışmada çiçek ballarının *E. coli* BC 1402, *B. cereus*, *Salmonella* Typhimurim (RSSK 95091) ve *Staphylococcus aerus* (ATCC 2913)'a karşı farklı seviyelerde antimikrobiyal etkileri tespit edilmiştir (97).

Türkiye'de 2007 yılında yapılan bir çalışmada monofloral ve heterofloral bal numunelerinin antimikrobiyal aktiviteleri araştırılmış ve sonuç olarak *Helicobacter pylori*, *S. aerus*, *C. tropicalis* ve *C. albicans*'a karşı orta düzeyde duyarlılık tespit edilmiştir (98). Aynı çalışmada balların renkleri ile antimikrobiyal etkisinin araştırıldığı bu çalışmada koyu renge sahip balların gıda kaynaklı patojenlere karşı inhibe edici etkisinin daha yüksek olduğu belirtilmiştir.

4. GEREÇ ve YÖNTEM

4.1. Gereç

Bu araştırma da materyal olarak kullanılan bal örneği sayısı Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) 2016 yılı Diyarbakır ili merkez nüfus sayısı verilerine göre belirlendi (Tablo 7). Buna göre Diyarbakır ili merkez nüfusu 2016 yılı için 986,492 bin ve bu nüfusun merkez ilçelere göre dağılımı Yenişehir ilçesi için 203,544 bin, Kayapınar ilçesi için 326 154, Sur ilçesi için 116 858 ve Bağlar ilçesi için 337 936 kişi olarak bildirilmiştir (<http://www.tuik.gov.tr>, Erişim Tarihi 11 Mayıs 2017). Bu veriler doğrultusunda Diyarbakır ili merkez ilçelerinin Diyarbakır merkez nüfusuna olan yüzde (%) oranları dikkate alınarak Kayapınar, Yenişehir, Sur ve Bağlar merkez ilçelerinden sırası ile 30 (%20,6) adet, 47 (%33) adet, 17 (%11,8) adet, 56 (%34,6) adet olmak üzere toplam 150 süzme ve petek bal örneği toplandı. Bal örneklerinin tüketici seviyesinde açıkta satışa sunulan bal ve bal ürünleri satışı yapmakta olan şarküteri, semt pazarları ve marketlerden olacak şekilde farklı satış noktalarından toplanmasına dikkat edildi. Ayrıca bal örneklerinin farklı satış noktalarından toplanması sırasında satıcılara balların hangi üretim yılına ait olduğu sorularak balların hasat yılı not edildi. Böylece satıcılar tarafından verilen bilgiler ışığında Temmuz 2017 ile Haziran 2018 tarihleri arasında toplanan 106 adet süzme ve 44 adet petek olmak üzere toplam 150 bal örneğinin tamamının 2017 yılında üretilen ballar olduğu belirlendi (Tablo 7).

Bu çalışmada bal tipine göre analiz edilmesi gereken bal örneği sayısı ise Türkiye’de petek ve süzme bal tüketim düzeyleri dikkate alınarak belirlendi (99, 100). Bu kapsamda 150 bal örneğinin 106 (%71)’si süzme balı ve 44 (%29)’ü petekli bal olacak şekilde 100’er ml’lik steril numune kaplarına alındıktan sonra Dicle Üniversitesi Veteriner Fakültesi Besin/Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Laboratuvarlarına getirilerek mikrobiyolojik yönden analizleri gerçekleştirildi.

4.2. Yöntem

4.2.1. Örneklerin mikrobiyolojik analizler için hazırlanması

Bal örneklerinde mikrobiyolojik analizlerin gerçekleştirilebilmesi amacıyla her bir bal örneğinden aseptik koşullarda steril spatül ve bistüri (petek ballar için) yardımıyla 10g alınarak steril numune alma poşetlerine (Bag Filter, Fransa) bırakıldı. Daha sonra 10g örneğin bulunduğu her bir steril numune alma poşetine 90ml %0,1'lik steril peptonlu su (LABM) ilave edilerek stomacher cihazında (Easy Mix, Fransa) 1 dakika homojenize edildi. Her bir örnekte mikroorganizma sayısının belirlenmesi amacıyla %0,1'lik 9ml peptonlu su bulunduran tüplerde 10^{-1} 'den 10^{-4} 'e kadar seri dilüsyonlar yapıldı.

Örneklerdeki toplam mezofilik aerobik bakteri (TMAB), toplam mezofilik anerobik bakteri (TMAnB), laktik asit bakterileri, maya, küf, *Staphylococcus* spp., koliform ve *E. coli* sayısı dökme plak veya en muhtemel sayı yöntemine göre gerçekleştirilerek belirlendi.

Tablo 7: Nüfus yoğunluğuna göre Diyarbakır ili merkez ilçelerinden toplanan bal örneklerinin dağılımı (TÜİK 2016)

İlçe	Nüfus(bin)	%	Süzme	Petek	Toplam
Yenişehir	203,544	20,6	15	15	30
Kayapınar	326,154	33,0	39	8	47
Sur	116,858	11,8	5	12	17
Bağlar	337,936	34,6	47	9	56
Toplam	986,492	100,0	106	44	150

4.2.2. Analizler

4.2.2.1. Mikrobiyolojik analizler

4.2.2.1.1. Toplam mezofilik aerobik bakteri (TMAB) sayısının belirlenmesi

Mezofilik aerobik bakteri sayısını belirlemek amacıyla daha önceden hazırlanan seri dilüsyonların her birinden 1'er ml alınarak steril petrilere inoküle edildi. Daha sonra Plate Count Agar (PCA) (LABM) besiyeri dökme plak

yöntemi ile bu petrilere ilave edilerek aerobik koşullarda 37 °C'de 24-48 saat olacak şekilde inkübe edildi. İnkübasyon sonrası besiyerinde gelişen bütün koloniler sayıldı (69).

4.2.2.1.2. Toplam mezofilik anerobik bakteri (TMA_nB) sayısının belirlenmesi

Mezofilik anerobik bakteri sayısını belirlemek amacıyla daha önceden hazırlanan seri dilüsyonların her birinden 1'er ml alınarak steril petrilere inoküle edildi. Daha sonra Plate Count Agar (PCA) (LABM) besiyeri bu petrilere teker teker ilave edilerek dökme plak yöntemi ile ekim gerçekleştirildi. Ekim yapılan petrilere kurduktan sonra anerobik koşullarda 30 °C'de 72 saat olacak şekilde inkübasyona bırakıldı. İnkübasyon sonrası gelişen bütün koloniler sayıldı (101).

4.2.2.1.3. Maya ve küf sayısının belirlenmesi

Maya ve küf sayısının tespiti için daha önceden gerçekleştirilen seri dilüsyonların her birinden 1'er ml alınarak steril petrilere teker teker inoküle edildi. Daha sonrasında bu petrilere önceden hazırladığımız %10'luk tartarik asit içeren Potato Dextrose Agar (PDA) (LABM)'a ilave edilerek dökme plak yöntemine göre ekim gerçekleştirildi. Daha sonra petrilere 22±1°C'de 5-7 gün inkübe edilerek gelişme gösteren maya ve küfler ayrı ayrı sayımları yapılarak not edildi (101).

4.2.2.1.4. Laktik asit bakteri sayısının belirlenmesi

Laktik asit bakteri sayısının belirlenmesi amacıyla daha önceden gerçekleştirilen seri dilüsyonların her birinden 1'er ml alınarak steril petrilere inoküle edildi. Daha sonra bu petrilere De Man Rogosa and Sharpe Agar (MRS) (Merck) besiyeri ilave edilerek dökme plak yöntemi göre mikrobiyolojik ekim gerçekleştirildi. Takibinde anaerobik koşullarda 37 °C'de 24-48 saat inkübasyona bırakıldı. İnkübasyon sonrası gelişen bütün koloniler sayıldı (102).

4.2.2.1.5 Koliform grubu bakterilerinin sayısının ve tür düzeyinde dağılımının belirlenmesi

Bal örneklerinde koliform bakteri sayısının tespiti FDA/BAM (2002) tarafından önerildiği şekilde en muhtemel sayı (EMS) yöntemine göre gerçekleştirildi. Bu amaçla 10 g bal örneği + 90 ml %0,1 peptonlu su bulunan her bir numune alma poşetinden (10^{-1} 'lik dilüsyona karşılık gelmektedir) aseptik koşullarda 10 ml, 1 ml ve 0,1 ml alınarak her birinden üçer tüp olmak üzere sırasıyla çift kuvvet 10 ml üç tüp (1:10), tek kuvvet 9 ml üç tüp (1:100) ve tek kuvvet 9 ml üç tüp (1:1000) Lauryl Sulphate Tryptose Broth (LST Broth) (LABM) içeren tüplere ilave edildi. Sonrasında bu tüpler $35^{\circ}\text{C}\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ de 24-48 saat inkübasyona bırakıldı. İnkübasyon sonrası gaz ve bulanıklığın olduğu tüplerden 0,5 ml pipetlerle alındı ve 9 ml'lik Brilliant Green Lactose %2 Broth (BGLB) (LABM) tüplerine inoküle edildi. Bu inoküle edilen tüpler $35^{\circ}\text{C}\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 'de 48 ± 3 saat inkübasyona bırakıldı ve inkübasyon sonunda gaz ve bulanıklığın tespit edildiği tüpler koliform bakteri yönünden pozitif kabul edilerek FDA/BAM (2002) tarafından belirtilen EMS tablosundaki sayısal karşılığı alındı (<https://www.fda.gov/food/laboratory-methods-food/bam-4-enumeration-escherichia-coli-and-coliform-bacteria>, Erişim Tarihi: 12 Eylül 2018).

Koliform bakterilerinin tür düzeyinde dağılımının tespiti amacıyla gaz ve bulanıklık tespit edilen BGLB tüplerinden bir öze dolusu alınarak Violet Red Bile Lactose Agar (VRBLA) (Merck) bulunduran petrilere öze ile ekim yapıldı. Bu petrilere 37°C 'de 18-24 saat inkübe edildi ve inkübasyon sonrası kırmızı ve/veya mor pembe renkte gelişen kolonilerden 3-5 koloni öze yardımıyla alınarak Tryptone Soy Agar (TSA) (LABM) bulunan petrilere transfer edilerek 37°C 'de 18-24 saat inkübe edildi. İnkübasyon sonrası koliform bakterilerinin tür düzeyinde tespiti Vitek Gram (-) identifikasyon kartları kullanılarak Vitek II kompakt (Biomerieux, Fransa) cihazında üretici firmanın talimatları doğrultusunda gerçekleştirildi.

4.2.2.1.6. *Escherichia coli* sayısının belirlenmesi

Bal örneklerinde *E. coli* sayısı FDA/BAM (2002) tarafından önerildiği şekilde en muhtemel sayı (EMS) yöntemi kullanılarak belirlendi. Bu kapsam doğrultusunda koliform bakterilerin sayımı sırasında gaz veya bulanıklığın tespit edildiği LST broth tüplerinden bir öze dolusu kültür alınarak içinde Durham tüpü bulunan 9 ml'lik *Escherichia coli* (EC) Broth (Merck) tüplerine transfer edildi ve bu tüpler 44.5 °C'de 24-48 saat inkübasyona bırakıldı. İnkübasyon sonunda gaz veya bulanıklığın tespit edildiği tüplerden birer öze dolusu kültür alınarak Levine Eosin Methylene Blue Agar (L-EMB, LAM061)'a geçirilerek 35±0.5°C'de 18-24 saat inkübe edildi. Düz ve siyah merkezli, metalik parlaklık gösteren veya göstermeyen 3-5 *E. coli* şüpheli koloni TSA besiyerine doğrulama amacıyla transfer edilerek 37 °C 'de 18-24 saat inkübe edildi. İnkübasyon sonrası *E. coli* şüpheli koloniler Vitek II Gram (-) identifikasyon kartları kullanılarak Vitek II kompakt (Biomérieux, Fransa) cihazında üretici firmanın direktifleri doğrultusunda doğrulandı. Doğrulama aşaması sonrası *E. coli* pozitif olarak belirlenen EC broth tüplerine karşılık gelen FDA/BAM (2002) tarafından belirtilen EMS tablosundaki sayısal karşılıklar alındı (<https://www.fda.gov/food/laboratory-methods-food/bam-4-enumeration-escherichia-coli-and-coliform-bacteria>, Erişim Tarihi: 12 Eylül 2018).

4.2.2.1.7. *Staphylococcus spp.* sayısının ve tür düzeyinde dağılımının belirlenmesi

Bal örneklerinde *Staphylococcus spp.* sayısı FDA/BAM (2002) tarafından önerildiği şekilde %10 NaCl ve %1'lik sodyum piruvat içeren Tryptic Soy Broth (TSB) (Merck) kullanılarak en muhtemel sayı (EMS) yöntemine göre gerçekleştirildi. Bu amaçla 10 g bal örneği + 90 ml %0,1 peptonlu su bulunduran her bir numune alma poşetinden aseptik koşullarda 10ml, 1ml ve 0,1ml alınarak herbirinden üçer tüp olmak üzere sırasıyla 10 ml, 9ml ve 9ml TSB (%10 NaCl ve %1 sodyum piruvat içeren TSB) tüplerine ilave edildi. 10ml'lik TSB tüpleri çift kuvvet, 9 ml'lik TSB tüpleri ise tek kuvvet olacak şekilde hazırlandı. Daha sonrasında ekimi yapılan tüplerin hepsi 37 °C'de 48±2 saat süreyle inkübe edildi. İnkübasyon sonrasında bulanıklık (turbidite) tespit edilen tüplerden bir öze dolusu kültür alındı ve Baird Parker Agar (BPA) (Merck) besiyeri

içeren petrilere geçilerek 37 °C'de 24-48 saat inkübe edildi (<https://www.fda.gov/food/laboratory-methods-food/bam-staphylococcus-aureus>, Erişim Tarihi 10 Eylül 2018). İnkübasyon sonrası BPA'da üreyen en az bir siyah renkli *Staphylococcus* spp. şüpheli koloniler TSA agara transfer edilip sonrasında 37 °C'de 24-48 saat inkübe edildi.

Şüpheli *Staphylococcus* spp. kolonilerin doğrulanması ve tür düzeyinde dağılımı Vitek Gram (+) kartlar kullanılarak Vitek II kompakt (Biomerieux, Fransa) cihazında üretici firmanın direktifleri doğrultusunda belirlendi. Gram (+) kartlarla doğrulama sonrası tipik siyah koloni üremelerinin olduğu petrilere karşılık gelen TSB tüpleri pozitif sayılarak FDA/BAM (2002) tarafından belirtilen EMS tablosundaki sayısal karşılığı alındı.

4.2.3. Veri analizi

Çalışmanın istatistiksel değerlendirilmesi SPSS 24 (IBM SPSS, IBM Corporation, USA) paket programı ile yapıldı. Dökme plak yöntemine göre tespit edilen TMAB, TMANB, maya, küf ve Laktik asit bakterileri \log_{10} kob/g olarak, EMS yöntemi kullanılarak analizi gerçekleştirilen koliform, *E. coli* ve *Staphylococcus* spp. bakterileri EMS/g olarak istatistiksel açıdan değerlendirildi.

Elde edilen verilerin SPSS programında tanımlayıcı (descriptive) analizleri (standart sapma, minimum-maksimum ve ortalamalar) gerçekleştirildi. Normallik analizi sonuçlarına göre verilerin parametrik test varsayımlarını karşıladığı tespit edildi. Bal tipi ile mikroorganizma varlığı ve örneklerin toplandığı ilçeler ile mikroorganizma varlığı arasında istatistiksel farklılığın olup olmadığı pearson ki kare ve/veya student *t* testi ile belirlendi. İstatistiksel önemlilik $P < 0,05$ olarak kabul edildi.

5. BULGULAR

Bu araştırmada 106 adet süzme ve 44 adet petekli toplam 150 adet bal numunesi; toplam mezofilik aerobik bakteri (TMAB), toplam mezofilik anaerobik bakteri (TMAnB), laktik asit bakterileri, maya, küf, koliform, *E. coli* ve *Staphylococcus* spp. sayısı yönünden analiz edilerek değerlendirildi. Analiz edilen toplam 150 bal örneğindeki TMAB sayısı ortalama $3,26\pm 1,08$ log kob/g, TMAnB sayısı ortalama $3,0\pm 0,85$ log kob/g, küf sayısı ortalama $1,76\pm 0,53$ log kob/g, maya sayısı ortalama $2,9\pm 0,84$ log kob/g, laktik asit bakterileri sayısı ortalama $2,93\pm 0,51$ log kob/g, koliform sayısı ortalama 8,37 EMS/g ve *Staphylococcus* spp. sayısı ortalama 0,98 EMS /g olarak tespit edildi. Mikroorganizma sayısı ile bal tipi (petek veya süzme) arasında istatistiksel açıdan herhangi bir farklılık bulunmadı ($P>0,05$), TMAB, TMAnB, küf ve laktik asit bakteri sayısının sırasıyla $3,37\pm 1,07$ log kob/g, $3,07\pm 0,91$ log kob/g, $2,94\pm 0,43$ log kob/g, $2,88\pm 0,49$ log kob/g bulunduğu süzme ballarda petek ballara göre sayılarının daha yüksek olduğu belirlendi. En fazla maya sayısının ise ortalama $1,66\pm 0,84$ log kob/g ile petek ballarda olduğu tespit edildi (Tablo 8).

En muhtemel sayı yöntemine göre analiz edilen bal örneklerindeki koliform ve *Staphylococcus* spp. sayısının sırasıyla ortalama 6,76 EMS/g ve 0,65 EMS/g olduğu belirlendi ($P>0,05$). Bal tipine göre süzme ballarda koliform ve *Staphylococcus* spp. sayısı sırasıyla ortalama 12,81 ve 0,65 EMS/g, petek ballarda ise sırasıyla ortalama 6,76 ve 1,33 EMS/g olarak bulundu (Tablo 8). Analiz edilen bal örneklerinin hiçbirinde *E. coli* tespit edilmedi.

Tablo 8: Bal tipine göre mikroorganizma sayılarının bulunma düzeyleri

Mikroorganizma	Petek			Süzme		
	Enaz	Ençok	Ortalama \pm SD	Enaz	Ençok	Ortalama \pm SD
TMAB (log kob/g)	1,17	4,33	$2,84\pm 1,04$	1,13	5,08	$3,37\pm 1,07$
TMAnB (log kob/g)	1,77	3,14	$2,48\pm 0,55$	1,30	4,37	$3,07\pm 0,91$
Maya (log kob/g)	1,47	2,79	$2,19\pm 0,66$	1,17	2,10	$1,66\pm 0,84$
Küf (log kob/g)	1,77	3,50	$2,64\pm 0,75$	1,77	4,39	$2,94\pm 0,43$
Laktik asit bakterileri (logkob/g)	2,70	3,99	$3,34\pm 0,91$	1,84	3,58	$2,88\pm 0,49$
Koliform (EMS/g)	0,30	46,0	12,81	0,30	29,0	6,76
<i>Staphylococcus</i> spp.(EMS/g)	0,36	2,30	1,33	0,36	2,30	0,65

SD: Standart sapma

Bu araştırmada TMAB, TMANB, maya, küf ve laktik asit bakteri sayısı dökme plak yöntemine göre koliform, *E. coli* ve *Staphylococcus* spp. bakteri sayısı ise en muhtemel sayı yöntemine göre gerçekleştirildi. Dökme plak yöntemi için tespit edilebilir mikroorganizma sayısı en az 10 kob/g iken en muhtemel sayı yöntemi için en az 3 EMS/g olarak kabul edildi. Bu kapsamda analiz edilen toplam 150 bal örneğinin 94(%62,7), 34(%22,7), 25(%16,7), 11(%7,3), 28(%17), 35(%23,3) ve 21(%14)'inin sırasıyla TMAB, TMANB, maya, küf, koliform, *Staphylococcus* spp. ve laktik asit bakterilerini tespit edilebilir limitler içinde bulundurduğu belirlendi. Ancak örneklerin hiçbirinde *E. coli* bakterisinin tespit edilebilir limitlerde olmadığı saptandı (<3 EMS/g). Bal tipine göre süzme balların %69,8'i ile %20,8'i ve petek ballarının %45,5'i ile %6,8'inin sırasıyla TMAB ve maya bulundurduğu ve bu oranların istatikselsel açıdan önemli olduğu (P<0,05) saptanmıştır. Ancak analizi gerçekleştirilen diğer mikroorganizmalar ile bal tipi arasında farklılığın önemli olmadığı tespit edildi (P>0,05) (Tablo 9).

Diyarbakır merkez ilçelerine göre toplanan bal örneklerinde tespit edilen mikroorganizmaların yüzde oranları Tablo 10'da verilmiştir. TMAB, TMANB, maya, küf ve *Staphylococcus* spp.'un tespit edilebilir limitlerde olduğu bal rneği sayısı ile ilçeler arasında istatikselsel açıdan farklılığın önemli olduğu belirlendi (P<0,05) (Tablo 11). Ilelere göre toplanan bal örnek sayısına göre TMAB (%92,9), TMANB (%32,1), kf (%16,1) ve maya (%16,1) sayısı en fazla Bağlar ilçesinden, koliform (%21,3), *Staphylococcus* spp. (%36,2) ve laktik asit bakterileri (%17) sayısı ise en fazla Kayapınar ilçesinden toplanan ballarda tespit edildi.

Diyarbakır merkez ilçelerine göre bal örneklerindeki mikroorganizma sayıları Tablo 11-14'de verilmiştir. Bal rneklerinin toplandığı ilçeler arasında en yüksek TMAB ve TMANB sayısı sırasıyla ortalama 3,42±1,19 ve 3,65±0,79 kob/g ile Kayapınar ilçesinden; ortalama maya sayısı 3,5 kob/g ile Sur ilçesinden; ortalama küf sayısı 1,91±0,52 kob/g ile Bağlar ilçesinden; ortalama laktik asit bakteri sayısı 3,15±0,35 kob/g ile Yenişehir ilçesinden toplanan ballarda tespit edilmiştir. Ancak ilçeler ile mikroorganizma sayıları arasındaki farklılığın istatikselsel önemli olmadığı tespit edildi (P>0,05).

Tablo 9: Bal örneklerinde tespit edilen mikroorganizmaların bulunma oranlarının yüzde (%) dağılımı (N:150)

Mikroorganizma	Süzme (n:106) (%)	Petek (n:44) (%)
Toplam mezofilik aerobik bakteri	69,8 ^a	45,5 ^b
Toplam mezofilik anaerobik bakteri	26,4 ^a	13,6 ^a
Koliform	20,8 ^a	13,6 ^a
<i>E. coli</i>	0	0
<i>Staphylococcus</i> spp.	19,8 ^a	4,5 ^b
Küf	7,5 ^a	6,8 ^a
Maya	20,8 ^a	6,8 ^b
Laktik asit bakterileri	16 ^a	9,1 ^a

a,b: Aynı satırda farklı harfleri taşıyan gruplar arasındaki farklılık önemlidir (P <0,05).

Tablo 10: Bal örneklerinde tespit edilen mikroorganizmaların yüzde oranlarının ilçelere göre dağılımı (N:150).

Mikroorganizma	Yenişehir (n:30) (%)	Kayapınar (n:47) (%)	Sur (n:17) (%)	Bağlar (n:56) (%)
TMAB	16,7 ^a	57,4 ^b	58,8 ^b	92,9 ^c
TMAAnB	3,3 ^a	27,7 ^c	11,8 ^b	32,1 ^c
Koliform	16,7 ^a	21,3 ^a	11,8 ^a	19,6 ^a
<i>Staphylococcus</i> spp.	Üremedi	36,2 ^c	11,8 ^{bc}	1,8 ^a
Küf	Üremedi	2,1 ^a	5,9 ^a	16,1 ^b
Maya	Üremedi	31,9 ^b	5,9 ^a	16,1 ^a
Laktik asit bakterileri	13,3 ^a	17 ^a	5,9 ^a	14,3 ^a

a,b,c: Aynı satırda farklı harfleri taşıyan gruplar arasındaki farklılık önemlidir (P <0,05).

Tablo 11: Kayapınar ilçesinden toplanan ballarda mikroorganizma sayılarının bulunma düzeyleri.

Mikroorganizma	Bal örneği (n:47)		
	En az	En çok	Ortalama±SD
TMAB (log kob/g)	1,17±1,29	5,08±1,29	3,42±1,29
TMAAnB (log kob/g)	1,3±0,79	4,37±0,79	1,3±0,79
Maya (log kob/g)	1,77±0,82	4,39±0,82	2,99±0,82
Küf (log kob/g)	1,17	1,17	1,17
Laktik asit bakterileri (log kob/g)	2,04±0,43	3,45±0,43	2,85±0,43
Koliform (EMS/g)	0,30	29,0	10,95
<i>Staphylococcus</i> spp. (EMS/g)	0,36	2,3	0,81

SD: Standart sapma

Tablo 12: Bağlar ilçesinden toplanan ballarda mikroorganizma sayılarının bulunma düzeyleri.

Mikroorganizma	Bal örneği (n:17)		
	En az	En çok	Ortalama±SD
TMAB (log kob/g)	1,30±0,82	4,75±0,82	3,43±0,82
TMAAnB (log kob/g)	1,30±0,69	3,90±0,69	2,67±0,69
Maya (log kob/g)	1,77±0,86	4,75±0,86	2,75±0,86
Küf (log kob/g)	1,17±0,52	2,79±0,52	1,91±0,52
Laktik asit bakterileri (log kob/g)	1,84±0,71	3,99±0,71	2,87±0,71
Koliform (EMS/g)	0,30	29,0	10,95
<i>Staphylococcus</i> spp. (EMS/g)	0,36	2,3	0,74

SD: Standart sapma

Tablo 13: Sur ilçesinden toplanan ballarda mikroorganizma sayılarının bulunma düzeyleri.

Mikroorganizma	Bal örneği (n:56)		
	En az	En çok	Ortalama±SD
TMAB (log kob/g)	1,13±1,10	4,12±1,10	2,18±1,10
TMAAnB (log kob/g)	2,53±0,18	2,79±0,18	2,66±0,18
Maya (log kob/g)	3,50	3,50	3,50
Küf (log kob/g)	1,47	1,47	1,47
Laktik asit bakterileri (log kob/g)	3,07	3,07	3,07
Koliform (EMS/g)	0,30	29,0	14,65
<i>Staphylococcus</i> spp. (EMS/g)	0,36	0,36	0,36

SD: Standart sapma

Tablo 14: Yenişehir ilçesinden toplanan ballarda mikroorganizma sayılarının bulunma düzeyleri.

Mikroorganizma	Bal örneği (n:30)		
	En az	En çok	Ortalama±SD
TMAB (log kob/g)	1,69±0,99	3,97±0,99	2,54±0,99
TMAAnB (log kob/g)	1,3	1,3	1,3
Maya (log kob/g)	Üremedi	Üremedi	Üremedi
Küf (log kob/g)	Üremedi	Üremedi	Üremedi
Laktik asit bakterileri (log kob/g)	2,85±0,35	3,49±0,35	3,15±0,35
Koliform (EMS/g)	0,30	46,0	9,25
<i>Staphylococcus</i> spp. (EMS/g)	Üremedi	Üremedi	Üremedi

SD: Standart sapma

Üremedi: Tespit edilebilir limitlerde üreme göstermedi (<3 EMS/g, <10 kob/g)

Tablo 15: Bal örneklerinde tespit edilen koliform grubu izolatlarının tür düzeyinde dağılımı

İzolat adı	İzolat sayısı (%)	Bal tipi	
		Süzme (n=22)*	Petek (n=6)*
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	26 (23,8)	23	3
<i>Enterobacter cloacae</i>	11 (11)	8	3
<i>Klebsiella oxytoca</i>	6 (5,5)	6	-
Toplam	43	37	6
Koliform olmayan bakteri türleri			
<i>Proteus vulgaris</i>	38 (34,8)	24	14
<i>Serratia marcescens</i>	17 (15,5)	9	8
<i>Proteus mirabilis</i>	8 (7,3)	7	1
Toplam	63	40	23
Genel Toplam	106	77	29

*Koliform bakterisi tespit edilen bal örneği sayısı

Bu çalışmada analiz edilen 150 bal örneğinin 28 (%18,6)'inden elde edilen 106 koliform şüpheli izolatın 43'ünün koliform grubu bakteriler içinde yer alan *Klebsiella pneumoniae* (%23,8), *Enterobacter cloacae* (%11) ve *Klebsiella oxytoca* (%5,5) türlerine ait olduğu belirlendi. Geriye kalan 63'ün izolatın ise Enterobacteriaceae familyasında yer alan *Proteus vulgaris*, *Serratia marcescens* ve *Proteus mirabilis* bakteri türlerine ait olduğu tespit edildi (Tablo 15). Ayrıca 150 bal örneğinde *E. coli* bakterisinin en muhtemel sayı yöntemine göre belirlenmesi sırasında 11 (%7,3) bal örneğine ait EC broth tüplerinde bulanıklığın olduğu belirlendi. Bu tüplerden bir öze dolusu alınarak L-EMB agara transfer edilmesi sonrası *E. coli* şüpheli olarak gelişme gösteren 18 izolat Vitek II Gram (-) identifikasyon kartları ile doğrulandı ve bu izolatların 5'inin *Serratia marcescens*, 4'ünün *Klebsiella oxytoca*, 4'ünün *Enterobacter cloacae*, 3'ünün *Proteus mirabilis*, 2'sinin *Klebsiella aerogenes* olduğu saptandı. Ancak hiçbirinin *E. coli* bakterisi olmadığı belirlendi.

Staphylococcus spp. bakteri sayısının en muhtemel sayı yöntemine göre tespiti amacıyla analiz edilen bal örneklerinin 35 (%23,3)'inin TSB tüplerinde bulanıklık tespit edildi. Bu tüplerden bir öze dolusu alınarak BPA'ya transfer edilmesi sonrası siyah renkli gelişen koloniler *Staphylococcus* spp. şüpheli olarak kabul edildi ve bu izolatlar Vitek II Gram (+) kartları kullanılarak doğrulandı. Doğrulama sonrası 35 bal örneğinin 23'ünün *Staphylococcus* cinsine ait *S. hominis*, *S. epidermidis*, *S. hemolyticus* ve *S. capitis* türlerini geriye kalan 12 örneğin ise diğer Gram (+) bakteri cinslerine ait türler içerdiği belirlendi. 15 süzme bal örneğinden elde edilen toplam

17 *Staphylococcus* spp. izolatının tür düzeyinde dağılımına bakıldığında 4'ünün *S. hominis*, 4'ünün *S. epidermidis*, 3'ünün *S. hemolyticus* ve 6'sının *S. capitis*, 8 petek bal örneğinden elde edilen 13 *Staphylococcus* spp. izolatının 3'ünün *S. hominis*, 6'sının *S. epidermidis*, 3'ünün *S. hemolyticus* ve 1'inin *S. capitis* olduğu bulundu (Tablo 16). Analiz edilen örneğin hiçbirinde *S. aureus* bakterisinin tespit edilebilir limitler içinde olmadığı belirlendi.

Tablo 16: Bal örneklerinde tespit edilen *Staphylococcus* spp. izolatlarının tür düzeyinde dağılımı

İzolat adı	İzolat sayısı (%)	Bal tipi	
		Süzme (n=15)*	Petek(n=8)*
<i>S. hominis</i>	7 (23,2)	4	3
<i>S. epidermidis</i>	10 (26,7)	4	6
<i>S. hemolyticus</i>	6 (17,8)	3	3
<i>S. capitis</i>	7 (12,5)	6	1
Toplam	30	17	13
* <i>Staphylococcus</i> spp. tespit edilen bal örneği sayısı			

6. TARTIŞMA

Toplam bakteri sayısı gıda maddelerinin mikrobiyal kalitesi ve güvenliğinin belirlenmesinde kullanılan en önemli göstergelerden biridir (103, 104, 105). Bu yüzden birçok gıda maddesinin genel mikrobiyolojik kalitesinin belirlenmesinde toplam bakteri sayısı yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Bu araştırmada 106 süzme bal örneğinin 74 (%69,8)'ünün ve 44 petek bal örneğinin 20 (%45,5)'sinin olmak üzere toplam 150 adet bal numunesinin 94 (%62,6)'ünün toplam mezofilik aerobik bakteriler (TMAB) ile tespit edilebilir limitler (>10 kob) içinde kontamine olduğu belirlendi. Bu sonuçlar süzme bal örneklerinin petek bal örneklerine göre toplam mezofilik aerobik bakteriler (TMAB) ile daha yüksek oranda kontamine olduğunu göstermektedir ($P<0,05$). Süzme ve petek ballarda tespit edilen ortalama TMAB sayısı ise sırasıyla $3,37\pm 1,07$ log kob/g ve $2,84\pm 1,04$ log kob/g olduğu ve süzme ballardaki toplam bakteri yükünün petek ballara göre çok daha fazla olduğu saptandı ($P>0,05$). Birçok araştırma ballarda toplam bakteri sayısının 10 kob/g ile 10000 kob/g arasında değişen sayılarda bulunabileceğini göstermektedir (67, 106, 107). Kunova ve ark. (2015) analiz ettikleri Çekya, Slovakya ve Almanya menşeli ballarda toplam canlı sayısını 1,87 log kob/g ile 3,87 log kob/g arasında değiştiğini ve ortalama 2,52 log kob/g düzeyinde olduğunu tespit etmişlerdir (108). Azonwade ve ark. (2018) kuru sezon ve yağmurlu sezon olmak üzere iki farklı mevsimde bal üreticilerinden toplanan 60 bal örneğinde TMAB sayısının 180 ile 290 kob/g arasında değiştiğini ve yağmurlu sezonda $2,54\times 10^2$ kob/g, kuru sezonda ise $1,9\times 10^2$ kob/g olarak belirlediklerini bildirmişlerdir (83). Pucciarelli ve ark. (2014) Arjantin'in Misiones bölgesinde üretilen balların mikrobiyal kalitesi üzerine yaptıkları bir çalışmada TMAB sayısının 3,13 log kob/g düzeyinde belirlemişlerdir (109). Borum ve ark. (2018) farklı bitkisel orijinli balların mikrobiyal kalitesi üzerine yaptıkları bir çalışmada TMAB sayısının ortalama 4×10^2 ile $1,4\times 10^3$ kob/g arasında tespit etmişlerdir (77). Rozanska ve Osek (2012) beş farklı bitkisel orijinli ballarda toplam aerob bakteri sayısının 1×10^1 kob/g ile $7,5\times 10^4$ kob/g arasında değiştiğini ve ortalama $4,26\times 10^3$ kob/g düzeyinde, Erkan ve ark. (2015) rastgele topladıkları 50 bal örneğinde ortalama TMAB sayısını $9,6\times 10^6$ kob/g düzeyinde, Tornuk ve ark. (2013)

tüketici seviyesinde satışı sunulan 20 çiçek balında TMAB sayısının 2,00 ve< 3,96 log kob/g arasında değiştiğini, Ceyhan (2000) TMAB sayısını çiçek ballarında 3,92 log kob/g, salğı ballarında 4,2 log kob/g düzeyinde belirlediklerini bildirmişlerdir (72, 85, 110, 111). Çalışma bulgularımız TMAB sayısı bakımından Tornuk ve ark. (2013), Pucciarelli ve ark. (2014), Borum ve ark. (2018), Kunova ve ark. (2015), Azonwade ve ark. (2018)'nın bildirdikleri sonuçlar ile benzer ancak Ceyhan (2000), Rozanska ve Osek (2012) ile Erkan ve ark. (2015)'nın bildirdiklerinden daha düşük olduğunu göstermektedir (72, 77, 83, 85, 108-111). Balların orijinleri, mevsim, örnek sayısı, üretim ve işleme teknikleri ve analiz metotları gibi durumlar araştırma sonuçları arasındaki farklılıkların nedenleri arasında gösterebilir (67). Bal yapısı gereği vejetatif formdaki bakterilerin çoğalması için uygun bir ortam olmamasından dolayı yeni hasat edilen taze ballarda toplam bakteri sayısı düşük düzeydedir (110). Bal örneklerinde TMAB sayısının yüksek düzeylerde olması toz, hava, alet, ekipman, zemin ve işleme gibi sekonder nedenlere bağlı oluşabileceği ifade edilmektedir (107). Türkiye'de yürürlükte olan Türk Gıda Kodeksi Mikrobiyolojik Kriterler Yönetmeliğinin Ek-1 Gıda Güvenirliği Kriterlerinde (<http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2011/12/20111229m3-6.htm> Erişim Tarihi, 28 Mayıs 2019) ve Türk Standartları (TS) 3036 numaralı bal standardında toplam bakteri sayısı ile ilgili herhangi bir limit bulunmamaktadır (45). Bundan dolayı çalışmamızda tespit edilen TMAB sayıları yürürlükteki mevzuata göre uygunluk durumu değerlendirilememiştir. Ancak bazı ülke kodekslerinde beş bal örneğinin birinde en fazla 10² kob/g düzeyinde toplam canlı sayısının bulunmasına izin verilmektedir (112).

Anaerob veya fakültatif anerob bakteriler gıda maddelerinde çoğunlukla mikrobiyal bozulmalara ve insanlarda gıda kaynaklı zehirlenmelere neden olurlar. Bal kimyasal kompozisyonu gereği bu tip bakterilerin spor formlarının varlığını sürdürdürebilmesine imkan vermekle beraber bazı sporlu bakterilerin vejetatif formları da ballarda bulunabilmektedir (67, 71). Çalışmamızda analiz edilen 106 süzme balın %26,4'sının ve 44 petek balın %13,6'sının toplam 150 bal örneğinin %22,7'sinin TMAAnB bulundurduğu belirlendi (P>0,05). TMAAnB sayısı süzme bal örneklerinde ortalama 2,48±0,55 log kob/g, petek ballarda 3,07±0,91 log kob/g, analiz edilen tüm örneklerde ise ortalama 3,0±0,85 log kob/g olarak tespit edildi.

Erkan ve ark. (2015) rastgele seçtikleri 50 bal örneğinin 22(%44)'sinden vejetatif anaerob mezofil bakterileri belirlediklerini ve örneklerdeki ortalama sayısının $5,2 \times 10^4$ kob/g (3,71 log kob/g) düzeyinde olduğunu bildirmişlerdir (85). Kacaniova ve ark. (2012) analiz ettikleri 20 Slovak ve 20 Polonya balı olmak üzere toplam 40 örnekte vejetatif anaerob bakterileri sırasıyla %0 ve %1 düzeyinde bulmuştur. Aynı araştırmada iki pozitif örnekteki vejetatif anaerob bakteri sayısının 1 log kob/g ve 1,54 log kob/g olduğu bildirilmiştir (107). Çalışma bulgularımız Erkan ve ark (2015) bildirdikleri sonuçtan düşük Kacaniova ve ark. (2012) bildirdikleri sonuçtan yüksektir (85, 107). Finola ve ark. (2007) 23 bal örneğinin 16 (%70)'sının sülfid indirgeyen *Clostridium*'ları bulundurduğu ve bunların yaklaşık 13 (%56)'ünün spor, 9 (%39)'unun ise vejetatif formda olduklarını bildirmiştir (113). Aynı araştırmada 6 (%26) bal örneğinin vejetatif sülfid indirgeyen *Clostridium*'ları 100 kob/g'ın üstünde bulundurduğunun tespit edildiği bildirilmiştir.

Gıda maddelerinde koliform bakterileri varlığı fekal bulaşmanın ve yetersiz hijyenik koşulların bir göstergesi olarak kabul edilir. Koliform bakteriler arıların gastrointestinal sisteminden veya alet, ekipman ve personel gibi çapraz kontaminasyonlar sonucunda bala bulaşır (114). Bu çalışmada 106 süzme bal örneğinin 22 (%20,8)'sinin ve 44 petek bal örneğinin 6 (%13,6)'sının olmak üzere toplam 150 adet bal numunesinin 28 (%18,7)'sinin koliform grubu bakteriler ile tespit edilebilir limitler (>3 EMS/g) içinde kontamine olduğu belirlendi ($P>0,05$). Bal örneklerinden tespit edilen koliform sayısının 0,30 EMS/g ile 46 EMS/g arasında değiştiği, süzme ve petek ballarında sırasıyla ortalama 12,81 EMS/g ve 6,76 EMS/g düzeyinde olduğu belirlendi. Çalışmamızda koliform bakteri sayısı tespit edilebilir limitin en az 3 EMS/g olduğu en muhtemel sayı yöntemi kullanılarak belirlendi. EMS yöntemi, agar plak yönteminin aksine 10 kob/g altındaki mikroorganizmaların sayımına imkan verir. Ballarda koliform bakteri sayısının tespit edilemediği birçok araştırmada tespit edilebilir limitin en az 10 kob/g olduğu agar plak yönteminin kullanıldığı görülmektedir. Bal örneklerinde EMS yöntemi kullanılarak koliform bakteri sayısının belirlendiği sınırlı araştırmalardan birinde Pucciarelli ve ark. (2014) analiz ettikleri bal örneklerinde koliform bakteri sayısını ortalama 1,45 EMS/g,

Vazquez-Quiñones (2018) koliform bakteri sayısını <3 EMS/g'ın altında tespit ettiklerini bildirmişlerdir. Bu sonuçlar çalışma bulgularımızdan çok daha düşüktür (76, 109). Moujanni ve ark. (2017), Iurlina ve Fritz (2005), Malika ve ark. (2005), Lawal ve ark. (2009), Kunova ve ark. (2015), Borum ve ark. (2018) agar plak yöntemine göre gerçekleştirdikleri mikrobiyolojik analizler sonucunda bal örneklerinin hiçbirinde koliform bakterisini tespit edemediklerini bildirmişlerdir (77, 106, 108, 115-117). Ancak çalışma bulgularımızın aksine literatürde ballarda koliform sayısının daha yüksek olduğu araştırmalarda bildirilmiştir. Combarros-Fuertes ve ark. (2019) farklı bal çeşitlerinden oluşan 15 örneğin 5 (%33,3)'inde koliform bakteri sayısının 1 EMS/g altında geriye kalan 10 (%66,6)'unda ise $33 \pm 23,1$ ile $140 \pm 20,1$ EMS/g, Dümen ve ark. (2013) 500 petek balında tespit edilebilir limitin en az 100 kob/g olduğu yayma plak yöntemi ile koliform bakteri sayısını belirledikleri araştırmalarında koliform bakteri sayısının $1,2 \times 10^1$ ile $6,2 \times 10^3$ kob/g arasında değiştiğini bildirmişlerdir (74, 118).

Çoğu gıda maddesinde fekal bulaşmanın bir göstergesi olarak kullanılan *E. coli*'nin baldaki primer kaynağı polenler ve arının gastrointestinal sistemi gösterilmektedir (114). Çalışmamızda bal örneklerindeki *E. coli* sayısı tespit edilebilir limitin en az 3 EMS/g olduğu EMS yöntemine göre belirlendi. Analiz edilen 150 bal örneğinin hiçbirinde *E. coli* bakterisi tespit edilebilir limitler içinde saptanmadı. Çalışma bulgularımıza benzer şekilde Leme ve ark. (2018), Combarros-Fuertes ve ark. (2019) analiz ettikleri bal örneklerinin hiçbirinden *E. coli* bakterisini tespit etmediklerini bildirmişlerdir (118, 119). Ancak Dümen ve ark. (2013) analiz ettikleri 500 bal örneğinin 18 (%3,6)'inden *E. coli* bakterisini belirlediklerini ve örneklerdeki *E. coli* sayısının <10 kob/g ile $3,4 \times 10^1$ kob/g arasında değiştiğini bildirmiştir (74). Çalışmamızda bal örneklerinin hiçbirinden *E. coli* bakterisinin tespit edilememiş olması analiz edilen balların hijyenik kalitesinin iyi olmasının bir göstergesi olmakla beraber balların bu bakteriye karşı antimikrobiyal etkisinden kaynaklanmış olabileceği de unutulmamalıdır. Balların yüksek şeker konsantrasyonu, hidrojen peroksit, methylglyoxal ve defensin-1 gibi antimikrobiyal özellikteki bileşikler içermesi, pH yönünden düşük değerle sahip olması *E. coli* gibi

mikroorganizmalar üzerine antimikrobiyal etkinliğin ortaya çıkmasında önemli olabileceği vurgulanmaktadır (120, 121). Laktik asit bakterileri insan ve hayvanların mukozal yüzeyleri ile, bitki ve fermente gıdalar gibi karbonhidrattan zengin ortamlarda bulunabilen mikroorganizmalardır. Laktik asit bakterileri arasında *Lactobacillus*, *Carnobacterium*, *Lactococcus*, *Streptococcus*, *Enterococcus*, *Leuconostoc* ve *Pediococcus* gibi bakteri cinsleri bulunur (122). Bitkilerde ve arı gastro-intestinal sistemi dışında toprakta da bulunabilen laktik asit bakterileri ballara da bu yolla bulaşabilmektedir. Çalışmamızda 106 süzme bal örneğinin %16'sından ve 44 petek bal örneğinin %9,1'inden olmak üzere toplam 150 bal örneğinin 21 (%14)'inden laktik asit bakterileri tespit edildi. Süzme ballarda laktik asit bakteri sayısının ortalama $3,34 \pm 0,91$ log kob/g, petek ballarda ise $2,88 \pm 0,49$ log kob/g olduğu saptandı. Çalışma bulgularımıza benzer sonuçlar farklı araştırmacılar tarafından bildirilmiştir. Vazquez-Quiñones (2018) tespit limitinin 100 kob/g olduğu yüzey yayma plak yöntemiyle laktik asit bakteri sayısını araştırdıkları çalışmalarında analiz ettikleri 1 920 Meksika balının 39 (%15,79)'unun laktik asit bakterilerini 2 log kob/g ($>10^2$ kob/g)'in üstünde, Duman ve ark. (2008) yayma plak yöntemiyle analiz ettikleri 20 süzme bal örneğinin 3(%15)'ünün laktik asit bakterilerini 10^2 ile 10^3 kob/g arasında bildirmişlerdir (73, 76). Ballardan izole edilen laktik asit bakterileri probiyotik aktivitelerinin dışında *Salmonella*, *B. cereus*, *E. coli* ve *S. aureus* gibi patojen bakteriler ile bazı küf ve mayalara karşı da antimikrobiyal etki gösterebilmektedirler (114, 121). Çalışmamızda ballardan tespit edilen laktik asit bakterilerinin probiyotik veya antimikrobiyal etkinliklerinin belirlenmesine yönelik herhangi bir analiz yapılmamıştır. Ancak doğada geniş bir dağılıma sahip bu bakteriler uygun olmayan üretim, işleme ve muhafaza koşulları sırasında da ballara bulaşabilmektedir. 2014 yılında yayınlanan bir araştırmada laktik asit bakteri türlerinin arı kovanları arasında değişkenlik gösterdiğini ve bununda ballardaki laktik asit bakterilerinin tür düzeyinde dağılımını etkileyebileceği ifade edilmiştir (123).

Balda diğer mikroorganizmaların aksine maya ve küflerin vejetatif formları uzun süre yaşayabilmekte ve hatta çoğalabilmektedir. Bu kapsamda ballarda mikrobiyal kalitenin belirlenmesinde maya ve küf sayısı önemli bir parametredir. Bu çalışmada 106 süzme bal örneğinin %20,8 ve %7,5'undan, 44 petek bal örneğinin %6,8 ve

%6,8'sinden ve toplam 150 bal örneğinin %22,7 ve %16,7'sinden sırasıyla maya ve küf tespit edildi. Süzme bal örneklerinde sırasıyla ortalama maya ve küf sayısı $1,66 \pm 0,84$ ve $2,94 \pm 0,43$ log kob/g, petek ballarında $2,19 \pm 0,66$ ve $2,64 \pm 0,75$ log kob/g, tüm pozitif örneklerdeki maya ve küf sayısı ise sırasıyla ortalama $2,9 \pm 0,84$ log kob/g ve $1,76 \pm 0,53$ log kob/g düzeyinde olduğu bulunmuştur. Ballarda maya ve küf sayısının 0 ile 2500 kob/g arasında değiştiği bildirilmektedir (124, 125). Pucciarelli ve ark. (2014) üretim aşamasında arı kovanlarındaki petekler içinden steril şırınga kullanarak topladıkları 28 farklı yatei balında maya-küf sayısının $3,02$ log kob/g olduğunu tespit etmiştir (109). Borum ve ark. (2018) bal üreticilerinden topladıkları bal örneklerinin 5 (%10,8)'inin maya ve küf ile kontamine olduğunu ve sayılarının 1 ile 185 kob/g arasında değiştiğini bildirmiştir (77). Duman ve ark. (2008) süzme balların kalite niteliklerini belirlemek amacıyla analiz ettikleri 20 bal numunesinin 8(%40)'inde küf ve maya sayısını 10^2 ile 10^3 kob/g arasında tespit ettiklerini geriye kalan örneklerde ise 10^2 kob/g'in altında olduğunu bildirmiştir (73). Çalışma bulgularımız Pucciarelli ve ark. (2014), Borum ve ark. (2018), Duman ve ark. (2008) bildirdikleri sonuçlar ile benzerlik göstermektedir (73, 77, 109). Çalışmamızda 150 bal örneğinin 25 (%16,7)'inden maya ve 11 (%7,3)'inden küf tespit edildi ($P > 0,05$). Benzer şekilde Moujanni ve ark. (2017) inceledikleri Fas etiketli 109 bal örneğinin %40'undan maya ve %32'sinden küf tespit ettiklerini bildirmişlerdir (115). Bu sonuçlar balların mayalar ile daha yüksek oranda kontamine olduğunu göstermektedir. Bu durum mayaların yüksek şeker konsantrasyonlarında üreyip çoğalabilme kabiliyetlerinin küflere göre daha fazla olma durumu ile ilişkilendirilebilir (124). Mayalar uygun koşullar (nem, sıcaklık, nitrojen vb.) bulması durumunda baldaki şekerleri fermente ederek bal endüstrisi için önemli kalite problemlerine yol açtığı ifade edilmektedir (67). TS 3036 bal standardında maya ve küflerin ballarda bulunmaması istenmektedir (45). Çalışma bulgularımıza göre 106 süzme bal örneğinin %20,8 ve %7,5'unun, 44 petek bal örneğinin %6,8 ve %6,8'sinin ve toplam 150 bal örneğinin %22,7 ve %16,7'sinin sırasıyla maya ve küf yönünden TS 3036 bal standardında belirtilen limitleri karşılamadığı belirlendi.

Staphylococcus spp. kaynaklı hastalıklar insanlarda gıda kaynaklı zehirlenmeler ile klinik açıdan önemli infeksiyonların nedenleri arasında yer alır. *Staphylococcus* türlerinin insan ve hayvanların doğal florasında bulunabilmesi ve ubiquiter özellikte

olması birçok gıda maddesinin bu bakteriler ile neredeyse kontamine olmamasını imkansız hale getirir. Gıda maddelerinde *Staphylococcus* spp. sayısının tespiti üretim ve işleme prosesinin uygun olup olmadığının veya çapraz kontaminasyonların bir göstergesi olarak kullanılabilir. Çalışmamızda analiz edilen toplam 150 bal örneğinin 23 (%15,3)'ünün *Staphylococcus* spp. tespit edilebilir limitler (>3 EMS/g) içinde bulundurduğu saptandı. *Staphylococcus* spp. sayısı süzme ballarda ortalama 0,65 EMS/g, petek ballarında ise 1,33 EMS/g düzeyinde saptandı. Puciarelli ve ark. (2014) aseptik koşullarda farklı bölgelerden üretici seviyesinde kovanların içindeki peteklerden steril şırıngalar aracılığıyla topladıkları 28 yatei (*Tetragonisca angustula*) balının 2(%7,14)'sinden koagülaz negatif *Staphylococcus* spp. tespit ettiklerini ancak koagülaz pozitif *Staphylococcus* spp.'ye rastlanmadığını bildirmiştir (109). Ceauşi ve ark. (2009) farklı ağaç türlerinden üretilen 552 bal örneğinin 65 (%11,7)'inden koagülaz pozitif *Staphylococcus*'ları tespit etmişlerdir (126). Aynı araştırmada koagülaz pozitif *Staphylococcus*'ların bal örneklerindeki ortalama sayıları ile ilgili herhangi bir veri paylaşılmamıştır. Puciarelli ve ark. (2014), Ceauşi ve ark. (2009)'nın bildirdikleri sonuçlar çalışma bulgularımızda tespit ettiğimiz oranlardan görece daha düşüktür (109, 126). Analiz ettiğimiz bal örneklerinden daha yüksek oranda *Staphylococcus* spp. bulunmuş olmasında primer, sekonder veya çapraz kontaminasyonlar gibi nedenlerin dışında özellikle çalışmamızda *Staphylococcus*'ların tespitinde en muhtemel sayı yönteminin kullanılmış olmasında etkili olabileceğini düşünmekteyiz. EMS yöntemi gıda maddelerinde 10 kob/g altında bulunan mikroorganizma sayılarının tespit edilebilmesine imkan verir. *Staphylococcus*'ların her türü insanlarda gıda kaynaklı zehirlenmelere veya klinik açıdan önemli enfeksiyonlara yol açmaz. Özellikle koagülaz pozitif *S. aureus*'lar dünyada gıda kaynaklı zehirlenmelerin en önemli nedenleri arasında gösterilmekle beraber koagülaz negatif *Staphylococcus*'lar ise çoğunlukla insanlarda üriner sistem enfeksiyonlarının nedenleri arasındadır (127). Bu kapsamda gıda maddelerinin hangi *Staphylococcus* türü ve/veya türleri ile kontamine olduğunun bilinmesi gıda güvenliği ve halk sağlığı açısından önemlidir. Çalışmamızda Vitek II bakteriyel identifikasyon sistemi kullanılarak 150 bal örneğinin 23'ünden; 10 (%33,3) *S. epidermidis*, 7 (%23,3) *S. capitis*, 7 (%23,3) *S. hominis* ve 6 (%20) *S. hemolyticus* olmak üzere toplam 30 izolat tür düzeyinde tanımlandı. Tespit edilen bu izolatların

tamamı koagülaz negatif *Staphylococcus*'lar olup *S. aureus* dahil hiçbir koagülaz pozitif *Staphylococcus* tespit edilmedi. Çalışma bulgularımız diğer araştırmacıların bildikleri gibi *S. aureus*'un ballarda hiç veya çok nadir bulunduğu göstermektedir (67, 118). Mauriello ve ark. (2017) inceledikleri polen örneklerinin hiçbirinde *S. aureus* bulunmadığını ancak koagülaz negatif *Staphylococcus*'lar arasında yer alan *S. saprophyticus*, *S. sciuri* ve *S. gallinarum*'ları tespit ettiklerini bildirmişlerdir (128). Bal kendine özgü içeriği, yapısı ve mikrobiyal florası gereği birçok patojene karşı olduğu gibi *S. aureus*'lar için de antimikrobiyal etkiye sahip olması çalışmamızda *S. aureus* tespit edilememiş olması ile ilişkilendirilebilir. Birçok araştırmada farklı bal türlerinin *S. aureus* üzerine inhibisyon etkisinin olduğu ve bazı deri hastalıkları ile enfekte yaralarda destekleyici tedavide kullanılabileceği bildirilmiştir (129, 130). Balın *S. epidermidis*, *S. capitis* ve *S. hemolyticus* gibi koagülaz negatif *Staphylococcus*'lara karşı antimikrobiyal etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada doğal olarak üretilen balların manuka balına göre 5,5 ile 11,7 kez arasında daha fazla etkili olduğu tespit edilmiştir (131). Aynı çalışmada balların koagülaz negatif *Staphylococcus*'lara karşı gösterdiği benzer antimikrobiyal etkiyi *S. aureus*'lara karşı da gösterdiği saptanmıştır. Çalışmamızda *S. aureus*'a rastlanmamış olması TS 3036 bal standardında belirtilen limitlerle uyum içerisinde olduğunu göstermektedir (45).

Bu araştırmada analiz edilen 150 bal örneğinin 28 (%18,6)'inden elde edilen koliform şüpheli 106 izolat Vitek II bakteriyel identifikasyon sistemi kullanılarak tür düzeyinde tanımlandı. Süzme bal örneklerinden elden edilen 77 izolatu *K. pneumoniae*, *K. aerogenes*, *Enterobacter cloacae*, *P. mirabilis*, *Proteus vulgaris*, *Serratia marcescens* ve *K. oxytoca*, petek bal örneklerinden elde edilen 29 izolatu ise *K. pneumoniae*, *Enterobacter cloacae*, *Proteus mirabilis*, *Proteus vulgaris* ve *Serratia marcescens* olduğu belirlendi. Bal örneklerinde en sık %34,8 ile *P. vulgaris* en az *K. aerogenes* türleri tanımlandı. Bal arılarının bağırsak florasının %70'inin *Achromobacter*, *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Escherichia coli*, *Flavobacterium*, *Klebsiella*, *Proteus* ve *Pseudomonas* gibi Gram (-) bakterilerden oluştuğu (Snowdon ve 1996), barsak florasındaki koliform bakteri sayılarının mevsime göre değişmekle beraber ortalama 3,33 ile 3,64 log kob/g arasında olduğu (Kacaniova ve ark. 2009) ve balın oluşumunda önemli bir yere sahip olan polenlerde ki koliform sayılarının 3

ile 5,47 log kob/g arasında değiştiği bildirilmiştir (67, 107, 132). *Klebsiella pneumoniae*, *K. aerogenes*, *E. cloacae*, *Proteus mirabilis*, *Proteus vulgaris*, *Serratia marcescens* ve *Klebsiella oxytoca* fırsatçı mikroorganizmalar olup insanlarda üriner sistem enfeksiyonlarına, bakteriyemi, pnömoni ve karaciğer apseleri gibi çok farklı enfeksiyöz hastalıklardan sorumlu tutulurlar (133-135). Bal arılarına ait bağırsak florasının incelendiği bazı araştırmalarda *P. mirabilis*, *P. vulgaris*, *E. cloacae*, *Enterobacter aerogenes* ve *Klebsiella pneumoniae* bakterilerinin bağırsaklarda bulunabileceği saptanmıştır (136, 137). Yapılan literatür taramalarında ballarda koliform bakterilerinin tür düzeyinde dağılımının sistematik olarak araştırıldığı pek fazla araştırmaya rastlanmamıştır. Ancak bal arılarının normal barsak florasının bir parçası olan koliform bakteriler çevresel kontaminasyonlar yoluyla da bala geçebilmektedir. Bal birçok patojen mikroorganizmaya karşı olduğu gibi *P. mirabilis*, *P. vulgaris*, *E. cloacae*, *E. aerogenes* ve *K. pneumoniae* bakterilerine de antimikrobiyal etki göstermesine rağmen çalışmamızda düşük oranlarda dahi tespit edilmiş olmaları çapraz kontaminasyonlar yolu ile bala geçmiş olabileceğini düşündürmektedir (67, 138). Ancak ballardaki antimikrobiyal etkinin ortaya çıkmasında balın çeşidi, balın içeriği ve üretim metotları gibi durumların etkili olabileceğide unutulmamalıdır (70).

Çalışmamızda süzme ballarda petek ballarına göre TMAB, TMANB, koliform, *Staphylococcus* spp., maya, küf ve laktik asit bakterilerini daha yüksek yüzde oranlarında bulundurduğu tespit edildi. Maya ve *Staphylococcus* spp. sayısı dışında ortalama TMAB, TMANB, koliform, kf ve laktik asit bakteri sayılarının (kob/g) da süzme ballarda petek ballara göre daha yüksek olduğu belirlendi. Bu bulgular süzme balların mikrobiyal kalitesinin görece petek ballara göre daha düşük olduğunu göstermektedir. Fernandez ve ark. (2017) bal işleme ünitelerinde farklı noktalarda inceledikleri ballarda toplam bakteri, küf, maya ve koliform gibi mikroorganizmalarda meydana gelen sayısal değişikliğin önemli olmadığını ancak hasat sonrası süzme ballarda TMAB ve maya küf sayısında kısmi bir artışın olduğunu ve petekli balda tespit edilmeyen koliform bakterilerinin süzme ballarda tespit edildiğini bildirmişlerdir (139). Gallez ve Fernandez (2009) petekli baldan süzme bal elde edilirken kullanılan soğuk ve sıcak ekstraksiyon yöntemlerini karşılaştırdıkları çalışmalarında süzme balların her iki uygulamada da mikrobiyal

kirlenmeye maruz kaldığını ancak soğuk uygulamanın sıcak uygulamaya göre mikrobiyal kontaminasyon açısından daha riskli olduğunu ifade etmişlerdir (79). Doğası gereği petekli olarak üretilen ballardan süzme bal üretimi için bal işleme ünitelerinde izlenen her bir aşama ballarda mikrobiyal kontaminasyon riskin artmasına neden olabileceğinden hareketle son ürün olarak tüketime sunulan süzme balların mikrobiyal kalitesinin petek ballara göre neden daha düşük bulunmuş olduğunu destekler niteliktedir.

Türkiye’de Diyarbakır ili büyükşehir statüsünde olup Kayapınar, Sur, Yenişehir ve Bağlar olmak üzere toplam dört merkez ilçeden oluşmaktadır. Bu ilçelerdeki nüfus yoğunluğuna (<http://www.tuik.gov.tr>, Erişim Tarihi 11 Mayıs 2017) göre toplanan toplam 150 bal örneği bu çalışmada mikrobiyolojik açıdan analiz edilerek değerlendirildi. İlçelere göre ballarda tespit edilen mikroorganizma sayılarının değişkenlik gösterdiği belirlendi. Yapılan literatür taramalarında Diyarbakır merkez ilçelerinin sosyo-ekonomik gelişmişlik düzeylerinin durumu ile ilgili herhangi bir veriye ulaşılamamıştır. Bu açıdan merkez ilçelerin sosyo-ekonomik gelişmişlik düzeyleri ile bal örneklerinin mikrobiyel kalitesi arasında bir ilişkinin olup olmadığı değerlendirilememiştir.

7. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu tez çalışmasında diğer gıda maddelerinin aksine fiziko-kimyasal yapısı gereği birçok mikroorganizma gibi üreyip çoğalabilme şansı olmayan koliform ve *Staphylococcus*'lar bakterilerini yüksek sayılarda olmamakla beraber ballarda bulunabileceği tespit edilmiştir. Özellikle *E. coli* ve *S. aureus* bakterilerin bu çalışmada tespit edilememiş olması gıda güvenliği ve halk sağlığı açısından bu balların genel hijyenik kalitesinin iyi olduğunu göstermektedir. Ancak insanlarda klinik açıdan önemli *K. pneumoniae*, *K. aerogenes*, *E. cloacae*, *P. mirabilis*, *P. vulgaris*, *Serratia marcescens* ve *K. oxytoca* ile *S. epidermidis*, *S. capitis*, *S. hominis* ve *S. hemolyticus* gibi bakterilerin tür düzeyinde tespit edilmiş olması bu bakterilerin ballarda düşük oranlarda olsa bulunabileceğini ve yaşamlarını devam ettirebileceğini göstermektedir. Bal tüketimine bağlı bu bakterilerden kaynaklanan herhangi bir klinik vaka bildirimini literatürde olmamakla beraber özellikle çocuk, yaşlı, gebe ve immün sistemi baskılanmış bireylerde hastalık oluşturabilme potansiyelinin düşük dahi olsa olabileceği göz ardı edilmemelidir. Doğası gereği balların herhangi bir ısıl işlem veya muhafaza tekniği uygulanmadan tüketilmesi özellikle balların üretim, hasat edilme, paketlenme ve taşıma esnasında genel hijyen kurullarına uyulmasını ve uluslararası kabul gören gıda güvenliği yönetim sistemlerinin uygulanmasını zorunlu hale getirmektedir.

Bal ile ilgili gelecekte yapılacak bilimsel araştırmalarda klinik açıdan önemli bakterilerin yaşam kabiliyetlerinin araştırılması, balın özel fiziko-kimyasal yapısına adapte olmuş ve olmamış mikroorganizmaların adaptasyon yeteneklerinin araştırılması ballardan kaynaklanabilecek klinik açıdan önemli mikrobiyal risklerin daha yakından bilinmesine ve bu mikroorganizmaların klinik hastalıklara neden olabilme potansiyellerinin tahmin edilebilmesine katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

8. KAYNAKÇALAR

1. Khan SU, Anjum SI, Rahman K, Ansari MJ, Khan WU, Kamal S, Khan HU. Honey: Single Food Stuff Comprises Many Drugs. Saudi Journal of Biological Sciences. 2018; 25(2):320-325.
2. Garcia NL. The Current Situation on The International Honey Market. Bee World. 2018; 95(3):89-94.
3. Da Silva PM, Gauche C, Gonzaga LV, Costa ACO, Fett R. Honey: Chemical Composition, Stability and Authenticity. Food Chemistry. 2016; 196:309-323.
4. Ötleş S. Balın Tarihçesi, Sağlık Açısından Önemi ve Kullanım Alanları. Gıda Teknolojisi. Ankara; 1999.
5. Pekman A. Antika Anadolu Coğrafyası (Geographica XII,XIII,XIV), Arkeoloji ve Sanat Yayınları. İstanbul; 2005.
6. Kekeçoğlu M. Türkiye Bal Arılarının Mtdna ve Bazı Morfolojik Özellikleri Bakımından Karşılaştırılmasına Yönelik Bir Araştırma. NKÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 2007, Tekirdağ (Danışman: Prof. Dr. M. İhsan SOYSAL).
7. Sorkun K. Ekolojik Arı Ürünleri, Ülkemiz Arıcılığı ve Sorunları. Ankara Arı Yetiştiricileri Birliği Ülkemiz Arıcılığı ve Sorunları Paneli, Ankara; 2004.
8. GTHB, Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Arıcılık Verileri. Ankara; 2012.
9. Karaşın K, Kaptan A. Dünyada Bal Üretimi ve Kovan Sayıları. Kalkınma Atölyesi Dergisi. 2015; 1(3):34-37.
10. Bölüktepe FE, Yılmaz S. Arı Ürünlerinin Bilinirliği ve Satın Alınma Sıklığı. Uludağ Arıcılık Dergisi. 2008; 8(2):53-62.
11. Choudhari MK, Haghniaz R, Rajwade JM, Paknikar KM. Anticancer Activity of Indian Stingless Bee Propolis: An in Vitro Study. Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine, 2013; 928280:P10
12. Teles F, Da Silva TM, Da Cruz Júnior FP, Honorato VH, De Oliveira Costa H, Barbosa A PF, Fanelli C. Brazilian Red Propolis Attenuates Hypertension and Renal Damage in 5/6 Renal Ablation Model. Plos One. 2015; 10(1):0116535.

13. Kim EJ, Kim GY. Regulation of İnflammatory Cytokine Production by Bee Venom in Rat Chondrocytes. *Oriental Physic and Patologi*. 2011; 25(1):132-137.
14. Lee MS, Pittler MH, Shin BC, Kong JC, Ernst E. Bee Venom Acupuncture for Musculoskeletal Pain: A Review. *The Journal of Pain*. 2008; 9(4):289-297. Güneş ME. Balın Sağlığıımız için Önemi. *Uludağ Arıcılık Dergisi*. 2001; 2:19-20.
15. Güneş ME. Balın Sağlığıımız İçin Önemi. *Uludağ Arıcılık Dergisi*. 2001; 2:19-20.
16. Conti ME. Lazio Region (Central Italy) Honeys: A Survey of Mineral Content and Typical Quality Parameters. *Food Control*. 2000; 11(6):459-463.
17. Genç F. Arıcılığın Temel Esasları. Atatürk Üniversitesi. Ziraat Fakültesi Yayınları, 1993; 149:138-185.
18. Ulusoy E. Anzer Balı ve Poleninin Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi ile Fenolik Bileşiminin Belirlenmesi ve Antioksidan Özellikleri. KTÜ. Fen Bilimlerinin Enstitüsü, Doktora Tezi, 2010.Trabzon (Danışmanı. Prof. Dr. Hakan MOLLAOĞLU, Doç. Dr. Nuray ÖZTAŞAN)
19. Sunay AE. Balda Orijin Tespiti. İTÜ. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 2006.İstanbul (Danışman: Prof. Dr. Dilek BOYACIOĞLU).
20. Karabagias IK, Badeka AV, Kontakos S, Karabournioti S, Kontominas MG. Botanical Discrimination of Greek Unifloral Honeys with Physico-Chemical and Chemometric Analyses. *Food Chemistry*. 2014; 165:181-190.
21. Kurtoglu AB, Yavuz R, Evrendilek GA. Characterisation and Fate of Grayanotoxins in Mad Honey Produced from *Rhododendron Ponticum* Nectar. *Food Chemistry*. 2014; 161:47-52.
22. Yengil E, Yengil D, Karakuş A, Şilfeler İ. Deli Bal ile Zehirlenen Bir Aile: Olgu Sunumu. *Türkiye Aile Hekimliği Dergisi*. 2013; 17(3):134-136.
23. White JW, Crane E. Composition of Honey. *Honey: A Comprehensive*, 1979.
24. Özmen N, Alkın E. Balın Antimikrobiyel Özellikleri ve İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri. *Uludağ Arıcılık Dergisi*. 2006; (4):155-160.

25. Chua LS, Rahaman NLA, Adnan NA, Tan E, Tjih T. Antioxidant Activity of Three Honey Samples in Relation with Their Biochemical Components. *Journal of Analytical Methods in Chemistry*. 2013;1-8.
26. White JW. *Honey. The Hive and Honeybee*. Dadant and Sons. Inc. Hamilton. Illinois, 1975; P:491-530.
27. Sak-Bosnar M, Sakač N. Direct Potentiometric Determination of Diastase Activity in Honey. *Food Chemistry*. 2012; 135(2):827-831.
28. Yılmaz H, Küfrevioğlu İ. Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgelerinden Toplanan Balların Bilesimi ve Depolamanın HMF Miktarı ve Diastaz Aktivitesine Etkisi. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*. 2001; 25:347–349.
29. Alonso-Torre SR, Cavia MM, Fernández-Muiño MA, Moreno G, Huidobro JF, Sancho MT. Evolution of Acid Phosphatase Activity of Honeys from Different Climates. *Food Chemistry*. 2006; 97(4):750-755.
30. Krell R. *Value Added Products from Beekeeping*. FAO Agricultural Services Bulletin 124. Roma, 1996.
31. Lachman J, Kolihovala D, Miholova D, Košata J, Titěra D, Kult, K. Analysis of Minority Honey Components: Possible Use for The Evaluation of Honey Quality. *Food Chemistry*. 2007; 101(3):973-979.
32. Hernández OM, Fraga JMG, Jiménez AI, Jimenez F, Arias JJ. Characterization Of Honey from The Canary Islands: Determination of The Mineral Content by Atomic Absorption Spectrophotometry. *Food Chemistry*. 2005; 93(3):449-458.
33. Alvarez-Suarez JM, Tulipani S, Romandini S, Bertoli E, Battino M. Contribution of honey in nutrition and human health: a review. *Mediterranean Journal of Nutrition and Metabolism*. 2010; 3(1):15-23.
34. Turhan I, Tetik N, Karhan M. Quality of Honeys Influenced by Thermal Treatment. *Lebensmittel Wissenschaft Technology Journal*. 2008; 41:1396-1399.
35. Türkmen N, Sarı F, Poyrazoğlu ES, Velioglu YS. Effects of Prolonged Heating on Antioxidant. *Food Chemistry*. 2006; 95(4):653-657.
36. Caner C. Bazı Özel Gıdalar ile Fermente Gıdaların Kalite Kontrolü. *Anadolu Üniversitesi Açık Öğretim Fakültesi*, 2010; 2069:1103(4).

37. Kumova U. Ballarda Kalite Kontrolü. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. 1986; 1(3):12-25.
38. Estevinho L, Pereira AP, Moreira L, Dias LG, Pereira E. Antioxidant and Antimicrobial Effects of Phenolic Compounds Extracts of Northeast Portugal Honey. Food and Chemical Toxicology. 2008; 46(12):3774-3779.
39. Can Z, Yıldız O, Şahin H, Turumtay EA, Silici S, Kolayli S. An Investigation of Turkish honeys. Their Physico-Chemical Properties, Antioxidant Capacities and Phenolic Profiles. Food Chemistry. 2015; 180:133-141.
40. Belay A, Solomon WK, Bultossa G, Adgaba N, Melaku S. Physicochemical properties of the Hareenna forest honey, Bale, Ethiopia. Food Chemistry. 2013; 141(4):3386-3392.
41. Ünal C, Küplülü Ö. Chemical Quality of Strained Honey Consumed in Ankara. Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi. 2006; 53:1-4.
42. Çiftçi E. Konya Yöresel Yayla Balı ile Püren Balının Kalite Kriterleri Yönünden Karşılaştırılması. SÜ. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi. 2014, Konya (Danışman: Prof. Dr. Gürkan UÇAR).
43. Yardibi MF. Tekirdağ Yöresinde Üretilen Ayçiçeği Ballarının Bazı Kimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi. NKÜ. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 2008. Tekirdağ (Danışman: Prof. Dr. Orhan DAĞLIOĞLU, Yrd. Doç. Dr. Devrim OSKAY)
44. Derebaşı E, Bulut G, Col M, Güney F, Yaşar N, Ertürk Ö. Physicochemical and Residue Analysis of Honey from Black Sea Region of Turkey. Fresenius Environ Bull, 2014; 23(1):10-17.
45. Bal Standardı, Türk Standartları Enstitüsü TS 3036/Mart 2002, Ankara, 23 S. 2002.
46. Juan-Borrás M, Domenech E, Hellebrandova M, Escriche I. Effect of Country Origin on Physicochemical, Sugar and Volatile Composition of Acacia, Sunflower and Tilia Honeys. Food Research International. 2014; 60:86-94.
47. Yurtsever N, Sorkun K. Bal Kalitesine Etki Eden Faktörler. Uludağ Arıcılık Dergisi. 2002; 3(2):28-31.

48. Nombé I, Schweitzer P, Boussim JI, Rasolodimby JM. Impacts of Storage Conditions on Physicochemical Characteristics of Honey Samples from Burkina Faso. *African Journal of Food Science*. 2010; 4(7):458-463.
49. Beretta G, Granata P, Ferrero M, Orioli M, Facino RM. Standardization of Antioxidant Properties of Honey by A Combination of Spectrophotometric/Fluorimetric Assays and Chemometrics. *Analytica Chimica Acta*. 2005; 533(2):185-191.
50. Yildiz O, Alpaslan M. Properties of Rose Hip Marmalades. *Food Technology and Biotechnology*, 2012; 50(1):98-106.
51. Escuredo O, Dobre I, Fernández-González, M, Seijo MC. Contribution of Botanical Origin and Sugar Composition of Honeys on The Crystallization Phenomenon. *Food Chemistry*. 2014; 149:84-90.
52. Shafiq H, Iftikhar F, Ahmad A, Kaleem M, Sair AT. Effect of Crystallization on The Water Activity of Honey. *International Journal of Food and Nutritional Sciences*. 2012; 3(3):1-6.
53. Güneş N, Güneş ME. Balda kristalleşme (Donma). *Uludağ Arıcılık Dergisi*. 2005; 5(1):10-11.
54. Sönmez R. Balın Oluşumu, Saklanması ve Şekerlenme Nedenleri. *Teknik Arıcılık Dergisi*. 1999; 65:8-13.
55. Oddo LP, Piro R, Bruneau É, Guyot-Declerck C, Ivanov T, Piskulová J, Von Der Ohe W. Main European Unifloral Honeys: Descriptive Sheets. *Apidologie*. 2004; 35(1):38-81.
56. Filodda F, Kirsch R, Smidt J, Tuchel P. Use of Antibiotics in The Production of Honey–Risks and Perspectives for The Honey İmporters and Honey İndustry. In *Preventing Residues in Honey*. Apımondıa Symposium, 2002; P:10-11.
57. Martin P. Imports into the EU from Third Countries: Veterinary and Other Requirements. *Bee World*. 2002; 80(1):24-32.
58. Dogaroglu M. Balda Yörelere Göre Kalıntı Hile ve Orijin Tespit Projesi, Teknoloji ve Yenilik Destek Programları Başkanlığı Arıcılık Raporu, Ankara, Türkiye, 2006.

59. Kumova U. Varroa jacobsoni Kontrolünde Ülkemizde Kullanılan Bazı İlaçların Etkinliğinin Araştırılması. Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences. 2001; 25:597–602.
60. Öğüt S, Seçilmiş H, Yılmaz M. Tarım İlaçlarının (Pestisitler) Olası Çevre Etkileri. 1. Uluslararası Davraz Kongresi, SDÜ, Isparta. 24-27 Eylül 2009; S:1607–1612.
61. Demircan V, Yılmaz H. Isparta İli Elma Üretiminde Tarımsal İlaç Kullanımının Çevresel Duyarlılık ve Ekonomik Açından Analizi. Ekoloji 2005; 14(57):15-25.
62. Kovancı İ, Şabanoğlu M, Saatçi N. Bal Arılarının Çevre Kirlenmesini Belirlemede İndikatör Olarak Kullanılması. Ekoloji. 1991; 1:26-28.
63. Kutlu MA, Abdurrahman GÜ L, Özdemir FA, Kılıç Ö. Bitlis İli Hizan İlçesinde Üretilen Ballarda Antibiyotik Kalıntılarının Belirlenmesi. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi. 2017; 4(4):523-527.
64. Winaldi A, Noor A, Firdaus F. Volatile Compounds Characterization of N-Hexane Extracts of Terasa Forest Honey. Marina Chimica Acta. 2018; 19(1):33-37
65. Erdoğan Ö. Levels of Selected Pesticides in Honey Samples from Kahramanmaraş, Turkey. Food Control. 2007; 18:866–871.
66. Ünal HH, Oruç HH, Sezgin A, Kabil E. Türkiye’de, 2006-2010 Yılları Arasında, Bal Arılarında Görülen Ölümler Sonrasında Tespit Edilen Pestisitler. Uludağ Arıcılık Dergisi. 2010; 10(4):119-125.
67. Snowdon JA, Cliver DO. Microorganisms in Honey. International Journal of Food Microbiology. 1996; 31(1-3):1-26.
68. Çakmak İ, Özakin C, Aydın L, Wells H. Türkiye’de Marketlerden ve Üreticilerden Alınan Balların Bakteriyel Analizi. Uludağ Arıcılık Dergisi. 2007; 7(1):30-34.
69. ISO 4833. Microbiology of Food and Animal Feeding Stuffs- Horizontal Methods for Enumeration of Microorganisms-Colony-Count Technique at 30 Degrees. 2003.
70. Sherlock O, Dolan A, Athman R, Power A, Gethin G, Cowman S, Humphreys H. Comparison of the Antimicrobial Activity Of Ulmo Honey From Chile and Manuka Honey Against Methicillin-Resistant Staphylococcus aureus, Escherichia coli and

Pseudomonas aeruginosa. BMC Complementary and Alternative Medicine. 2010; 10:1-5

71. Sinacori M, Francesca N, Alfonzo A, Cruciata M, Sannino C, Settanni, L and Moschetti G. Cultivable Microorganisms Associated with Honeys of Different Geographical and Botanical Origin. Food Microbiology. 2014; 38:284-294.

72. Ceyhan N. Muğla Ballarının Mikrobiyolojik Özellikleri ve Apiterapideki Yeri. M.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi. 2000, Muğla (Danışman: Yrd. Doç. Dr. Aysel UĞUR).

73. Duman AB, Sezer Ç, Oral NB. Kars'ta Satışa Sunulan Süzme Balların Kalite Niteliklerinin Araştırılması. Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi. 2008; 14(1):89-94.

74. Dümen E, Akkaya H, Öz GM, Sezgin FH. Microbiological and Parasitological Quality of Honey Produced in İstanbul. Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences. 2013; 37(5):602-607.

75. Sherwani SK, Shah MA, Zubair A, Haroon A, Kazmi SU. Microbiological Quality Assessment of Different Commercially Available Honey Products in Karachi, Pakistan. International Journal of Ayurveda and Pharma Research. 2013; 4(3):1531-1535.

76. Vazquez-Quiñones CR, Moreno-Terrazas R, Natividad-Bonifacio I, Quiñones-Ramírez EI, Vázquez-Salinas C. Microbiological Assessment of Honey in México. Revista Argentina De Microbiología. 2018; 50(1):75-80.

77. Borum AE, Gunes ME. Microbiological Contamination of Honeys from Different Sources in Turkey. Journal of Apicultural Science. 2018; 62(1):89-96.

78. Tomassetti F, Milito M, Dell'Aira E, De Santis L, Migliore G, Formato G. Microbiological Comparison Between Honey in Jar and in Honey Comp for Human Consumption. Italian Journal of Food Safety. 2009; 1(3):65-66.

79. Gallez L, Fernández LA. Mieles Del Sistema Serrano De Ventania: Evaluación De La Calidad Microbiológica En El Circuito De La Planta De Extracción. Revista Argentina De Microbiología. 2009; 41(3):163-167.

80. Mundo MA, Padilla-Zakour OI, Worobo RW. Growth Inhibition of Foodborne Pathogens and Food Spoilage Organisms by Select Raw Honeys. International Journal of Food Microbiology. 2004; 97(1):1-8.

81. Al-Waili NS. Topical Honey Application vs. Acyclovir for The Treatment of Recurrent Herpes Simplex Lesions. *Medical Science Monitor*. 2004; 10(8):94-98.
82. Babarinde, G. O., Babarinde, S. A., Adegbola, D. O., & Ajayeoba, S. I. (2011). Effects of harvesting methods on physicochemical and microbial qualities of honey. *Journal of Food Science and Technology*. 2011; 48(5):628-634.
83. Azonwade FE, Paraíso A, Dossa A, Cokou P, Dougnon VT, Ntcha C, Baba-Moussa L. Physicochemical Characteristics and Microbiological Quality of Honey Produced in Benin. *Journal of Food Quality*. 2018; 1896057:P13
84. Gradvol V, Atlaban N, Lenart L, Pavlović H. Microbiological Quality and Inhibitory Potential of Selected Croatian Apiary Honeys. *Croatian Journal of Food Science and Technology*. 2015; 7(2):40-46.
85. Erkan ME, Vural A, Guran HS, Durmusoglu H. Microbiological Investigation of Honey Collected from Şırnak Province of Turkey. *Journal of The Hellenic Veterinary Medical Society*. 2015; 66(1):22-26.
86. Omafuvbe BO, Akanbi OO. Microbiological and Physico-Chemical Properties of Some Commercial Nigerian Honey. *African Journal of Microbiology Research*. 2009; 3(12):891-896.
87. Nevas M Et Al. High Prevalence of Clostridium Botulinum Types A and B in Honey Samples Detected by Polymerase Chain Reaction. *International Journal of Food Microbiology*. 2002; 72(1):45-52.
88. Küplülü Ö, Göncüoğlu M, Özdemir H, Koluman A. Incidence of Clostridium Botulinum Spores in Honey in Turkey. *Food Control*. 2006; 17(3):222-224.
89. Koluman A, Gölcü BM, Derin O, Özkök S, Anniballi F. Clostridium Botulinum in Honey: Prevalence and Antibiotic Susceptibility of Isolated Strains. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*. 2013; 37(6):706-711.
90. Bogdanow S. Nature and Origin of The Antibacterial Substances in Honey. *Lebensmittel Wissechaft Technolgy Journal*. 1997; 30:748-753.
91. Weston RJ, Mitchell RK, Allen LK. Antibacterial Phenolic Compensents of New Zealand Manuka Honey. *Food Chemistry*. 1999; 64(3):295-301.

92. Dixon B. Bacteria Can't Resist Honey. *The Lancet Infectious Diseases*. 2003; 3:116.
93. Tomoi S, Miyata G. The Nutraceutical Benefit, Part 3: Honey. *Nutritional Pharmaceutical*. 2000; 16(6):468- 469.
94. Taormina PJ, Brendan A. Inhibitory Activity of Honey Against Foodborne Pathogens as Influenced by The Presence of Hydrogen Peroxide and Level of Antioxidant Power. *International Journal of Food Microbiology*. 2001; 69(3):217-225.
95. Khalil AT, Khan I, Ahmad K, Khan YA, Khan M, Khan MJ. Synergistic Antibacterial Effect of Honey and Herba Ocimi Basilici Against Some Bacterial Pathogens. *Journal of Traditional Chinese Medicine*. 2013; 33(6):810-814.
96. Aksoy Z, Dığrak M. Bingöl Yöresinde Toplanan Bal ve Propolisin Antimikrobiyal Etkisi Üzerinde in-Vitro Araştırmalar. *Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Fakültesi Dergisi*. 2006; 18(4):471-478
97. Doğan H. Çiçek Ballarının Kimyasal, Fiziksel ve Antimikrobiyal Özelliklerinin Belirlenmesi. A.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi. 2014, Erzurum (Danışman: Prof. Dr. Memnune ŐENGÜL).
98. Küçük M, Kolaylı S, Karaoğlu Ő, Ulusoy E, Baltacı C, Candan F. Biological Activities and Chemical Composition of Three Honeys of Different Types from Anatolia. *Food Chemistry*. 2007; 100(2):526-534.
99. Soylu M, Silici S. Honey Consumption Preferences of University Students Üniversite Öğrencilerinin Bal Tüketim Tercihleri. *Journal of Human Sciences*. 2018; 15(1):386-398.
100. Baki F, Saner G, Adanacıoğlu H, Güler D. Türkiye’de Süzme Çam Balına Yönelik Tüketici Tercihlerinin Konjoint Analizi: İzmir İli Örneği. IV. IBANESS Congress Series-Russe/Bulgaria. 2017, pp. 779-786.
101. Harrigan WF. *Laboratory Methods in Food Microbiology*. Gulf Professional Publishing, 1998.
102. Aydın BD, Sezer Ç, Oral NB. Kars’ta Satışa Sunulan Süzme Balların Kalite Niteliklerinin Araştırılması. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*. 2008;14(1):89-94.

103. Luning PA, Jacxsens L, Rovira J, Osés SM, Uyttendaele M, Marcelis WJ. A Concurrent Diagnosis of Microbiological Food Safety Output and Food Safety Management System Performance: Cases From Meat Processing Industries. *Food Control*. 2011; 22(3-4):555-565.
104. Kodogiannis VS, Pachidis T, Kontogianni E. An Intelligent Based Decision Support System for The Detection of Meat Spoilage. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*. 2014; 34:23-36.
105. Rukchon C, Nopwinyuwong A, Trevanich S, Jinkarn T, Suppakul P. Development of A Food Spoilage Indicator for Monitoring Freshness of Skinless Chicken Breast. *Talanta*. 2014; 130:547-554.
106. Lurlina MO, Fritz R. Characterisation of Microorganisms in Argentinean Honeys from Different Sources. *International Journal Food Microbiology*. 2005; 105:297-304.
107. Kacaniova M, Melich M, Knazoviccka V, Haščík P, Sudzinova J, Pavlicova S, Čuboň J. The Indicator Microorganisms Value in Relation to Primary Contamination Of Honey. *Scientific Papers Animal Science and Biotechnologies*. 2009; 42(2):159-166.
108. Kunova S, Kacániová M, Hascík P, Cubon J. Microbiological and Chemical Quality of Slovak and European Honey. *The Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*. 2015; 4:41.
109. Pucciarelli AB, Schapovaloff ME, Kummritz S, Seňuk IA, Brumovsky LA, Dallagnol AM. Microbiological and Physicochemical Analysis of Yateí (*Tetragonisca Angustula*) Honey for Assessing Quality Standards and Commercialization. *Revista Argentina De Microbiologia*. 2014; 46(4):325-332.
110. Rozanska H, Osek J. Effect of Storage on Microbiological Quality of Honey. *Bulletino of The Veterinary Institute in Pulawy*. 2012; 56(2):161-163.
111. Tornuk F, Karaman S, Ozturk I, Toker OS, Tastemu, B, Sagdic O, Kayacier A. Quality Characterization of Artisanal and Retail Turkish Blossom Honeys: Determination of Physicochemical, Microbiological, Bioactive Properties and Aroma Profile. *Industrial Crops and Products*. 2013; 46:124-131.
112. Kasperova J, Nagy J, Popelka P, Dičáková Z, Nagyová A, Maľa P. Physico-Chemical Indicators and Identification of Selected Slovak Honeys Based on Colour Measurement. *Acta Veterinaria Brno*. 2012; 81(1):57-61.

113. Finola MS, Lasagno MC, Marioli JM. Microbiological and Chemical Characterization of Honeys from Central Argentina. *Food Chemistry*. 2007; 100(4):1649-1653.
114. Silva MS, Rabadzhiev Y, Eller MR, Iliev I, Ivanova I, Santana WC. *Microorganisms in Honey. Honey Analysis*, 2017.
115. Moujanni A, Terrab Benjelloun A, Eddoha R., Nasser B, Benbachir M. Microbiological Quality of Moroccan Labeled Euphorbia Resinifera Honey. *The Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, 2017; 6(5):1188-1194.
116. Malika N, Mohamed FAID, Chakib EA. Microbiological and Physicochemical Properties of Moroccan Honey. *International Journal of Agriculture and Biology*. 2005; 7(5):773-776.
117. Lawal RA, Lawal AK, Adekalu JB. Physico-chemical studies on adulteration of honey in Nigeria. *Pakistan Journal of Biological Sciences*. 2009; 12(15):1080-1084.
118. Combarros-Fuertes P, Valencia-Barrera RM, Estevinho LM, Dias LG, Castro JM, Tornadijo ME, Fresno JM. Spanish Honeys with Quality Brand: A Multivariate Approach to Physicochemical Parameters, Microbiological Quality and Floral Origin. *Journal of Apicultural Research*. 2019; 58(1):92-103.
119. Leme LM, Montenegro HR, Dos Santos LDR, Sereia MJ, Valderrama P, Março PH. Relation Between Near-Infrared Spectroscopy and Physicochemical Parameters for Discrimination of Honey Samples from Jatai Weyrauchii and Jatai Angustula Bees. *Food Analytical Methods*. 2018; 11(7):1944-1950.
120. Kwakman PH, Zaat SA. Antibacterial Components of Honey. *IUBMB Life*. 2012; 64(1):48-55.
121. Olaitan PB, Adeleke OE, Iyabo OO. Honey: A Reservoir for Microorganisms and An Inhibitory Agent for Microbes. *African Health Sciences*. 2007; 7(3):159-165
122. Florou-Paneri P, Christaki E, Bonos E. Lactic Acid Bacteria as Source of Functional Ingredients. in *Lactic Acid Bacteria-R and D for Food, Health and Livestock Purposes*, 2013.
123. Corby-Harris V, Maes P, Anderson KE. The Bacterial Communities Associated with Honey Bee (*Apis Mellifera*) Foragers. *PloS One*. 2014; 9(4):E95056.

124. Tysett C, Rosseau M. Problem of Microbes, Hygiene of Commercial Honey. *Revue De Medecine Veterinaire*. 1981; 132: 591-600.
125. Madras-Majewska B, Rosiak E, Jaworska D, Kulesza K, Wasiak-Zys G, Teper D. Comparison of Selected Quality Characteristics of Domestic and Thailand Multifloral Honeys. *Medycyna Weterynaryjna*. 2016; 72:620-626.
126. Ceauși C, Țogoe I, Tudor L, Furnaris, F. The Evaluation of Microbiological Quality of Some Bee Honey Sorts. *Bulletin Universty Agriculturel Sciences and Veterinary Medicine*. 2009; 66(1):273-277.
127. Becker K, Heilmann C, Peters G. Coagulase-Negative Staphylococci. *Clinical Microbiology Reviews*. 2014; 27(4):870-926.
128. Mauriello G, De Prisco A, Di Prisco G, La Storia A, Caprio. Microbial Characterization of Bee Pollen from The Vesuvius Area Collected by Using Three Different Traps. *Plos One*. 2017; 12(9):E0183208.
129. Mandal MD, Mandal S. Honey: Its Medicinal Property and Antibacterial Activity. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*. 2011;1(2):54-160.
130. Almasaudi SB, Al-Nahari AA, El Sayed M, Barbour E, Al Muhayawi SM, Al-Jaouni S, Harakeh S. Antimicrobial Effect of Different Types of Honey on *Staphylococcus aureus*. *Saudi Journal of Biological Sciences*. 2017; 24(6):1255-1261.
131. French VM, Cooper RA, Molan PC. The Antibacterial Activity of Honey Against Coagulase-Negative Staphylococci. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*. 2005; 56(1):228-231.
132. Hani B, Dalila B, Saliha D, Daoud H, Mouloud G, Seddik K. Microbiological Sanitary Aspects of Pollen. *Advances in Environmental Biology*. 2012; 6(4):1415-1420.
133. Davin-Regli A. *Enterobacter Aerogenes* and *Enterobacter Cloacae*; Versatile Bacterial Pathogens Confronting Antibiotic Treatment. *Frontiers in Microbiology*. 2015; 6:392.
134. Montagnani C, Cocchi P, Lega L, Campana S, Biermann KP, Braggion and Galli L. *Serratia Marcescens* Outbreak in A Neonatal Intensive Care Unit: Crucial Role of Implementing Hand Hygiene Among External Consultants. 2015; 15(1):11.

135. Armbruster CE, Smith SN, Johnson AO, De Ornellas V, Eaton KA, Yep A, Mobley HL. The Pathogenic Potential of *Proteus Mirabilis* is Enhanced by Other Uropathogens During Polymicrobial Urinary Tract Infection. *Infection and Immunity*. 2017; 85(2):E00808-16.
136. Khan KA, Ansari MJ, Al-Ghamdi A, Nuru A, Harakeh S, Iqbal J. Investigation of Gut Microbial Communities Associated with Indigenous Honey Bee (*Apis Mellifera Jemenitica*) from Two Different Eco-Regions of Saudi Arabia. *Saudi Journal of Biological Sciences*. 2017; 24(5):1061-1068.
137. Gilliam M. Identification and Roles of Non-Pathogenic Microflora Associated with Honey Bees. *FEMS Microbiology Letters*. 1997;155(1): 1-10.
138. McLoone P, Warnock M, Fyfe L. Honey: A Realistic Antimicrobial for Disorders of The Skin. *Journal of Microbiology, Immunology and Infection*. 2016; 49(2): 161-167.
139. Fernandez LA, Ghilardi C, Hoffmann B, Busso C, Gallez LM. Microbiological Quality of Honey From The Pampas Region Throughout The Extraction Process. *Revista Argentina De Microbiologia*. 2017;49(1):55-61.

9. ÖZGEÇMİŞ



TÜRKİYE CUMHURİYETİ
DİCLE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



Adı	Gökhan	Soyadı	DURUKAN
Doğum Yeri	Kozan/ADANA	Doğum Tarihi	15.03.1983
Uyruğu	T.C.	Tel	5076629818
E-posta	duru01kan@hotmail.com		

EĞİTİM DÜZEYİ

	Mezun Olduğu Kurumun Adı	Mezuniyet Yılı
Doktora / Uzmanlık		
Tezli Yüksek Lisans		
Lisans	Dicle Üniversitesi - Veteriner/ Atatürk Üniversitesi-Matematik	2015/2006
Lise	Kozanoğlu Lions Lisesi	2000

İŞ DENEYİMİ

Görevi	Kurum	Süre (Yıl - Yıl)
P.M	EGM	2009(10)

Yabancı Dil Sınav Notu								
ÜDS/YDS	KPDS	IELTS	TOEFL IBT	TOEFL PBT	TOEFL CBT	FCE	CAE	CPE

	Sayısal	Eşit Ağırlık	Sözel
ALES Puam	77,7	71,1	70,3
(Diğer) Puam			

10. ORJİNALLİK RAPORU

DİYARBAKIR'DA SATIŞA SUNULAN BALLARIN MİKROBİYOLOJİK KALİTESİ VE BAZI BAKTERİLERİN TÜR DÜZEYİNDE ÇEŞİTLİLİĞİ

ORJİNALLİK RAPORU

%**3**

BENZERLİK ENDEKSİ

%**5**

İNTERNET
KAYNAKLARI

%**1**

YAYINLAR

%**2**

ÖĞRENCİ ÖDEVLERİ

BİRİNCİL KAYNAKLAR

1

www.alikorkmaz.net

İnternet Kaynağı

%**1**

2

tkdk.gov.tr

İnternet Kaynağı

%**1**

3

kapidagaricilik.blogspot.com

İnternet Kaynağı

%**1**

4

dergipark.org.tr

İnternet Kaynağı

%**1**

Alıntıları çıkart

üzerinde

Eşleşmeleri çıkar

< %1

Bibliyografyayı Çıkart

Kapat