

**T.C.
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**MUĞLA İLİNDE ÜRETİLEN BALLARIN BAZI FİZİKSEL VE
KİMYASAL ÖZELLİKLERİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TÜLAY BELLİ

DENİZLİ, TEMMUZ - 2019

**T.C.
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**



**MUĞLA İLİNDE ÜRETİLEN BALLARIN BAZI FİZİKSEL VE
KİMYASAL ÖZELLİKLERİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TÜLAY BELLİ

DENİZLİ, TEMMUZ - 2019

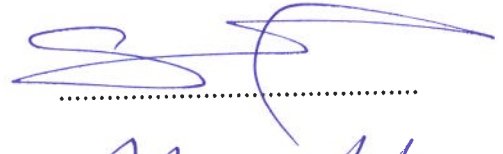
KABUL VE ONAY SAYFASI

TÜLAY BELLİ tarafından hazırlanan “MUĞLA İLİNDE ÜRETİLEN BALLARIN BAZI FİZİKSEL VE KİMYASAL ÖZELLİKLERİ” adlı tez çalışmasının savunma sınavı 25.07.2019 tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen jüri tarafından oy birliği ile Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

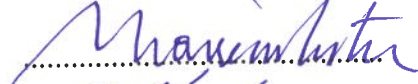
Jüri Üyeleri

İmza

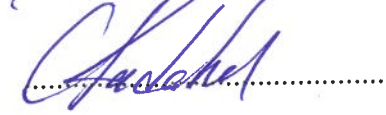
Danışman
Prof. Dr. Sebahattin NAS



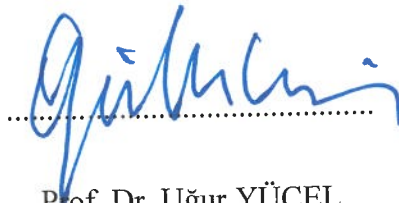
Üye
Prof. Dr. Muharrem CERTEL



Üye
Doç. Dr. Çetin KADAKAL



Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun
08/08/2019 tarih ve 32/18..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.



Prof. Dr. Uğur YÜCEL

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

✓

Bu tez çalışması Pamukkale Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından 2017-FEBE-005 nolu proje ile desteklenmiştir.

Bu tezin tasarımı, hazırlanması, yürütülmesi, araştırmalarının yapılması ve bulgularının analizlerinde bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle riayet edildiğini; bu çalışmanın doğrudan birincil ürünü olmayan bulguların, verilerin ve materyallerin bilimsel etiğe uygun olarak kaynak gösterildiğini ve alıntı yapılan çalışmalara atfedildiğine beyan ederim.

TÜLAY BELLİ

ÖZET

**MUĞLA İLİNDE ÜRETİLEN BALLARIN BAZI FİZİKSEL VE
KİMYASAL ÖZELLİKLERİ
YÜKSEK LİSANS TEZİ
TÜLAY BELLİ
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
(TEZ DANIŞMANI: PROF. DR. SEBAHATTİN NAS)**

DENİZLİ, TEMMUZ - 2019

Bu çalışmada, Türkiye bal üretiminin önemli bir kısmının gerçekleştiği Ege Bölgesinde yer alan Muğla İlinde üretilen balların bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerinin belirlenerek bölgedeki balların kaliteleri hakkında fikir sahibi olunması hedeflenmiş olup, ayrıca bal örneklerinin ülkemiz ballarıyla kıyaslanması amaçlanmıştır. Bu çalışmadan elde edilen sonuçların Muğla ilinde üretilen ballarda taklit ve tağşiş gibi hileli durumların olup olmadığı konusunda bizlere ışık tutması beklenmektedir. Bu amaçla Muğla ilinin çeşitli ilçelerinden elde edilen balların renk, nem, briks, kül, elektriksel iletkenlik, serbest asitlik, pH, diastaz aktivitesi, HMF, prolin, şeker profili, $\Delta C13$ değerleri farkı, C4 şeker oranı analizleri yapılmıştır. Bal örneklerinin renk değerleri L^* 5,58-15,98; a^* 1,29-13,71 ve b^* 2,21-8,42, nem değerleri % 14,64-20,88, briks değerleri % 77,4-88,5, kül değerleri % 0,21-0,87, elektriksel iletkenlik 0,63-1,67 mS/cm, serbest asitlik 8,95-27,9 meq/kg, pH değerleri 3,99-5,56, diastaz aktivitesi 3,38-13,18, HMF içeriği 0-93,8 mg/kg, prolin miktarları 158,45-1217,45 mg/kg, şeker içeriği (Fruktoz+Glikoz) 41,61-64,85 g/100g, $\Delta C13$ değerleri farkı (-2,52)-2,51, C4 şeker oranı (%) 0-16,81 arasında bulunmuştur. Sonuçların Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği'ne uygun olup olmadığı kontrol edilmiştir. Ayrıca bal örneklerinin Türkiye'de üretilen diğer ballarla benzerlik gösterip göstermediğine bakılarak kalite kıyaslaması yapılmıştır.

**ANAHTAR KELİMELER: MUĞLA, BAL, FİZİKSEL, KİMYASAL
ÖZELLİKLERİ**

ABSTRACT

SOME PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES OF THE HONEYS PRODUCED IN MUĞLA

**MSC THESIS
TÜLAY BELLİ**

PAMUKKALE UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE

FOOD ENGINEERING

(SUPERVISOR: PROF. DR. SEBAHATTİN NAS)

DENİZLİ, JULY 2019

In this study, the aim was to determine some physical and chemical properties of honeys produced in Mugla Province located in the Aegean Region which performs a significant portion of honeys produced in Turkey and have to an idea about the quality of honeys in the region. In addition it is aimed to compare honey samples with honeys produced in Turkey. The results of this study are expected to shed light on the presence of fraudulent situations such as imitation and adulteration in honeys produced in Muğla. For this purpose, honey samples obtained from various regions of Muğla Province were analyzed for color, moisture, brix, ash, electrical conductivity, free acidity, pH, diastase activity, HMF, proline, sugar profile, difference of $\Delta C13$ values and ratio of C4 sugar. The values of honey samples were determined between as follows; color L* 5,58-15,98; a* 1,29-13,71 ve b* 2,21-8,42, humidity % 14,64-20,88, brix % 77,4-88,5, ash % 0,21-0,87, electrical conductivity 0,63-1,67 mS/cm, free acidity 8,95-27,9 meq/kg, pH 3,99-5,56, diastase activity 3,38-13,18, HMF content 0-93,8 mg/kg, proline quantities 158,45-1217,45 mg/kg, sugar content (Fructose+Glucose) 41,61-64,85 g/100 g, difference of $\Delta C13$ values (-2,52)-2,51 and ratio of C4 sugar % 0-16,81. The results were checked for compliance with the Turkish Food Codex Honey Communiqué. In addition, results were checked if there was a similarity with other honeys produced in Turkey and quality comparisons were made with them.

KEYWORDS: MUGLA, HONEY, PHYSICAL, CHEMICAL PROPERTIES

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET.....	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER	iii
ŞEKİL LİSTESİ.....	iv
TABLO LİSTESİ	v
SEMBOL LİSTESİ.....	vi
ÖNSÖZ.....	vii
1. GİRİŞ.....	1
1.1 Dünyada ve Türkiye’de Bal Üretimi ve Ticareti.....	5
1.2 Bal ve Diğer Arı Ürünleri.....	7
1.3 Balda Taktit ve Tağsiş	13
2. BALIN FİZİKSEL VE KİMYASAL ÖZELLİKLERİ.....	18
3. MATERYAL VE YÖNTEM	23
3.1 Bal Numunelerinin Toplanması	23
3.2 Balın Fiziksel ve Kimyasal Analizleri.....	24
3.2.1 Renk Analizi	24
3.2.2 Nem Miktarı.....	24
3.2.3 Briks analizi	24
3.2.4 Kül analizi.....	25
3.2.5 Elektriksel İletkenlik.....	25
3.2.6 pH ve Serbest Asitlik	25
3.2.7 Diastaz Aktivitesi.....	26
3.2.8 HMF Miktarı.....	27
3.2.9 Prolin Miktarı.....	28
3.2.10 Fruktoz-Glikoz-Sakkaroz Şeker Profili	28
3.2.11 Delta C13 Değerleri Farkı ve C4 Şekerleri Oranı.....	29
4. BULGULAR	31
4.1 Balın tat ve kokusu	31
4.2 Renk analizi	31
4.3 Nem	31
4.4 Briks	34
4.5 Kül Miktarı	35
4.6 Elektriksel İletkenlik	39
4.7 Serbest Asitlik	41
4.8 pH.....	43
4.9 Diastaz aktivitesi	45
4.10 HMF	47
4.11 Prolin	49
4.12 Fruktoz-Glikoz-Sakkaroz Şeker Profili.....	51
4.13 Delta C13 Değerleri Farkı ve C4 Şeker Oranı.....	55
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	60
6. KAYNAKLAR.....	62
7. EKLER.....	71
8. ÖZGEÇMİŞ.....	75

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 4.1 : Bal örneklerinin L*, a*, b* değerleri.....	32
Şekil 4.2 : Bal örneklerinin nem miktarları.....	35
Şekil 4.3 : Bal örneklerinin yüzde briks değerleri.....	37
Şekil 4.4 : Bal örneklerinin % kül miktarları	39
Şekil 4.5 : Bal örneklerinin elektriksel iletkenlik değerleri	41
Şekil 4.6 : Bal örneklerinin serbest asitlik miktarları.....	43
Şekil 4.7 : Bal örneklerinin pH değerleri	44
Şekil 4.8 : Bal örneklerinin diastaz sayısı	47
Şekil 4.9 : Bal örneklerinin HMF miktarları	49
Şekil 4.10: Bal örneklerinin prolin miktarları	51
Şekil 4.11: Bal örneklerinin Fruktoz+Glikoz miktarları	53
Şekil 4.12: Bal örneklerinin Fruktoz / Glikoz oranları	54
Şekil 4.13: Bal örneklerinin C13 değerleri farkı.....	56
Şekil 4.14: Bal örneklerinin C4 şeker oranı	58
Şekil B.1 : HMF standard kromatogramı	72
Şekil B.2 : HMF kalibrasyon eğrisi.....	72
Şekil C.1 : Fruktoz, Glikoz ve Sakkaroz standard kromatogramı	73
Şekil C.2 : Fruktoz kalibrasyon eğrisi.....	73
Şekil C.3 : Glikoz kalibrasyon eğrisi	74
Şekil C.4 : Sakkaroz kalibrasyon eğrisi	74

TABLO LİSTESİ

Sayfa

Tablo 1.1: Dünya arıcılık verileri.....	5
Tablo 1.2: Türkiye arıcılık verileri.....	6
Tablo 1.3: Muğla arıcılık verileri	7
Tablo 1.4: Polenin kimyasal bileşimi.....	11
Tablo 1.5: Arı sütünün kimyasal bileşimi	13
Tablo 1.6: TGK Bal Tebliği'ne (TGK 2012/58) göre balın özellikleri.....	15
Tablo 3.1: Bal örneklerinin alındığı ilçeler, bitkisel orijinleri ve kodları	23
Tablo 3.2: HMF Kalibrasyon Eğrisi Konsantrasyonları	27
Tablo 3.3: DAD-HPLC Cihazı Çalışma Koşulları.....	27
Tablo 3.4: RID-HPLC Cihazı Çalışma Koşulları	29
Tablo 3.5: Analiz Cihaz Parametreleri.....	30
Tablo 4.1: Bal örneklerinin baskın floraya göre renk analizi sonuçları.....	33
Tablo 4.2: Bal örneklerinin baskın floraya göre nem miktarı (%).....	34
Tablo 4.3: Bal örneklerinin baskın floraya göre briks değerleri (%).....	36
Tablo 4.4: Bal örneklerinin baskın floraya göre kül miktarları (%)	38
Tablo 4.5: Bal örneklerinin baskın floraya göre elektriksel iletkenlik değerleri	40
Tablo 4.6: Bal örneklerinin baskın floraya göre serbest asitlik değerleri	42
Tablo 4.7: Bal örneklerinin baskın floraya göre pH değerleri	44
Tablo 4.8: Bal örneklerinin baskın floraya göre diastaz sayısı	46
Tablo 4.9: Bal örneklerinin baskın floraya göre HMF miktarları.....	48
Tablo 4.10: Bal örneklerinin baskın floraya göre prolin miktarları.....	50
Tablo 4.11: Bal örneklerinin baskın floraya göre Fruktoz+Glikoz miktarları.....	52
Tablo 4.12: Bal örneklerinin baskın floraya göre Fruktoz/Glikoz değerleri.....	54
Tablo 4.13: Bal örneklerinin baskın floraya göre C13 değerleri farkı.....	55
Tablo 4.14: Bal örneklerinin baskın floraya göre C4 şeker oranları.....	57
Tablo A.1 : Standart kırılma indisi-nem tablosu.....	71

SEMBOL VE KISALTMALAR LİSTESİ

%	:	Yüzde
Kg	:	Kilogram
°C	:	Santigrat derece
Mg	:	Miligram
Kcal/g	:	Kilokalori/gram
ppm	:	Parts per million (milyonda bir kısım)
TGK	:	Türk Gıda Kodeksi
Meq/kg	:	Milieuvalant/kg
mS/cm	:	Milisiemens/santimetre
HMF	:	Hidroksimetilfurfural
CIE	:	Uluslararası Aydınlatma Komisyonu
α	:	Alfa
β	:	Beta
dk	:	Dakika
mL	:	Mililitre
IHC	:	International Honey Commission
M	:	Molar
Uv-vis	:	Ultraviolet-visible
Nm	:	Nanometre
μm	:	Mikrometre
min	:	Dakika
mm	:	Milimetre
cm	:	Santimetre
TS	:	Türk Standardı
HPLC	:	High Performance Liquid Chromatography
FAO	:	Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü
TÜİK	:	Türkiye İstatistik Kurumu
TSE	:	Türk Standartları Enstitüsü

ÖNSÖZ

Bu çalışmada, Türkiye bal üretiminin önemli bir kısmını gerçekleştiren ve Ege Bölgesi sınırları içerisinde yer alan Muğla İlinde üretilen balların bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerinin belirlenerek ülkemiz ballarıyla kıyaslanması amaçlanmış olup, ayrıca bölgedeki balların kaliteleri hakkında fikir sahibi olunması hedeflenmiştir. Bu çalışmadan elde edilen sonuçların Muğla ilinde üretilen ballarda taklit ve tağşiş gibi hileli durumların olup olmadığı konusunda bizlere ışık tutması beklenmektedir.

Bu çalışmanın gerçekleştirilmesinde yardımlarını esirgemeyen danışman hocam Sayın Prof. Dr. Sebahattin NAS'a ve diğer değerli hocalarıma, maddi olarak araştırmamı destekleyen Pamukkale Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi'ne teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca beni zor zamanlarımda yalnız bırakmayan, her daim maddi ve manevi destekleriyle varlıklarını hissettiren anne ve babama, bu süreçte bana sabırla destek olan sevgili eşime ve tezi yazarken kendisine ayracağım zamandan çaldığım canım kızıma teşekkürlerimi sunarım.

1. GİRİŞ

Ülkemiz zengin bitki örtüsü, uygun ekolojisi ve koloni varlığı ile arıcılık faaliyetleri ve ürünleri bakımından dünyada önemli bir yere sahiptir. Yine ülkemizde arıcılık, arılı kovan sayısı bakımından son yıllarda büyük artışlar göstererek dünya sıralamasında üst noktalara gelmiştir. Ülke geneline bakıldığında Muğla ili arıcılıkta ve bal üretiminde önde gelen illerimizdendir. Muğla ili bitki florasının çeşitliliği bakımından zengin bir bölge olduğu kadar çam balı için kaynak teşkil eden çam ağacı bakımından da oldukça zengindir. Günümüzde giderek artan dünya nüfusunun gerektiği gibi beslenmesi için sağlıklı ve güvenilir gıdaya duyulan ihtiyaç nedeniyle başlıca arı ürünü olan bal ve diğer arı ürünlerinin önemi giderek artmaktadır. Arıcılık, temelde meslek olarak yapılmasının yanı sıra, hobi olarak vb. nedenlerle yapılabilen bir uğraş alanıdır.

Bal, Türk Standardları tebliğine göre “Bitkilerin çiçeklerinde ya da diğer canlı kısımlarında bulunan nektar bezlerinden salgılanan nektarın ve bitki üzerinde yaşayan bazı böceklerin, bitkilerin canlı kısımlarından yararlanarak salgıladığı tali maddelerin, bal arıları (*Apis mellifera*) tarafından toplanması, vücutlarında bileşimlerinin değiştirilip petek gözlerine depo edilmesi ve buralarda olgunlaşması sonucunda meydana gelen tatlı bir ürün” (Anonim 2010^a), Türk Gıda Kodeksine göre “Bitki nektarlarının, bitkilerin canlı kısımlarının salgılarının veya bitkilerin canlı kısımları üzerinde yaşayan bitki emici böceklerin salgılarının bal arısı tarafından toplandıktan sonra kendine özgü maddelerle birleştirilerek değişikliğe uğrattığı, su içeriğini düşürdüğü ve petekte depolayarak olgunlaştırdığı doğal ürün” (Anonim 2012) olarak tanımlanmaktadır.

Arılar tarafından doğal olarak üretilen bal, sağlığa yararlı birçok biyoaktif besin bileşenini bir arada bulunduran fonksiyonel bir gıdadır. Bileşiminde, bitki nektarı kaynaklı aminoasit, karbonhidrat, vitamin, organik asit ve fenolik bileşiklerin yanı sıra; arı kaynaklı enzimleri de içermekte olan bal, antioksidan, antimikrobiyal ve antikarsinojen etkileri de çeşitli çalışmalarla kanıtlanan bir gıda maddesidir (Mutlu ve diğ. 2017).

Arıcılık çok eskilere dayanan bir meslek dalı olup, yeryüzünde bulunan arılar ilkel insanların evrimleşme döneminden 56 milyon yıl öncesinde görülmüştür (Ioyrish 1977).

Arılara, geniş düzlüklerin bitki örtüsüyle kaplanmaya başladığı üçüncü jeolojik çağdan bugüne milyonlarca yıldır rastlandığı belirtilmektedir (Sarıöz 2010). Bal arılarının bal yapmaya başlaması günümüzden 20 milyon yıl öncesine rastlamasına rağmen insanlar 10 bin yıl öncesinde balı gıda olarak tüketmeye başlamışlardır (Crane 1983). İnsanların çok eski çağlarda ağaç ve kaya kovuklarına yuva yapan arıları öldürerek ballarını kullandıkları bilinmektedir (Sarıöz 2010).

Kutsal kitaplar olan Kur'an, İncil, Zebur ve Tevrat'ta baldan bahsedilmekte olup, Kur'an-ı Kerim'de ise arı ve ürettiği baldan, Mekke'de indirilen Nahl Suresi'nin 68. ve 69. ayetlerinde bahsedilmektedir (Sarıöz 2010).

Ortadoğu ülkeleri arıların gen merkezi olduğundan, arıcılığın bu ülkelerde yapılmaya başlandığı anlaşılmaktadır. Eski medeniyetlerden Sümer, Babil, Hitit, Mısır, Hint, Roma ve Yunan medeniyetleri incelendiğinde çeşitli resim, heykel, eşya, para, mağara, mezar, hikaye ve yasalarda arı ve bal ile ilgili bulgulara rastlanmaktadır (Sarıöz 2010).

Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde günümüzün en büyük sorunu yeterli ve dengeli beslenmenin olmamasıdır. Dünya nüfusunun hızla artışı bu sorunu tetiklemektedir. Arıcılığın geliştirilmesi bu sorunun giderilmesini sağlayacak koşullardan biri olabilir. Günümüzde bal ve diğer arı ürünlerinin önemini insanlar tarafından daha iyi anlaşılması ve arıcılığın düşük gelirli aileler ve çiftçiler için ek gelir kaynağı olması arıcılığın önemini artırarak yaygınlaşmasını sağlamıştır (Kutlu ve Bengü 2015). Ülkemizde arıcılık potansiyeli, genetik ve ekolojik zenginlik, işgücü imkanları ve koloni sayısı bakımından yüksektir (Kaftanoğlu 2001).

Bal arılar tarafından üretilen doğal bir gıda olup, diğer arıcılık ürünleri olan propolis, arısütü, arı zehri, balmumu, polen gibi ürünlere göre temin edilebilirliği, besin değerinin yüksekliği ve duyuşal özelliklerinin insan doğasına uygunluğu gibi nedenlerle tüketimi daha yüksektir (Mutlu ve diğ. 2017).

Arı ürünlerinin en başında gelen balın binlerce yıldır çok önemli bir besin kaynağı olduğu insanoğlu tarafından bilinmektedir. Bal, aminoasitler, proteinler, şekerler, organik asitler, vitaminler, lipitler, yağlar, antioksidanlar, dekstrin, enzimler, eser elementler, mineraller ve antibiyotikler içermektedir. Balın çok büyük bir kısmı şekerlerden oluşmaktadır. Bal arıları, lizozim enzimini bala kendi salgılarından ilave ederler. Bu enzim önemli biyolojik aktiviteye sahip olup, arıların bağışıklık sistemini güçlendirir ve bakterilerin yayılmasını önler (Çakmak 2001).

Balın içeriği ve kalitesi, üretildiği bölgenin bitki örtüsü, arıların bu bitki örtüsünden aldıkları nektarın tipi ve miktarı, bölgenin coğrafi konumu, yükseltisi, ısı değişimleri ve arı kaynaklarının saflığı gibi özelliklere bağlı olarak değişmektedir. Ancak yapılan çalışmalardan insan sağlığı açısından fonksiyonel özelliklere sahip olan balın nektar kaynağı büyük ölçüde çiçeğe bağlıdır ve balın kalitesi bitkisel kaynağı ve kimyasal bileşimine göre değerlendirilmektedir. Farklı bölgelerde üretilen ve farklı bitkisel orijinli balların bileşiminin çok farklılık arz ettiği görülmektedir (Ömür 2015).

Balın kalitesi balın elde edildiği coğrafi koşullardan dolayı ülkeden ülkeye değiştiği gibi aynı ülke içinde farklı bölgelerde ve farklı yörelerde dahi büyük farklılıklar göstermektedir. Günümüzde gelişen teknoloji sayesinde balların üstün özellikleri detaylı bir şekilde tespit edilebilmektedir (Güler 2005).

Doğada bitki çeşitliliği çok fazla olduğundan ballar da çeşit çeşittir. Balın sahip olduğu özellikler ve kalitesi, balın toplandığı bitkilere göre değişir. Bu nedenle balların çeşit olarak sınıflandırılması önemlidir. Hiç değilse yoğun olarak elde edildiği bitki grubunun belirlenmesi, balın kalite ve özellikleri hakkında bilgi verir. Bal tıbbi önemi olan bitkiden toplanmışsa tıbbi bal olarak da adlandırılabilir (Çakmak 2001).

Ülkemizin farklı bölgelerinde sahip oldukları bitki florasının çeşitliliğinden dolayı farklı ballar üretilmektedir. Akdeniz bölgesi ve çevresinde narenciye balı, Muğla ve yöresinde çam balı, diğer bölgelerimizde ise çok kaliteli çiçek balları üretilmektedir (Kayral ve Kayral 1984).

Balın orijini tespit etmek için bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerin parametre olarak değerlendirilebileceği araştırmacılar tarafından dile getirilmektedir. Balın orijini belirlemede viskozite, elektriksel iletkenlik, toplam asitlik önemli parametreler olarak görülürken, bunların yanında fruktoz, rafinoz, glikoz oranları ve pH değeri de parametre olarak değerlendirilmektedir. Çiçek ve salgı ballarının birbirinden ayrımında pH çok önemli bir parametre olarak görülmektedir (Güler 2005).

Balın gıda sanayisinde kullanım alanı oldukça geniştir. Ülkemizde bal genellikle direkt olarak tüketilmekle birlikte, birçok gıdanın üretimine de ilave edilmek koşuluyla katkı sağlamaktadır. Balın fiyatı, kendine özgü lezzeti ve besin değeri nedeniyle şeker kamışı, pancar şekeri ve mısır şurubu gibi tatlandırıcılara nazaran çok daha yüksektir. Balın gerçek olup olmadığı sağlık açısından ve ticari nedenlerden dolayı büyük önem taşır. Balın daha ucuz tatlandırıcılarla tağşış edildiği literatürde anlatılmaktadır (Sivakesava ve Irudayaraj 2001).

Bal üreticileri arılar doğal olarak floradan yeteri kadar nektar veya salgı toplayamadıklarında ya da ekonomik kaygılardan dolayı arılara şeker şurubu, glikoz veya nişasta şurubu gibi şeker şurupları vermek koşuluyla ya da süzme ballarda balı eritme işleminin sırasında şeker şurupları ilave etmek koşuluyla doğal ürün olmayan suni bal elde etmektedirler. Bal kuru maddesinin hemen hemen neredeyse tamamına yakınıni şekerler oluşturduğundan hile yapılmaya müsait bir gıdadır. Böyle olmasına rağmen tüketiciler tarafından bu hilelerin fark edilmesi ise oldukça güçtür. Bu sebeple hem balın doğal bir ürün olarak piyasa sürülmesi hem de tüketicileri korumak amacıyla balın kalite kriterleri yasal düzenlemelerle belirlenmiştir. Ülkemizde şu anda yürürlükte olan ve bal için düzenlenen mevzuat, “Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği (Tebliğ No: 2012/58)” olup, Avrupa ülkelerinde bu konuda uygulanan mevzuatla da uyum içerisindedir. Bu yasal düzenlemelerle balda yapılan taklit ve tağşışlerin de önüne geçilebilmektedir (Güler 2005).

Bu çalışmada Muğla ilinde üretilen balların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri incelenerek balların kaliteleri hakkında bilgi edinilmiştir. Elde edilen sonuçlar “Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği”ne (2012/58) göre (Anonim 2012) değerlendirilmiş ve incelenen ballarda taklit ve tağşış gibi durumların olup olmadığı üzerinde durulmuştur.

Aynı zamanda bu çalışmada, bal üretiminde önemli bir yere sahip olan Muğla ilimizde üretilen balların ülkemizdeki diğer ballarla karşılaştırılması amaçlanmıştır. Çalışmadan elde edilen sonuçların ülkemizde bu konuda yapılan diğer bilimsel çalışmalara katkı sağlaması ve arıcılık ve bal konusuyla ilgilenen tüm toplum kesimlerini ve tüketicileri bilgilendirmesi açısından önemli olacağı düşünülmektedir.

1.1 Dünyada ve Türkiye’de Bal Üretimi ve Ticareti

Bal üretimi açısından değerlendirildiğinde 2017 yılı itibarıyla Çin 551 bin ton üretim ile dünyada birinci sırada, Türkiye 114 bin ton üretim ile ikinci, Arjantin ise 76 bin ton bal üretimi ile üçüncü sırada yer almaktadır. Çin toplam dünya bal üretiminin %29,6’lık bölümünü karşılamaktadır. Dünya kovan sayısı açısından ise Hindistan %14’lük pay ile birinci olup bal üretiminde dünyada sekizinci sırada yer almaktadır. Bal ihracatında ise Trade Map’in 2017 yılı verilerine göre Çin birinci sırada, Arjantin ikinci sırada, Ukrayna ise üçüncü sırada yer almaktadır. Bal ithalatı ise dünyada 2017 yılında bir önceki yıla göre %9,2 artarak 699 bin tona ulaşmıştır. 2017 yılı verilerine göre ABD 203 bin ton bal ithalatıyla birinci, Almanya 81 bin ton ile ikinci, Birleşik Krallık 46 bin ton ile üçüncü sırada yer almıştır (Anonim 2019^a). Dünya arıcılık verileri Tablo 1.1’de verilmiştir (Anonim 2019^a).

Tablo 1.1: Dünya arıcılık verileri (bin ton) (Anonim 2019^a). (Değişim yüzdesi verisi bulunan son iki yılın değişimini göstermektedir, 2017 yılı verileri geçicidir).

	2013	2014	2015	2016	2017	Değişim (%)
Kovan Sayısı (bin adet)	84.855	87.414	88.985	90.493	91.000	0,6
Verim (kg/kovan)	20,3	20,4	20,5	20,5	20,4	- 0,5
Bal Üretimi	1.722	1.784	1.825	1.859	1.861	0,1
Balmumu Üretimi	65	66	66	67	42	- 36,5
İthalat	587	624	651	640	699	9,2
İhracat	587	618	644	637	668	4,9

Ülkemizde bal konusunda dış ticaret, süzme ve petek bal olarak iki şekilde olmaktadır. 2018 yılında bal ihracatının %82’lik bölümünü süzme bal oluşturmuştur. 2017 yılında ise üretilen balın %5,6’sı ihraç edilmiştir. 2018 yılında ise bal ihracatı 2017 yılına göre %8,3 azalış göstererek, 5.912 ton olarak gerçekleşmiştir.

İhracatımızın büyük kısmını çam balı oluştururken son yıllarda buna ayçiçeği ve pamuk balları da eklenmiştir (Anonim 2019^b).

Türkiye bal üretiminde dünyada ikinci sırada yer almasına rağmen, ihracatta 21. sırada yer almaktadır (Anonim 2019^a). Bal maliyeti Türkiye’de yüksek olduğundan uluslararası piyasada ülkemizin rekabet şansının az olması bu durumun açıklaması olarak düşünülmektedir. Türkiye’nin bal ithalatı ise, her yıl değişmekle birlikte önemsenecek bir miktar değildir (Anonim 2019^b). Türkiye arıcılık verileri Tablo 1.2’de verilmiştir (Anonim 2019^b).

Tablo 1.2: Türkiye arıcılık verileri (Anonim 2019^b). (Değişim yüzdesi verisi bulunan son iki yılın değişimini göstermektedir, 2018 yılı verileri geçicidir).

	2014	2015	2016	2017	2018	Değişim (%)
Kovan Sayısı (bin adet)	7.083	7.748	7.900	7.991	8.108	1,5
Verim (kg/kovan)	14,62	13,96	13,38	14,32	13,31	- 7,1
Bal Üretim (ton)	103.525	108.128	105.727	114.471	107.920	- 5,7
İşletme Sayısı (adet)	81.108	83.475	84.047	83.210	81.830	- 1,7
Balmumu Üretimi (ton)	4.053	4.756	4.440	4.488	3.987	- 11,2

Türkiye’de arıcılık geçmişten bu yana yapılan sosyo-ekonomik geleneksel tarımsal bir uğraşdır. Türkiye’nin ekolojik ve sosyo-ekonomik yapısı gereği, tüm bölgelerinde arıcılık yapılabilmektedir. Ancak, Ege, Karadeniz ve Akdeniz Bölgeleri üretim ve kovan yönünden en zengin bölgelerimiz olup ülkemiz bal üretiminin yaklaşık yarısı bu üç bölgemizden sağlanmaktadır. Bal üretiminde Muğla, Ordu, Adana, Aydın, Sivas, Antalya, İzmir, İçel, Erzincan ve Samsun başlıca bal üretilen şehirlerimiz olarak sıralanmaktadır (Ömür 2015).

Muğla İli 935.463 kovan sayısı ile 2018 yılı itibariyle Türkiye kovan varlığının % 11.5’ini oluşturarak birinci konumdadır. Ordu 568.547 kovan sayısı ile ikinci, Adana 461.987 kovan sayısı ile üçüncü sırada yer almaktadır. 2015’ten bu yana Muğla ili kovan sayılarına bakıldığında giderek bir azalma görülmektedir (Anonim 2019^b).

Türkiye 2018 yılı bal üretiminde, Ordu 16.993,5 ton ile birinci sırada yer alırken, Muğla 14.777,1 ton ile ikinci, 10.941,2 ton ile Adana ise üçüncü sırada yer

almaktadır. Muğla 935.463 kovan sayısı ile birinci sırada yer alırken bal verimi düşük olduğundan bal üretimi bakımından Ordu'dan sonra ikinci sıradadır (Anonim 2019^b).

Bal üretiminde Ege Bölgesi %23'lük pay ile birinci sırada yer alırken, %21'lik pay ile Doğu Karadeniz Bölgesi ise ikinci sırada bulunmaktadır (Anonim 2019^b).

Muğla'da 2015'ten bugüne bal ve balmumu bakımından en düşük üretim 2018 yılında gerçekleşmiş olmasına rağmen, 2018 yılı itibariyle Muğla, Türkiye toplam bal üretiminin % 13,7'sini, balmumu üretiminin ise % 9,6'sını karşılamaktadır. Bu durum Muğla ilinin Türkiye bal üretim ve ihracatındaki yerini ve ülke ekonomisindeki önemini ortaya koymaktadır (Anonim 2019^b). Muğla arıcılık verileri Tablo 1.3' te verilmiştir (Anonim 2019^b).

Tablo 1.3: Muğla arıcılık verileri (Anonim 2019^b). (Değişim yüzdesi verisi bulunan son iki yılın değişimini göstermektedir, 2018 yılı verileri geçicidir).

	2014	2015	2016	2017	2018	Değişim (%)
Kovan Sayısı (adet)	827.540	995.102	982.601	958.328	935.463	- 2,4
Verim (kg/kovan)	18,5	15,3	16,2	16,6	15,8	- 4,6
Bal Üretim (ton)	15.282	15.206	15.875	15.867	14.777	- 6,9
İşletme Sayısı (adet)	4.435	4.947	4.833	5.080	4.710	- 7,3
Balmumu Üretimi (ton)	621	893	988	1.020	382	- 62,5

1.2 Bal ve Diğer Arı Ürünleri

Hymenoptera takımında Apoidea üst familyasının Apiformes grubunu oluşturan böcekler arılar olarak sınıflandırılırlar. Dünyada tanımlanmış arı türü 25.000 kadar olup, balarısı (*Apis mellifera*) dışındaki türler ise yabancıları olarak adlandırılmaktadır. Fakat dünyada 10 civarında daha *Apis mellifera* dışında balarısı türü bulunmakta olup, bunlar Uzak Doğu ülkelerinde yer almaktadırlar. Ülkemizdeki bitki örtüsü ve diğer canlıların bolluğu ve çeşitliliği arı faunasının da zengin olmasını sağlamıştır. Tahmini olarak ülkemizde 2000 civarında arı türü olduğu düşünülmektedir (Özbek 2002).

Bal; bitki nektarlarının, bitkilerin canlı kısımlarının salgılarının veya bitkilerin canlı kısımları üzerinde yaşayan bitki emici böceklerin salgılarının bal arısı tarafından toplandıktan sonra kendine özgü maddelerle birleştirerek değişikliğe uğrattığı, su içeriğini düşürdüğü ve petekte depolayarak olgunlaştırdığı doğal üründür (Anonim 2012).

Doğadan, doğal olarak elde edilen balın oluşumu ve bileşimi yörelere göre önemli ölçüde değişiklik göstermektedir. Bal kalitesinin belirlenmesinde en önemli etken nektar kaynağıdır. Bunun yanı sıra üretim şekli, balın işlenmesi, içerdiği nem, arıcının üretim teknikleri ve depolama şartları da bal kalitesini etkileyen faktörlerin başında gelmektedir. Bu nedenle balların bazı karakteristik özellikleri bitki ve coğrafik yörelere göre çeşitlilik oluşturur. Balın yaklaşık % 80'ini çeşitli şekerler, % 17'sini su, % 3'lük kısmını enzimler, mineraller, vitaminler, organik asitler, amino asitler, fenolik bileşikler, aroma maddeleri ve bala özgü diğer bazı önemli bileşikler oluşturmaktadır (Bengü ve Kutlu 2018).

Bal, aşağı yukarı 200 bileşik içerir ve ortalama % 20 nem, % 76 şeker, % 0.18 kül, % 1 ise protein, toplam polifenol gibi bileşiklerin yanında koruyucu olarak askorbik asit, α -tokoferol, flavonoidler (kuersetin, krisin, pinosembrenin, kampferol, galangin, mirsetin, hesperetin) ve fenolik asitler (ferulik, klorojenik, kafeik, kumarik, ellagik), glikoz oksidaz, peroksidaz, katalaz ve gibi enzimleri içerir (Çakıcı ve Yassıhüyük 2013).

Ballar Türk Gıda Kodeksine (2012/58) göre şu şekilde sınıflandırılmaktadır. Kaynağına göre ballar ikiye ayrılır.

- 1) Çiçek balı: Bitki nektarından elde edilen bal,
- 2) Salgı balı: Bitkilerin canlı kısımlarının salgılarından veya bitkilerin canlı kısımları üzerinde yaşayan bitki emici böceklerin-Hemiptera salgılarından elde edilen baldır.

Üretim ve/veya pazara sunulmuş şekline göre ise ballar altıya ayrılır.

- 1) Petekli bal: Kuluçka amaçlı kullanılmamış olan saf balmumundan hazırlanmış temel peteklerin veya arılar tarafından yapılmış peteklerin gözlerinde depolanmış ve tamamı veya büyük bölümü sırlanmış olarak satışa sunulan bal,

- 2) Süzme bal: Sırları alınan yavrusuz peteklerden santrifüj yolu ile elde edilen bal,

3) Petekli süzme bal: Süzme bal içerisinde petekli bal parçaları ile hazırlanmış bal,

4) Sızma bal: Sırları alınmış yavrusuz peteklerden sızdırılarak elde edilen bal,

5) Pres balı: Yavrusuz peteklerin doğrudan veya 45°C'yi aşmamak üzere ısıtılarak preslenmesi ile elde edilen bal,

6) Filtre edilmiş bal: Yabancı organik veya inorganik maddelerin filtrasyon yolu ile uzaklaştırılması sırasında polen içeriği önemli ölçüde azalmış bal olarak adlandırılır.

Temel petek kullanılmadan üretilen ballar üretildiği yere göre;

1) Doğal petekli bal: Modern kovanlarda, içerisinde temel petek kullanılmadan, arılar tarafından peteği ile beraber üretilen bal,

2) Karakovan balı: İçerisinde temel petek kullanılmadan, karakovanlarda arılar tarafından peteği ile beraber üretilen bal olarak adlandırılır.

Ayrıca bir de fırıncılık balı vardır ki bu bal direkt tüketim için kullanılan bir bal değildir. Fırıncılık balı; yabancı tat ve kokuya sahip veya fermantasyona başlamış veya fermente olmuş veya yüksek sıcaklıkta işlem görmüş, endüstriyel veya daha sonra işlenecek diğer gıda maddelerinde bileşen olarak kullanılma amaçlı baldır (Anonim 2012).

Bal arısının Latince bilimsel adı "*Apis mellifera*"dır. Apis'den gelen api kelimesi arı anlamında, terapi kelimesi de koruma-kontrol ve tedavi anlamında olup, apiterapi (arı ürünleriyle koruma ve tedavi) şeklinde birleşmiştir. Bilimde yeni bir dal olan apiterapi 1990'lı yıllarda önem kazanarak büyümeye başlamıştır. Bu bilim dalı arı ürünlerinin, insanlarda beslenmeyle ilgili eksikliklerin giderilmesi ve hastalıkların iyileştirilmesinde nasıl kullanılacağını araştırır. Bilimsel araştırma ve çalışmalarla desteklenmeden arı ürünlerine ilaç gibi başvurmak yanlıştır. Konuyla ilgilenen bilim adamlarınca, arı ürünlerinin insan sağlığı ve beslenmesi üzerine etkileriyle ilgili araştırmalar yapılmaktadır. Arı ürünleri, en başta bal olmak üzere polen, bal mumu, propolis, arı sütü ve arı zehri olmak üzere sıralanabilir. Günden güne, arı ürünlerinin sağlık üzerine etkileri konusunda yapılan araştırmaların yayınlanmasıyla konunun önemi açığa çıkmakta ve bu bilimsel yayınlar ışığında önemli katılımlarla apiterapi kongreleri düzenlenmektedir. Son yıllarda bu konudaki çalışmalar yoğun bir şekilde devam etmektedir (Çakmak 2001).

Doğal olarak üretilen balın, yanık, yara, ülser, deri hastalıkları, egzama, solunum hastalıkları tedavisinde faydalı olduğu bilinmektedir. Özellikle çam balı sindirim sistemi, okaliptüs balı ise solunum sistemi hastalıklarında fayda sağlar. Yapılan araştırmalarla arı ürünlerinin antimikrobiyal açıdan etkili oldukları tespit edilmiştir. Balın bakteri ve mantarlara karşı etkili olmasının balda bulunan antibakteriyel maddelerden ve balda enzimatik reaksiyonlar sonucu oluşan hidrojen peroksitten kaynaklandığı düşünülmektedir. Örneğin balın, maya infeksiyonu oluşturan *Candida* ile mide ülserine sebep olan *Helicobacter pylori*'ye karşı ve yine kullanımdan önce alınması koşulu ile alkol kullanımı neticesinde oluşan ishal ve gastrik problemleri önlemede etkili olduğu bilinmektedir. Ayrıca doğal olarak üretilen katkısız balın diabet hastaları için tatlandırıcı olarak kullanılabileceği raporlandırılmıştır (Çakmak 2001).

Nektar denilen şekerli sıvılar bitkilerin çiçeklerinde salgı bezleri tarafından salgılanır. Bu nektarları, bal arısı emici dilleri vasıtasıyla midesinde toplar ve kendi salgılarını da ilave ederek kovandaki peteklerde depolar. İşçi arılar nektarın bala dönüşmesi için bazı ilaveler ve işlemler yapar (Çakmak 2001). Bir arı kolonisi 120 kg nektara ihtiyaç duymaktadır (Sunay 2006).

Polen, çiçekli bitkilerin erkek organlarında oluşan üreme materyalleridir (Krell 1996). Bal arıları tarafından toplanan bu polenlerin kurutulmuş hali ise arı poleni olarak isimlendirilmektedir (Anonim 1992).

Bal arıları, kendileri için doğada bulunan tek protein kaynağı olan poleni toplamak amacıyla çiçekleri dolaşırken sert vücut kıllarına yapışan polenleri orta bacakları ile toplayıp ağızlarından çıkardıkları salgı ile nemlendirip yapıştırarak arka bacaklarında bulunan polen sepetine yerleştirirler. Bir arının tek seferde taşıyabileceği polen miktarı vücut ağırlığının üçte biri kadar olabilmekle birlikte ortalama 15 mg civarındadır (Genç ve Dodoloğlu 2002). Ayrıca, yüksek yapılı bitkilerde neslin devamının sağlanması için tozlaşmanın gerçekleşmesi gerekmekte olup; bu olay doğada yağmur, rüzgar, kuş ve böcekler gibi birçok faktörün etkisiyle çiçeğin dişicik tepesine polenlerin taşınmasıyla olur ve tozlaşmada en büyük pay arılara aittir (Yakar ve Bilge 1987).

Bal arılarının üremesi, gelişimi ve kovanlarının sürekliliği için polen önemli bir besin maddesidir. Arıların dışında kuşlar, böcekler, bazı memeli hayvanlar da poleni sindirebilmektedir. Polen, kimyasal analizlerle tespit edildiği gibi besin değeri yüksek bir arı ürünü olup, mineraller, karbonhidratlar, proteinler, organik asitler, lipitler, steroller, serbest aminoasitler, vitaminler, su ve pek çok element içerir (Liebelt ve Calcagnetti 1999).

Polen, yavru arıların doku ve organ gelişiminde gerekli olan bileşikleri içeren tek besin maddesidir (Doğaroğlu 1999). Polenin kimyasal bileşimi, bal arıları tarafından farklı bitkilerden toplanması nedeniyle değişiklik göstermektedir (Ötleş 1995). Polen genel olarak %7.5-40 protein, %15-50 şeker içermekte olup, %15-50 arasında değişen miktarda nişasta içermektedir (Krell 1996). Polenin kimyasal bileşimi Tablo 1.4'te verilmiştir (Schmidt 1996).

Tablo 1.4: Polenin kimyasal bileşimi (Schmidt 1996).

Bileşen	Miktar	Bileşen	Miktar
Enerji	2.46 Kcal/g	Nikel	4.5 ppm
Protein	%23.7	Tiamin	9.4 ppm
Karbonhidrat	%27	Niasin	157 ppm
Lipit	%4.8	Riboflavin	18.6 ppm
Fosfor	%0.53	Pridoksin	9 ppm
Potasyum	%0.58	Pantotenat	28 ppm
Sodyum	%0.044	Folik Asit	5.2 ppm
Kalsiyum	%0.225	Biotin	0.32 ppm
Magnezyum	%0.148	Vitamin C	350 ppm
Çinko	87 ppm	Karoten	95 ppm
Bakır	14 ppm	Vitamin E	14 ppm
Demir	140 ppm		

Balın koku, renk, tat ve kristalleşme özelliklerinin hangi bitkilerden kaynaklandığı ve nitelik olarak iyi olan balların hangi bitkilerden elde edildiği balda polen analizlerinin yapılması ile tespit edilebilmektedir (Akdeniz ve diğ. 2013).

Balda yapılan polen analizleri ile balın bitkisel orijini ile beraber coğrafi orijini de tespit edilebilmektedir. Bal isimlendirilirken, içerisinde en fazla ihtiva ettiği bitki poleni tespit edilir ve o bitkinin adıyla isimlendirilir. Balın ihtiva ettiği polen aynı taksondan olup oran olarak da % 45'i geçiyorsa bal ünifloral olarak nitelendirilir (Sorkun 2008).

Arı ürünlerinden bal mumu, işçi arıların 12-18 günlükken 4., 5., 6. ve 7. abdominal segmentlerdeki mum salgı bezlerinden salgıladıkları önemli bir üründür. Salgılandığı zaman beyaz renkte olan bu ürün, sonraları koyulaşır ve rengi sarıya hatta kahverengiye kadar dönebilir. Bal mumu arılar tarafından, bal ve polen depolama ve yavru yetiştirme amacıyla kullanacak oldukları petek gözlerini oluşturmak için üretilir. Arılar tarafından üretilerek kullanılan bu balmumu (petek), balı süzildükten sonra yabancı maddelerden arındırılıp eritilerek tekrar temel petek olarak arıcılıkta kullanılabilir. Ayrıca bal mumu marangozlukta, boya, parfümeri, biblo ve kozmetik sanayiinde, mum ve krem üretiminde ve dişçilikte kullanım alanına sahiptir (Şahinler 2000).

En önemli arı ürünlerinden birisi de arı sütüdür. Bu ürün 6-15 günlük işçi arıların başlarındaki hypopharyngeal bezlerinden salgılanmakta olup, yaşamı boyunca ana arının ve larva formundaki yavru arıların beslenmesinde kullanılır. Beyaz renkli ve peltemsi formda olan arı sütünün besin değeri oldukça yüksektir. Salgılandığı anda süt formunda olan arı sütü peteklere konulduktan sonra hem krema rengini alır, hem de koyulaşır. Arı sütü depolanmadan, salgılanır salgılanmaz ana arı ve larvaların beslenmesi için kullanılır. Arı sütü oda sıcaklığında 6 saatten sonra bozulmaya başladığı halde, buzdolabında (+5°C'de) taze halde iki ay saklanabilmekte olup daha fazla saklandığında ise özelliğini kaybetmektedir. Kurutulmuş ya da dondurulmuş arı sütü ise -18°C'de bozulmadan 2 yıl saklanabilir. Ülkemizde arı sütü, saf halde ya da bal ve polen gibi arı ürünleriyle karıştırılarak pazarlanmaktadır. Saf haldeki arı sütü koyu renkli ağzı kapaklı cam kavanozlarda saklanmalıdır. Günümüzde arı sütü bağışıklık sistemini güçlendirici olarak kullanıldığı gibi birçok hastalığın tedavisinde de kullanılmaktadır (Karlıdağ 2015). Arı sütünün kimyasal bileşimi Tablo 1.5'te verilmiştir (Tutkun 2006).

Bir diğer arı ürünü ise propolis olup, bu maddeyi işçi arılar bitkilerin tomurcuk ve filizlerinden topladıkları reçine benzeri salgıları başlarından salgılanan enzimler sayesinde değişikliğe uğratarak oluştururlar. Propolis oda sıcaklığında yarı katı halde olup, rengi sarıdan koyu kahverengiye kadar değişmektedir. Propolis antibakteriyel veya antiviral özelliklere sahip olup çeşitli rahatsızlıkların tedavisinde kullanılır (Karlıdağ 2015).

Tablo 1.5: Arı sütünün kimyasal bileşimi (Tutkun 2006).

Bileşen	Miktar
pH	5
Su	% 62-66
Protein	% 11-17
Yağ asitleri	% 4-5
Şekerler	% 11-13
Kül (mineral madde)	% 0,7-2,0
Fosfor	% 0,5
Sülfür	% 0,6
Na, K, Ca, Fe, Cu, Mg, Mn	Eser
Polen	Eser
Tayin edilemeyen meddeler	% 2-3

1.3 Balda Taktit ve Tağşiş

Ülkemizin arıcılıkla ilgili en önemli sorunu, mevcut arıcılık potansiyelinden mümkün olduğunca faydalanılamayıp koloni başına bal veriminin düşük olması ve üretimin uluslararası standartlarda yapılamamasıdır. Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği'nde bala hiçbir katkı maddesi katılamayacağı ve balın insan sağlığını tehlikeye sokacak seviyede bir madde içermeyeceği net bir şekilde belirtilmiş olmasına rağmen son zamanlarda doğal yapısına müdahale edilen (tağşiş edilmiş) veya sahte olarak üretilen (taklit) ballarla sıklıkla karşılaşmaktadır. Bu durum tüketiciler açısından güven sorunu oluşturmakta ve doğal olarak üretilen balın imajı sarsılmaktadır. Bu nedenle hem ülkemizde hem de ihracatta ciddi sorunlarla karşılaşmaktadır (Gürel 2015).

Bal beslenme açısından olduğu gibi, pek çok hastalığa şifa kaynağı olması sebebiyle de insanlar için oldukça önemlidir. Bu durum balın çok talep edilmesine ve ekonomik olarak da değerli bir ürün haline gelmesine sebep olmaktadır. İklim koşullarına vb. çeşitli koşullara bağlı olarak sınırlı olarak üretilen bal ile bu talebin karşılanabilmesi için iyi niyetli olmayan üreticiler, bal ticaretiyle uğraşan kişi veya firmalar doğru olmayan uygulamalarla üretilen kalitesiz balları veya sahte balları piyasaya sürebilmektedirler. Bu nedenle tüketicilerin mevzuata uygun olarak piyasaya sürülen (uygun etiket vb.) balları tercih etmeleri ve bu konularda bilinçli olmaları gerekmektedir. Ayrıca bu konuda kontrol ve denetim yapmaya yetkili kamu

birimlerinin de tüketici sağlığını korumak amacıyla balda yapılabilecek hile ve oyunları göz önünde bulundurması gerekmektedir (Çetin ve diğ. 2011).

Arıcılıkta bal arısı kolonilerine, şekerle yapılmış ek besinlerin veya şeker şurubunun erken ilkbaharda koloni gelişimini hızlandırmak ve kolonileri bal hasadından sonra kışa hazırlamak amacıyla verilmesi teknik olarak önerilen bir uygulamadır. Fakat son yıllarda bazı arıcılar bal üretim döneminde farklı oranlarda glikoz, früktoz, sakkaroz içeren mısır veya şeker pancarı gibi bitkilerden elde edilen şeker şuruplarını arılara yoğun bir şekilde yedirerek bal üretmektedirler. Böyle üretilen balların tespiti özel analizler gerektirir. Bazı arıcılar da bala şeker endüstrisi tarafından üretilen şeker şuruplarını ilave ederek, bazıları da sadece şeker şurubunu aromalandırarak bal diye piyasaya sürmektedirler (Gürel 2012).

Ülkemizde bal konusunda mevzuat anlamında, Avrupa Birliği 2001/110/EC sayılı direktifi (Anonim 2002^a) ve Kodeks Alimentarius Komisyonu Bal Standardı (codex stan 12-1981) (Anonim 2001), dikkate alınarak hazırlanan Türk Gıda Kodeksi (TGK) Bal Tebliği (2012/58) uygulanmakta ve bal piyasası bu mevzuat kapsamında denetim ve kontrollere tabi tutulmaktadır.

Balın sahip olması gereken özellikler TGK Bal Tebliği (2012/58)'ne göre: "Bala gıda katkı maddeleri de dâhil olmak üzere dışarıdan hiçbir madde katılamaz. Balın doğal bileşiminde bulunmayan organik ve/veya inorganik maddelerden arı olması gerekir", ayrıca "balın tadı ve aroması, balın kaynağına ve üretildiği bitkinin türüne bağlı olarak değişmekle birlikte, balın kendine özgü koku ve tada sahip olması gerekir" şeklinde ifade edilmiş olup, balın sahip olması gereken diğer özellikler ise Tablo 1.6'da sunulmuştur (Anonim 2012).

Tablo 1.6: Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği'ne (T GK 2012/58) göre balın özellikleri.

	Çiçek Balı	Salgı Balı	Çiçek ve Salgı Balı Karışımı
Nem (en fazla)	% 20 (püren balında % 23)	% 20	% 20
Sakkaroz (en fazla)	5 g/100g	5 g/100g (kızılçam ve fıstık çamından elde edilen ballarda 10g/100g)	5 g/100g
Fruktoz+Glikoz (en az)	100 g'da 60 g	100 g'da 45 g	100 g'da 45 g
Fruktoz/Glikoz	0,9-1,4 (kekik 1,0-1,65)	1,0-1,4	1,0-1,4
Serbest Asitlik (en fazla)	50 meq/kg	50 meq/kg	50 meq/kg
Elektrik İletkenliği	en fazla 0,8 mS/cm	en az 0,8 mS/cm	en fazla 0,8 mS/cm
Diastaz Sayısı (en az)	8	8	8
HMF (en fazla)	40 mg/kg	40 mg/kg	40 mg/kg
Balda protein ve ham bal delta C13 değerleri arasındaki fark	(-1,0 veya daha pozitif)	(-1,0 veya daha pozitif)	(-1,0 veya daha pozitif)
Balda protein ve ham bal delta C13 değerlerinden hesaplanan C4 şekerleri oranı (en fazla)	7%	7%	7%
Prolin Miktarı (en az)	300 mg/kg	300 mg/kg	300 mg/kg

Balın kalitesi kimyasal içeriği ve bitkisel kaynağı dikkate alınarak belirlenir. Kolay kazanç sağlanmasına yönelik olarak piyasada saf balların yanı sıra tağşiş edilmiş bal da oldukça fazla bulunmaktadır. Taklit ve tağşiş uluslararası pazarların ve küresel rekabetin açılmasından etkilenen ve giderek artan bir olaydır. Balda yapılan taklit ve tağşişin tespiti oldukça güç olup balda hile olup olmadığı balın tat, koku ve görünüşünden anlaşılabilir. Bu durum ancak balda yapılacak analizlerle anlaşılabilir. Bu konuda yapılan analizlerin tamamının uzman kişiler tarafından aynı laboratuvarında yapılması gerekir. Bir bal T GK Bal Tebliği'nde belirtilen tüm özellikler bakımından uygunsa taklit ve tağşişe uğramamış olarak değerlendirilir. Analiz edilen bal örneğinin Tebliğin Ek-1'inde yer alan özellikleri taşıması gerekir. Bu analizler Tarım ve Orman Bakanlığı ve büyük bal firmaları (üretici, paketleyici ve ihracatçı) tarafından yaptırılmaktadır. Herhangi bir balın hileli olup olmadığını anlamak için

tüketiciler tarafından analiz ettirilmesi masraflı bir işlemdir. Balda taklit ve taşıdığı gösteren en temel özellik prolin miktarı ve C4 şekerleri oranıdır (Gürel 2015).

Balda çok sayıda aminoasit bulunmasına rağmen protein miktarı düşüktür. Toplam aminoasit miktarının ise %50-85 oranını prolin oluşturur. Fakat balın elde edildiği bitkisel orijine göre de baldaki prolin miktarı değişir. Baldaki prolin doğadaki polen ve nektardan kaynaklansa bile asıl kaynağı bal arısıdır. Çünkü bal arısı nektarı bala dönüştürürken prolin ilave etmektedir. Bu yüzden, balın saflığı, uygunluğu ve kalitesi baldaki prolin miktarı ile ilişkilendirilmektedir. Prolin miktarı sahte balların tespit edilmesinde dikkate alınan en önemli özelliklerden biridir (Hermosin ve diğ. 2003).

Geçmiş yıllarda bal arılarını şeker şurubuyla yoğun olarak besleyerek bal elde etmek için pancar şekeri (sakkaroz - çay şekeri- toz şeker) kullanılmakta iken, son yıllarda invert şurup veya mısır nişastasından elde edilen früktoz ve glikoz şurupları kullanılmaktadır. Ayrıca doğal olarak üretilen balın hem miktarını artırmak hem de maliyetini düşürmek amacıyla bala, endüstride üretilen, ucuza mal edilen, tadı ve akışkanlığı bala yakın olan mısır şurupları ilave edilerek sahte bal üretilmektedir. Bu yöntemlerle yapılan hileleri tespit etmenin en güvenilir ve yaygın yöntemi balda karbon izotop (C13) analizi ve C4 şeker oranı analizidir. Bu analizlerle karbon izotoplarının miktarları tespit edilerek doğada az bulunan C13 izotopu ile çok bulunan C12 izotopu arasındaki oran tespit edilmiş olur (Padovan ve diğ. 2003).

Fotosentez sistemi olarak bitkilerde daha çok 3 karbonlu fotosentez sistemi kullanılır. Böyle bitkilere C3 bitkileri denir ve bu bitkilerde C13/C12 değeri -22 ile -33 arasında çıkmaktadır. Mısır bitkisi de dahil olmak üzere C4 döngüsü kullanan bitkilerde ise C13/C12 değeri -10 ile -20 arasında çıkmaktadır. Nektarlı pek çok bitki C3 döngüsü kullandığından gerçek balda C13/C12 değeri -25 civarında olmalıdır. Eğer bala mısır şurubu katılmışsa bu oran -10'a kadar çıkmaktadır. Bala mısır şurubu ilave edildiğinde balın karbon izotop oranı değişir fakat baldaki proteinin karbon izotop oranı değişmez, balın ve baldan ekstrakte edilen proteinin karbon izotop oranlarının kıyaslanması ile bala mısır şurubu katılıp katılmadığı tespit edilebilir. İki değer arasındaki fark -1'den daha negatif ise bala mısır şurubu katıldığı anlaşılır. Bala % kaç oranında C4 şekeri katıldığı bile bu şekilde tespit edilebilmektedir. Fakat pancar şekerinden (çay şekeri) elde edilen şuruplarla beslenen arılardan elde edilen

baldaki hileyi tespit etmek zordur. Çünkü şeker pancarı da bir C3 bitkisidir ve hileyi tespit etmede karbon izotop analizi yetersiz kalmaktadır. Arıyı besleyerek bal elde etmede pancar şurubu kullanıldığında arılar şurubu nektar gibi kullandıklarından elde edilen balın prolin değeri de normalin üzerinde çıkacaktır (Gürel 2015).

Arıların şeker şurupları ile beslenmesi ile elde edilen balların sakkaroz miktarları doğal bala göre daha yüksek olup, tatları daha yavan, renkleri daha açık olur. Bu hilelerin tespit edilmesi tüketiciler için hiç de kolay değildir. Bala yapılan hileleri balın renk, tat ve kokusuna bakarak tespit etmek zordur, bunun için balda çeşitli analizlerin yapılması ve bu konuda uzman kişilerce değerlendirilmesi gerekir. Bu konuda yapılabilecek analizler, polen analizi, balın K/Na oranı ve prolin miktarı, balın şeker kompozisyonu ve balın $\Delta C13$ değerleri farkı ve bu değerlerden hesaplanan % C4 şeker oranı analizleridir. Bu konuda yapılması gereken bütün analizler aynı anda incelenerek balda hile olup olmadığı ile ilgili kesin sonuca varılmalıdır (Kartal 2012).

5996 sayılı Veteriner Hizmetleri, Bitki Sağlığı, Gıda ve Yem Kanununun 24. Maddesinin 4. bendine göre balda taklit ve tağşiş yapılamaz (Anonim 2010^b). Bala gıda katkı maddeleri de dahil olmak üzere dışarıdan hiçbir madde katılamaz. Balın doğal bileşiminde bulunmayan organik ve/veya inorganik maddelerden arı olması gerekir (Anonim 2012). Sahte bal, katkılı (tağşişli) ve suni (taklit) bal olmak üzere iki şekilde üretilmekte olup, bu konudaki denetim ve kontroller Tarım ve Orman Bakanlığı “Gıda Kontrol Görevlileri” tarafından yapılır. Bal ve diğer arı ürünlerini paketleyen ve satışını yapan firma ve işletmeler 5996 sayılı Kanun ve 2012/58 sayılı Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği kapsamında denetlenir, gerekli görüldüğünde numuneler alınır ve analizleri yapılmak üzere Bakanlığa bağlı Gıda Kontrol Laboratuvar Müdürlüklerine gönderilir. Rutin denetimler dışında Bakanlık ve İl programları kapsamında da denetimler yapılarak numuneler alınmaktadır. Bunların dışında “ALO 174” Gıda Hattına gelen şikayetler doğrultusunda da denetimler yapılmaktadır. Bütün bu denetimlerin sonucunda insan tüketimine veya mevzuata uygun olmayan ürünler piyasadan toplatılarak satışı durdurulur, olumsuz durumun sorumluları ise 5996 sayılı Kanun kapsamında yaptırıma tabi tutulur.

2. BALIN FİZİKSEL VE KİMYASAL ÖZELLİKLERİ

Balda ileri gelen fiziksel ve kimyasal özellikler şunlardır; balın tat ve kokusu, rengi, nem ve briks değerleri, kül miktarı, elektriksel iletkenlik, pH ve serbest asitlik, diastaz aktivitesi, HMF, prolin miktarı, toplam fenolik madde, şeker profili, delta C13 değerleri farkı ve C4 şeker oranıdır.

Doğal bal üretiminde arılar beslendiği nektar veya salguları midelerinde bala dönüştürmektedir. Sahte bal üretiminde ise arıların nektar veya salgı yerine şeker şurupları ile beslenmesi sağlanarak bal üretmesi veya doğrudan şeker şuruplarının üretilmiş gerçek bala ilave edilmesi gibi yöntemler uygulanmaktadır. Balda yapılan sahtecilik, balın prolin içeriğinin, potasyum ve sodyum oranının (K/Na) ve toplam polen spektrumunun belirlenmesi gibi çeşitli tekniklerle anlaşılabilir (Mutlu ve diğ. 2017)

Balın tat, aroma ve renk gibi nitelikleri balın bitkisel kaynağına, iklime, üretim koşullarına bağlı olup, bu koşullara göre değişkenlik göstermektedir (Anupama *et al.* 2003). Balın kendine özgü koku ve tada sahip olması gerekir (Anonim 2012). Çam balı koyu kıvamlı olup kendine has bir tat ve kokuya sahiptir. Çiçek ballarında ise; balın yoğun olarak elde edildiği bitkiye has olan tat ve koku, balın tat ve kokusunda hissedilebilmektedir. Bazen balda çok farklı tat ve çiçek kokuları da hissedilebilir. Bu durum balın baskın bir floradan elde edilmediğini çok çeşitli bitkilerden faydalanılarak üretildiğini gösterir.

Dünyada bal fiyatlarını belirleyen faktörlerden birisi balın rengidir. Açık renkli ballar koyu renkli ballara göre daha yumuşak tatta olup daha yüksek ticari değere sahiptirler (White 1978). Balın rengi su beyazından koyu amber renge kadar değişebilir (Anonim 2012).

Balda renk durumu, bileşiminde bulunan maddelerin farklı dalga boyundaki ışınları farklı miktarda absorbe etmesi sonucu oluşan optik bir olaydır. Balın rengini aminoasit/şeker oranı, kül miktarı, içerisinde bulunan fenolik asitler, flavonoidler, antosiyaninler, ksantofil ve klorofil gibi renk maddeleri, balın depolama süresi ve koşulları gibi faktörler etkiler (Öder 1981).

Balın rengini ölçmek için kullanılan yöntemlerden biri 1931 yılında Uluslararası Aydınlatma Komisyonu CIE (Commission Internationale de l'Eclairage) tarafından ortaya atılan Hunter Lab yöntemidir. Zaman içerisinde geliştirilen bu yöntemde bulunan L*, a*, b* renk sistemiyle, balın aydınlık durumu ("L*" değeri), kırmızı ve yeşillik durumu ("a*" değeri), sarı ve mavilik durumu ("b*" değeri) ölçülmektedir (Üren 1999). L değerinin >50 olması balın açık renkte, L değerinin ≤50 olması ise balın koyu renkte olduğunu ifade eder (Saxena ve diğ. 2010). Balın rengi, a* değeri pozitif ise kırmızı, negatif ise yeşil, b* değeri pozitif ise sarı, negatif ise mavi renge doğru yoğunluk gösterir (Aljadi ve Kamaruddin 2010).

Pfund skalası balın rengini belirlemek için yaygın olarak kullanılan ve balı rengine göre su beyazı, ekstra beyaz, beyaz, ekstra açık amber, açık amber, amber ve koyu amber olmak üzere 7 sınıfa ayıran bir tekniktir (Kaçaroglu 2011).

Gıdalar kademeli olarak ısıtıldığında veya depolanmaları esnasında oluşan Maillard reaksiyonlarından (enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonları) dolayı değişik tat oluşumları ve renk esmerleşmeleri ile karşılaşılabilir (Edwards 2000).

Baldaki önemli özelliklerden biri balın nem içeriğidir. Baldaki su oranı balın olgunluğunun bir göstergesi olup, olgun balın raf ömrü daha uzun olur. (Hışıl ve Börekçioğlu 1986). Aynı zamanda balın nem miktarı iklim koşullarından da etkilenebilmekte olup, üretim yılı ve üretim mevsimine de bağlı olarak değişebilir (White 1978).

Balın kalitesini etkileyen faktörlerden en önemlileri, nem miktarı, kül miktarı, serbest asitlik, elektriksel iletkenlik, içerdiği şekerler, HMF miktarı ve diastaz aktivitesidir (Alvarez-Suarez ve diğ. 2010).

Bal doymuş ya da aşırı doymuş şeker çözeltisi halinde bir gıda olduğundan depolama esnasında mikrobiyal bozulmalarla karşılaşılmamaktadır. Balda şeker oranı çok yüksek olduğundan şeker ve su molekülleri arasında oluşan kuvvetli çekim ile mikroorganizmaların faydalanabileceği çok az serbest su kalmaktadır. Tam olgunlaşmış ballarda maya ve bakteri üremesi olmamaktadır. Fakat bal su ile seyreltilirse mikroorganizmalar için uygun bir ortam oluşur (Molan 1992).

Balda şeker oranı normalin üzerinde çıktığı durumlarda briks değeri bal taşımasının tespitinde bir kriter olarak değerlendirilebilmektedir. Briks'in (suda çözünür kuru madde) normal değerlerinin %78,8 ve 84,0 arasında olduğu, ortalama değer olarak da %81,9 civarlarında olduğu belirtilmiştir (Conti 2000).

Çam ballarının kül miktarı diğer ballara kıyasla daha fazladır (Crane 1979). Balın kül miktarı ile rengi arasında bir ilişki olup, koyu renkli balların kül miktarları fazladır (Şahinler 2000).

Balın çiçek balı mı salgı balı mı olduğu hususundaki en önemli kriter balın elektriksel iletkenliğidir. Elektriksel iletkenlik aynı zamanda balın bitkisel kaynağı ile içerdiği kül miktarını belirlemede de kullanılır. Balın ihtiva ettiği kül miktarı ve asitliği arttıkça elektriksel iletkenliği de artış gösterir. Salgı ballarında kül içeriği % 0.5'ten, elektriksel iletkenliği ise 0.8 mS/cm'den daha yüksek çıkmaktadır (Yücel 2008).

Elektriksel iletkenlik uluslararası kaynaklarda 20°C sıcaklıkta milisiemens/cm birimi şeklinde ölçülmektedir (Bogdanov ve diğ. 2004).

Bal, yapısında bulunan hayvansal ve bitkisel kaynaklı glukonik, bütirik, asetik, formik, laktik, süksinik, malik, sitrik ve okzalik asitler gibi organik asitler nedeniyle asidik bir gıda özelliği taşımaktadır. Titrasyon asitliği değeri ortalama % 0,57 ve pH değeri ise ortalama 3,9 düzeyindedir (Mutlu ve diğ. 2017). Balda asitliği oluşturan bileşiklerden en fazla bulunanı glikonik asit olup bu bileşik glikozoksidaz enziminin aktivitesi sonucu meydana gelir. Diğer asitlerin nasıl oluştuğu bilinmemektedir. Balın asitliği mikroorganizmalara karşı balın direncini artırır, bunun yanında arılar da formik asit ilave ederek balın olgunlaşmasına katkı sağlarlar. Balın asitliğinin yüksek olması balda alkolün bakteri faaliyeti sonucu asetik asite dönüştüğünün yani fermentasyon olayının bir göstergesidir (Hışıl ve Börekçioğlu 1986).

Balda yüksek oranda diastaz (α - ve β - amilaz), glikoz oksidaz, invertaz (α -glikozidaz), az miktarlarda ise asit fosfataz ve katalaz enzimleri bulunur. Bu enzimler balın orijininin, arıların tükrük sıvılarından ya da faranjiyal bezi salgılarından kaynaklanabilir (Belitz ve Grosch, 1999). Diastaz balda doğal olarak bulunur ve

diastaz sayısı balda önemli kalite kriterlerinden biri olup, balın uygun olmayan koşullarda muhafaza edildiğinin bir göstergesidir (Tosi ve diğ, 2008).

Baldaki HMF'nin genellikle balın depolanması, ısıtılması veya bala invert şeker ilave edilmesi gibi durumlarda oluştuğu belirtilmektedir (Hışıl ve Börekçioğlu 1986).

Balda uygunsuz koşullarda uzun süre depolanma sonucu, HMF miktarının artması, diastaz ve invertaz enzimlerinin azalması ve fermantasyon olayının artması gibi arzu edilmeyen olayların meydana gelebileceği belirtilmiştir (Crane 1979). Balın sıcak ortamda (25°C'den daha yüksek) uzun süre depolanması sonucu meydana gelen enzimatik ve kimyasal olaylardan dolayı balın kalitesinin düştüğü ifade edilmektedir (Krell 1996).

Balın HMF miktarı, uygulanan ısıl işlemin süresi, sıcaklık, pH ve balın şeker konsantrasyonu ile ilişkili olduğundan önemli bir kalite kriteridir (Ötleş 1995). Isıl işlem uygulanan ballarda, pH'nın 5'ten aşağıya düştüğü asidik koşullarda glikoz ve früktoz gibi şekerlerin parçalanması ile HMF oluşmaktadır (Turhan ve diğ. 2008). Ayrıca HMF'nin Maillard reaksiyonları (proteinler ve indirgen şekerler arasında gelişen enzimatik olmayan esmerleşme) ile de oluşan hem karsinojenik, hem mutajenik etkiye sahip önemli bir ürün olduğu belirtilmektedir (Bozkurt ve diğ. 1996).

Bal protein içeriği bakımından çok zengin değildir, fakat içerdiği aminoasitler balın elde edildiği kaynağın tespit edilmesinde önem teşkil eder. Prolin balda miktar olarak en çok bulunan aminoasit olup, "elastin" ve "kollagen"ın yapısında yer alan "hidroksiprolin"ın ön maddesidir (Kalaycıoğlu ve diğ. 2006).

Polifenoller, buruk ve acı tatlarından, gıdaların renkleri ve esmerleşme reaksiyonları üzerine etkilerinden ve antioksidan özelliklerinden dolayı önemli bir gıda bileşenidir. Folin-Ciocalteu yöntemi kullanılarak yapılan toplam fenolik madde analizi ile monofenollere kıyasla oksitlenme özelliği daha yüksek olan polifenollerin tespiti sağlanır (Singleton ve diğ. 1999).

Balda bulunan karbonhidratların neredeyse tamamına yakını (%85'ini) fruktoz ve glikoz oluşturmaktadır (Doner 2003). Fruktoz ve glikoz miktarları ile

fruktoz /glikoz oranı balın orijinini belirlemeye yardımcı olur (Rodríguez ve diğ. 2004). Çünkü bazı balların şeker içerikleri ve oranları ayırt edici bir özelliktir (Özkök 2009).

Delta C13 değerleri farkı ve C4 şeker oranı balda hilenin olup olmadığı hususunun, taklit ve tağşişin tespit edilmesinde kullanılan kriterlerdendir. Bala herhangi bir şeker veya şurup ilavesi olduğunda veya arılar şekerli su veya şurupla beslendiklerinde bu analiz sonuçları bizlere ışık tutmaktadır.

Balın fiziksel ve kimyasal özellikleri günümüzde yürürlükte olan Türk Gıda Kodeksi (2012/58) Bal Tebliği'ne göre değerlendirilmiştir (Anonim 2012) .

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Bal Numunelerinin Toplanması

Bu araştırmada kullanılan bal örnekleri 2016 yılı bal sezonunda Ege Bölgesinde yer alan Muğla İlinde üretilen ballardan sağlanmıştır. Araştırma için toplam 34 adet çiçek ve çam balı örneği toplanmıştır. Bal örnekleri Muğla'da faaliyet gösteren arıcılardan tek tek temin edilmiştir. Örnekler, analiz anına kadar 800 gramlık cam kavanozlarda, oda koşullarında, karanlıkta, ağzı sıkıca kapalı bir şekilde depolanmıştır. Bal örneklerinin toplanma yerleri ve bitkisel kaynakları Tablo 3.1'de verilmiştir.

Tablo 3.1: Bal örneklerinin alındığı ilçeler, bitkisel orijinleri ve kodları.

Numune Kod No	Lokasyon	Bitkisel Orijini	Numune Kod No	Lokasyon	Bitkisel Orijini
1	Bodrum	Çam	18	Seydikemer	Çam
2	Datça	Çam	19	Seydikemer	Çam
3	Fethiye	Çam	20	Ula	Çam
4	Fethiye	Çam	21	Ula	Çam
5	Köyceğiz	Çam	22	Ula	Çam
6	Köyceğiz	Çam	23	Yatağan	Çam
7	Köyceğiz	Çam	24	Seydikemer	Çam-Çiçek
8	Köyceğiz	Çam	25	Seydikemer	Çam-Çiçek
9	Marmaris	Çam	26	Seydikemer	Çam-Çiçek
10	Marmaris	Çam	27	Dalaman	Çiçek
11	Menteşe	Çam	28	Datça	Çiçek
12	Menteşe	Çam	29	Köyceğiz	Çiçek
13	Milas	Çam	30	Köyceğiz	Çiçek
14	Milas	Çam	31	Köyceğiz	Çiçek
15	Ortaca	Çam	32	Datça	Kekik
16	Seydikemer	Çam	33	Marmaris	Kekik
17	Seydikemer	Çam	34	Dalaman	Püren

3.2 Balın Fiziksel ve Kimyasal Analizleri

Bal numunelerinin fiziksel ve kimyasal analizleri yapılırken öncelikle örnekler analiz için homojen hale getirilmiştir (AOAC 2005).

3.2.1 Renk Analizi

Renk analizleri HunterLab marka MiniScan XE (45/0-L) model kolorimetre cihazı kullanılarak yapılmıştır. Bal örneklerinde renk analizi yapmak için öncelikle örnekler homojen hale getirilmiş, daha sonra homojen örneklerden cam beher içine 50'şer gr numune alınarak analiz numunesi hazırlanmıştır. Hazırlanan bu numuneler kullanılarak balların L* (100: beyaz, 0: siyah), a* (+: kırmızı, -: yeşil) ve b* (+: sarı, -: mavi) değerleri tespit edilmiştir. Ölçüm öncesinde cihaz beyaz ve siyah referans tabakalar ile kalibre edilmiştir (Rommel ve diğ. 1990).

3.2.2 Nem Miktarı

Nem analizleri Mettler Toledo (RM40) marka digital refraktometre kullanılarak International Honey Commission (IHC) metoduna göre yapılmıştır. Temiz ve kuru olduğundan emin olunan refraktometre prizmasının yüzeyi homojen hale getirilmiş bal örneğiyle kaplanarak 2 dakika sonra 20°C'de kırılma indisi ölçülmüştür. Kırılma indisi ve nem içeriğine ilişkin standart tablo referans alınarak, kırılma indisine karşılık gelen değer % nem içeriği olarak kabul edilmiştir. 20°C'nin üstündeki ve altındaki sıcaklıklar için, her 1°C için ölçülen kırılma indisine sırasıyla 0.00023 eklenerek ya da çıkartılarak hesaplama yapılmıştır. Kırılma indisi ve nem Tablosu Tablo A.1'de verilmiştir (Anonim 2002^b).

3.2.3 Briks analizi

Briks analizi Abbe refraktometresi ile yapıldı. Briks analizi yapmak için homojenize edilmiş bal numunelerinden bir miktar örnek alındı ve örnekler 1/3 oranında saf su ile seyreltildi. Hazırlanan örnek refraktometrenin prizmaları arasına

konulup, skaladan okuma yapılarak briks değeri ölçüldü. Okunan briks değerlerinden seyreltme oranı dikkate alınarak numunelerin briks değerleri hesaplanmıştır (Devillers ve diğ. 2004).

3.2.4 Kül analizi

Kül analizi elektro-mag marka M 1813 model kül fırınında yapılmıştır. Kül analizi için homojenize edilmiş bal numunelerinden 2'şer gr tartılarak porselen krozelere konulmuştur. Daha sonra kül fırınında 550°C±5°C sıcaklıkta yakılarak elde edilen sonuçlar ile % kül miktarları aşağıdaki formülle hesaplanmıştır (AOAC 1990).

$$\% \text{ Kül} = [(Kül \text{ Miktarı} + Kroze \text{ Darası}) - Kroze \text{ Darası}] \times 100 / \text{Örnek Miktarı}$$

3.2.5 Elektriksel İletkenlik

Elektriksel iletkenlik analizi International Honey Commission (IHC) metoduna göre Mettler Toledo (SevenMulti) marka elektriksel iletkenlik ve pH ölçme cihazıyla yapıldı. 20 g susuz bala denk gelecek miktarda bal distile su ile çözdürüldü ve 100 mL'lik balon jøjede hacme kadar distile su ile tamamlanarak numune çözeltisi hazırlandı. Çözeltiden 40 mL ayrılıp, kalan kısmı ile iletkenlik probu yıkandı. İletkenlik probu ayrılan çözeltiye daldırılarak numunenin iletkenliği ölçüldü. Cihazın kalibrasyonu için 1413 µS.cm⁻¹ iletkenliğe sahip kalibrasyon sıvısı kullanılmıştır. İletkenlik ölçme cihazında okunan değer direkt elektriksel iletkenlik olarak değerlendirildi (Anonim 2002^b).

3.2.6 pH ve Serbest Asitlik

Balda pH ve serbest asitlik analizleri International Honey Commission (IHC) metoduna göre yapıldı. Balın pH'sı, Mettler Toledo (SevenMulti) marka elektriksel iletkenlik ve pH ölçme cihazı ile ölçüldü. Homojen hale getirilen bal numunesinden bir behere 10 g alınarak 75 mL karbondioksitsiz su ile çözdürüldü ve manyetik

karıştırıcı ile karıştırıldı. Daha sonra pH elektrotları çözeltilere daldırılarak okunan değer balın pH'sı olarak kaydedildi (Anonim 2002^b).

Serbest asitlik hesaplaması yapmak için numunenin pH'sı okunduktan sonra, %97'lik NaOH ile hazırlanan 0,1 M NaOH çözeltisi kullanılarak pH 8,3'e kadar titre edildi, 2 dk içinde titrasyon tamamlandı. Aşağıdaki formül yardımıyla serbest asitlik hesaplandı (Anonim 2002^b). Serbest asitlik (A) mili eşdeğer birim veya milimol/kg bal olarak ifade edilir.

$$A(\text{mmol/kg}) = \frac{(V_t - V_o) \times 1000 \times M \times f}{m}$$

M :Standart NaOH çözeltisinin molaritesi, (mmol/mL)

V_t :Deneyde harcanan NaOH çözeltisinin hacmi, (mL)

V_o :Kör için harcanan NaOH çözeltisinin hacmi, (mL)

f :NaOH çözeltisinin faktörü

m :Deneyde kullanılan bal numunesinin kütlesi (g)

3.2.7 Diastaz Aktivitesi

Diastaz aktivitesi analizi International Honey Commission (IHC) metoduna göre Agilent Technologies Cary 60 model UV-VIS Spektrofotometre ile yapılmıştır. 1 g bal numunesi asetat tampon çözeltisi (0,1 M, pH 5,2) ile çözdürülerek 100 mL'ye tamamlandı. Daha sonra 5 mL çözelti test tüpüne aktarılarak su banyosuna (40°C) yerleştirildi. Aynı işlemlerden geçirilmek üzere asetat tamponu ile kör hazırlandı. Çözeltilere birer Phadebas tableti eklenerek parçalanana kadar karıştırıcıda karıştırıldı ve tekrar su banyosuna yerleştirildi. Tabletlerin eklenmesinden 15 dk sonra 1 mL 0,5 M NaOH çözeltisi eklenerek tepkime durduruldu. Çözelti karıştırılarak filtre kâğıdından geçirildi ve 1cm'lik küvetlerde 620 nm dalga boyunda su referans alınarak absorbanslar ölçüldü. Absorbanslar, numune absorbansından kör absorbansı çıkartılarak hesaplandı (ΔA_{620}). Absorbansın 1'den yüksek olduğu durumlarda numune saf su ile seyreltildi. Seyreltme katsayısı da göz önünde bulundurularak hesaplamalar yapıldı. Analiz 1 saat içinde tamamlandı. Sonuçlar, Diastaz Sayısı (DN) = $28,2 \times \Delta A_{620} + 2,64$ formülü kullanılarak hesaplandı (Anonim 2002^b).

3.2.8 HMF Miktarı

HMF analizi Agilent Technologies marka (1260 Infinity model) Diode Array Detektörlü HPLC sistemi kullanılarak International Honey Commission (IHC) metoduna göre yapılmıştır. Cihaz çalışma koşulları Tablo 3.2’ de verilmiştir. Öncelikle standart HMF çözeltisi ile bir kalibrasyon eğrisi oluşturuldu (Tablo 4.1). Daha sonra, 10 g bal numunesi alındı ve balon joje içerisinde 25 mL ultra saf su ile manyetik karıştırıcı kullanılarak çözüldürüldü. 50 mL’ye su ile tamamlandı ve çözelti 0,45 µm’lik membran filtre ile süzüldü. Hazırlanan standart çözelti ve numune çözeltileri ayrı ayrı viallere konarak etiketlendi. Bal örnekleri çözüldükten sonra yarım saat içinde HPLC sistemine enjeksiyonu yapıldı. Cihaz yazılımı ile, analiz edilen numunelerin pik alanları kullanılarak HMF miktarı hesaplandı (Anonim 2002^b). Standart HMF kromatogramı ve HMF kalibrasyon eğrisi sırasıyla Şekil B.1 ve Şekil B.2’de verilmiştir.

Tablo 3.2: HMF kalibrasyon eğrisi konsantrasyonları.

HMF Çözeltisi (10 mg HMF su ile çözülerek 10 mL’ye tamamlandı)	Kalibrasyon Çözeltisi konsantrasyonu (µg/mL)	HMF’nin 10g numunedeki konsantrasyonu (mg/kg)
20µl	0.2	1
100µl	1	5
500µl	5	25
1500µl	15	75
3000µl	30	150

Tablo 3.3: HPLC cihazı çalışma koşulları.

Agilent Technologies marka Diode Array Dedektörlü HPLC	
HPLC Kolonu	Poroshell 120 EC-C18 4,6×50 mm 2,7µm
Mobil Faz	H ₂ O:CH ₃ CN (Su:Asetonitril) (95:05)
Akış Hızı	0,8 mL/min
Kolon Sıcaklığı	20°C
Enjeksiyon Hacmi	20 µl
Ölçüm Dalgaboyu	285 nm

3.2.9 Prolin Miktarı

Prolin miktarı analizleri International Honey Commission (IHC) metoduna göre UV-Vis Spektrofotometre cihazı kullanılarak yapılmıştır. 5 g bal alınıp saf su ile çözündürülerek manyetik karıştırıcı yardımıyla 100 mL'ye tamamlandı ve 0,5 mL'si cam tüpe aktarıldı. Başka bir tüpe 0,5 mL saf su, üç ayrı tüpe de hazırlanan prolin çözeltisinden (0,8 mg/25 mL) 0,5'er mL konuldu. Daha sonra bütün tüplere 1'er mL formik asit ardından 1'er mL ninhidrin çözeltisi ilave edilerek vortekste 10 dk karıştırıldı. Sonra kaynayan su banyosunda 15 dk tutuldu. Buradan çıkarılan tüpler 70°C'lik su banyosunda 15 dk daha bekletildi. Sonra tüplere 5'er mL % 50'lik 2-Propanol çözeltisi ilave edilerek vortekste karıştırıldı. 70 °C'lik su banyosundan çıkarıldıktan 45 dk sonra çözeltilerin UV-Vis Spektrofotometrede 510 nm'de 1 cm'lik küvetlerde absorpsanları ölçüldü. Sonuçlar aşağıdaki formül yardımıyla hesaplandı (Anonim 2002^b).

$$\text{Prolin (mg/kg)} = E_s / E_a \times E_1 / E_2 \times 80$$

E_s : Örnek çözeltisinin absorpsiyonu

E_a :Prolin standart çözeltisinin absorpsiyonu

E_1 :Standart prolin çözeltisi için alınan mg prolin

E_2 :Bal miktarı (g)

80 :Seyreltme faktörü

3.2.10 Fruktoz-Glikoz-Sakkaroz Şeker Profili

Şeker analizleri International Honey Commission (IHC) metoduna göre Agilent Technologies marka (1260 Infinity model) Refraktif İndeks Dedektörlü HPLC cihazı ile yapılmıştır. Cihaz çalışma koşulları Tablo 3.3' te verilmiştir (Anonim 2002^b).

Öncelikle 0,1 mg hassasiyetle tartılan standart malzemelere [Fruktoz (3,804 g), Glikoz (3,010 g), Sakkaroz (0,602 g)], 50 mL ultra saf su ilave edilerek vortekste karıştırıldı sonra asetonitril ilave edilerek 100 mL'ye tamamlandı ve tekrar karıştırıldı. Bu şekilde standart çözeltiler hazırlanarak kalibrasyon eğrileri

oluşturuldu. Daha sonra 5 g bal alınarak 25 mL ultra saf su ile balon joje içerisinde 5 dk süreyle vortekste tamamen çözülünceye kadar karıştırıldı. 50 mL'ye asetonytril ile tamamlandı ve tekrar vortekste homojen hale getirildi. 2 mL'lik şırıngaya çekilen numune çözeltisi 0,45 µm'lik membran filtre ile süzüldü. Standart ve numune çözeltisi ayrı ayrı viallere konularak etiketlendi. Bal örneklerinin HPLC cihazına enjeksiyonu yapıldı. Cihaz yazılımı ile kalibrasyon eğrisi, numune tartımı ve seyreltme faktörü dikkate alınarak analiz edilen numunelerdeki şeker miktarları hesaplandı (Anonim 2002^b). Standart şeker kromatogramları ve şeker kalibrasyon eğrileri sırasıyla Şekil C.1, Şekil C.2, Şekil C.3 ve Şekil C.3'de verilmiştir.

Tablo 3.4: HPLC cihazı çalışma koşulları.

Agilent Technologies marka Rekraktif İndeks Dedektörlü HPLC	
HPLC Kolonu	Zorbax NH ₂ 4,6×250 mm 5µm
Mobil Faz	CH ₃ CN:H ₂ O (Asetonytril:Su) (83:17)
Akış Hızı	1 mL/min
Kolon Sıcaklığı	30°C
Enjeksiyon Hacmi	10 µL
Dedektör (RID) Sıcaklığı	35 °C

3.2.11 Delta C13 Değerleri Farkı ve C4 Şekerleri Oranı

Delta C13 değerleri farkı ve C4 şekerleri oranı analizleri “TS 13262”ye göre Picarro CM-CRDS (G2121-i Isotopic CO₂) cihazı kullanılarak yapılmıştır (Anonim 2007).

Ham bal ΔC13 değerleri ve protein ΔC13 değerleri CM-CRDS (Combustion Module-Cavity Ringdown Spectrometer) cihazında yapıldı. Öncelikle analiz çözeltileri hazırlandı (Analiz çözeltileri: % 10'luk Tungustik asit, Na tuzu çözeltisi ve 0,335 M Sülfirik asit çözeltisi). Ham bal ΔC13 değerlerini hesaplanması için, numuneler cihazda kullanılan kalay kapsüller içerisine küçük miktarlarda konuldu, cihazın yakma ünitesinin otomatik numune alıcısına yerleştirilerek analizleri yapıldı. Analiz sonuçları cihazdan direkt olarak elde edildi (Anonim 2007).

Protein $\Delta C13$ değerlerinin hesaplanması için 10-12 g bal alınarak santrifüj tüpüne konulup üzerine 4 mL ultra saf su eklendi ve iyice çözünene kadar vortexde karıştırıldı. Daha sonra analiz çözeltilerinden santrifüj tüpündeki bal çözeltilisinin üzerine 2'şer mL ilave edilerek vortexde karıştırıldı. Santrifüj tüpü dibinde protein çökmesi gözlemlenene kadar 80 °C su banyosunda bekletildi. Protein çökmesinin gözlemlenmediği durumlarda (yaklaşık 1 saat içinde) 2 mL sülfürik asit çözeltisi protein çökmesi oluncaya kadar 1 saat arayla tekrar ilave edildi, karıştırıldı ve tekrar su banyosunda bekletildi. Protein çökmesi gözlemlendikten sonra santrifüj tüpü 50 mL'ye kadar ultra saf su ile tamamlandı ve santrifüj cihazında 4000 devirde 5 dk santrifüj yapıldı, işlem bittikten sonra tüpteki üst faz aktarma yöntemi ile atıldı. Alttaki çökelti üzerine 50 mL'ye kadar ultra saf su konularak vortexde karıştırıldı ve tekrar santrifüj cihazında 4000 devirde 5 dk santrifüj yapıldı. Bu işleme üst faz berrak olana kadar en az üç kez devam edildi. Santrifüj işlemi bittikten sonra altta kalan çökelti (protein) saat camına alınarak 75 °C'de etüvde 3 saat kurutuldu. Kurutulan tortu (protein) cihazda kullanılan kalay kapsüller içerisine küçük miktarlarda konuldu ve CM-CRDS cihazının yakma ünitesinin otomatik numune alıcısına yerleştirilerek analizleri yapıldı. Analiz sonuçları cihazdan direkt olarak elde edildi (Anonim 2007).

$\Delta C13$ protein ve $\Delta C13$ ham bal değerleri farkı, bulunan değerler farkından hesaplandı (C4 şekerleri oranı ise aşağıdaki formülle hesaplandı (Anonim 2007).

$$C4 \text{ şeker, \%} = [(\Delta C13 \text{ protein} - \Delta C13 \text{ ham bal}) / (\Delta C13 \text{ protein} - (-9,7))] \times 100$$

-9.7 : Mısır şurubu için ortalama $\Delta C13$ değeridir.

Tablo 3.5: Analiz cihaz parametreleri.

Reaktör Sıcaklığı	980 °C
Bag Sıcaklığı	45 °C
Cavity Basıncı	140 Torr

4. BULGULAR

4.1 Balın tat ve kokusu

Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği'nde balın tadı ve kokusu ile ilgili olarak, "Balın tadı ve aroması, balın kaynağına ve üretildiği bitkinin türüne bağlı olarak değişmekle birlikte, balın kendine özgü koku ve tada sahip olması gerekir" şeklinde ifade edilmiştir.

Bal numunelerinin tat ve kokularına bakıldığında, çam balı numunelerinin kendine has, çiçek balına nazaran daha az keskin koku ve tada sahip olduğu görülmüştür. Çam-çiçek karışımı ballarda ise çam balına has koku ve tada ilaveten çiçek aroma ve kokuları da hissedilmiştir. Çiçek ballarında ise çok karışık ve yoğun çiçek kokuları hissedilmiş olup, baskın olarak belli bir çiçek florasından elde edilen ballarda o çiçeğe has daha baskın bir koku hissedilmiştir. Örneğin kekik ballarında keskin bir kekik kokusu ve tadı hissedilmiştir.

4.2 Renk analizi

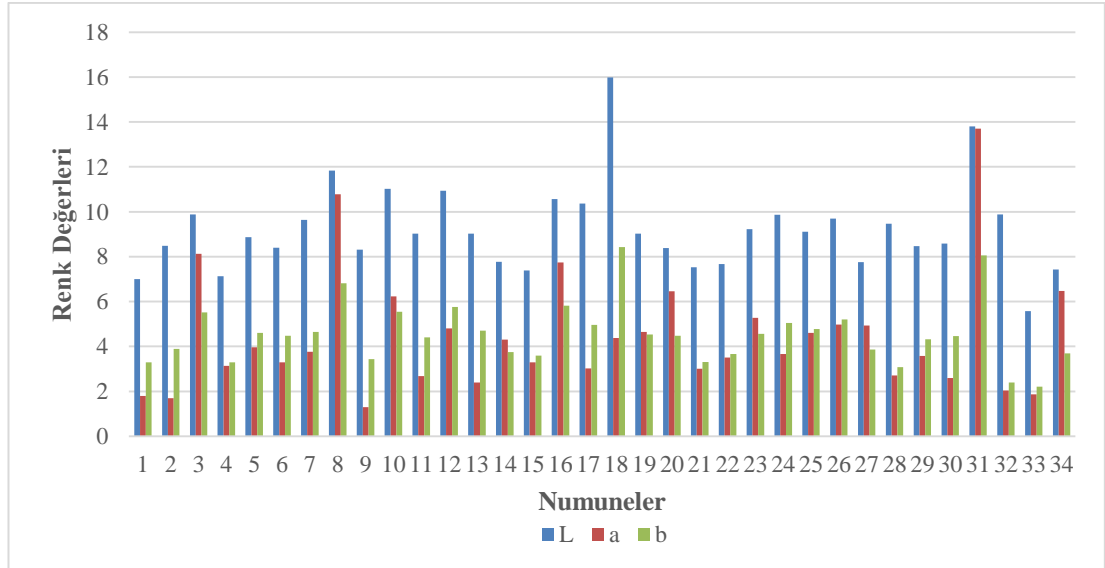
Bal örneklerinin L* değerleri; 5,58-15,98; a* değerleri; 1,29-13,71 ve b* değerleri; 2,21-8,42 arasında bulunmuştur (Tablo 4.1). En yüksek L* değeri Seydikemer çam balında bulunurken, en düşük L* değeri Marmaris kekik balında bulunmuştur. a* değerlerine bakıldığında ise, en yüksek değer Köyceğiz çiçek balında bulunurken, en düşük değer Marmaris çam balında bulunmuştur. b* değerlerinde ise, en yüksek değer Seydikemer çam balında bulunurken, en düşük değer Marmaris kekik balında bulunmuştur.

Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği'nde (Anonim 2012) renk ile ilgili olarak "Balın rengi su beyazından koyu amber renge kadar değişebilir, salgı balının rengi pfund skalaya göre en az 60 olmalıdır" şeklinde ifade edilmiştir. Çalışmamızdaki balların rengi, genel olarak bakıldığında açık ya da çok koyu renkler olmayıp farklı

amber tonlarındadır. Çam ballarında, çiçek ballarına nazaran balın elde edildiği çiçek rengine göre de değişmekle birlikte daha koyu renkler görülmüştür.

Koyu renkli ballarda fenolik bileşiklerin bol miktarda bulunduğu, askorbik asit ya da E vitaminine göre daha güçlü antioksidan aktivite gösterdiği belirtilmektedir (Ömür 2015). Buna paralel olarak koyu renkli ballar açık renkli ballara nazaran daha çok mineral madde içerir (Gomes ve diğ. 2010). Talep bakımından düşünüldüğünde ise tüketiciler en çok kehribar renkli balları tercih etmekte olup, açık ya da koyu ballar bazı tüketiciler tarafından tercih edilmektedir (Doğaroğlu 2012).

Alak (2015), “bal ve bal sirkesinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri” üzerine yaptığı çalışmada balların renk değerlerini L^* 2,53-18,43; a^* 1,08-18,88 ve b^* 2,91-28,35, nem değerlerini % 14,6-18,4, kül miktarını % 0,036-0,97, serbest asitlik değerlerini formik asit cinsinden 4,46-41,11 meq/kg, pH değerlerini 3,66-5,61, HMF içeriğini 1,35-57,12 mg/kg olarak bulunmuştur. Çalışmamızdaki sonuçlar renk değerleri bakımından bu çalışmadaki sonuçlara göre daha dar aralıkta bulunmuş olup, pH değerleri benzer aralıkta bulunmuştur. Diğer sonuçlar arasında ise farklılıklar mevcuttur .



Şekil 4.1: Bal örneklerinin L^* , a^* , b^* değerleri (ilk 23 numune çam balı, 24-26 arası çam-çiçek karışımı, 27-31 arası çiçek balı, 32-33 kekik balı, 34 ise püren balıdır).

Kaplan (2014), “Ege Bölgesi ballarının kimyasal özellikleri” konusunda yaptığı çalışmada bal örneklerine ait analiz sonuçlarını; renk değerleri L* 7,03-39,26; a* 1,23-13,32 ve b* 2,34-17,27, briks değerleri % 80-89,5, kül miktarı % 0,09-0,97, serbest asitlik değerleri formik asit cinsinden 5,80-14,23 meq/kg, pH değerleri 3,58-6,45, şeker içeriği (Fruktoz+Glikoz) % 54,20-82,22, HMF içeriği 3,39-90,21 mg/kg, diastaz sayısı 3,33-23,80 g/100g, prolin miktarları 27,41-590,78 mg/kg olmak üzere tespit etmiştir. Bu çalışmada elde edilen “L*” değerlerinde, çalışmamızdaki ballarda elde edilen değerlere göre daha yüksek birkaç sonuç bulunmuştur.

Tablo 4.1: Bal örneklerinin baskın floraya göre renk analizi sonuçları.

Numune Kod No	Bitkisel Orijin	Renk (L*,a*,b*)			Numune Kod No	Bitkisel Orijin	Renk (L*,a*,b*)		
		L*	a*	b*			L*	a*	b*
1	Çam	7	1,79	3,29	18	Çam	15,98	4,38	8,42
2	Çam	8,48	1,69	3,89	19	Çam	9,03	4,65	4,54
3	Çam	9,88	8,13	5,52	20	Çam	8,39	6,46	4,48
4	Çam	7,13	3,13	3,3	21	Çam	7,53	3,01	3,31
5	Çam	8,87	3,97	4,6	22	Çam	7,67	3,51	3,67
6	Çam	8,4	3,29	4,47	23	Çam	9,23	5,28	4,56
7	Çam	9,64	3,76	4,65	24	Çam-Çiçek	9,87	3,67	5,05
8	Çam	11,84	10,78	6,81	25	Çam-Çiçek	9,11	4,6	4,77
9	Çam	8,31	1,29	3,44	26	Çam-Çiçek	9,69	4,98	5,2
10	Çam	11,02	6,23	5,55	27	Çiçek	7,76	4,94	3,86
11	Çam	9,02	2,68	4,41	28	Çiçek	9,47	2,71	3,08
12	Çam	10,94	4,81	5,76	29	Çiçek	8,47	3,58	4,32
13	Çam	9,02	2,39	4,7	30	Çiçek	8,59	2,6	4,46
14	Çam	7,77	4,3	3,75	31	Çiçek	13,8	13,71	8,05
15	Çam	7,39	3,29	3,59	32	Kekik	9,88	2,04	2,4
16	Çam	10,57	7,74	5,82	33	Kekik	5,58	1,87	2,21
17	Çam	10,37	3,02	4,96	34	Püren	7,43	6,47	3,69

4.3 Nem

Numunelerin nem değerleri % 14,64-20,88 arasında bulunmuştur (Tablo 4.2). TGK Bal Tebliği'ne göre balda nem miktarının en yüksek % 20 olması istenmektedir, bu oran püren balı için % 23'e kadar çıkabilmektedir. Numunelerin nem değerleri Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği'ne (2012/58) (Anonim 2012) uygun çıkmıştır (Şekil 4.2). Sonuçlarımıza göre en yüksek değer Dalaman püren balında tespit edilirken, en düşük değer ise Seydikemer am balında tespit edilmiştir.

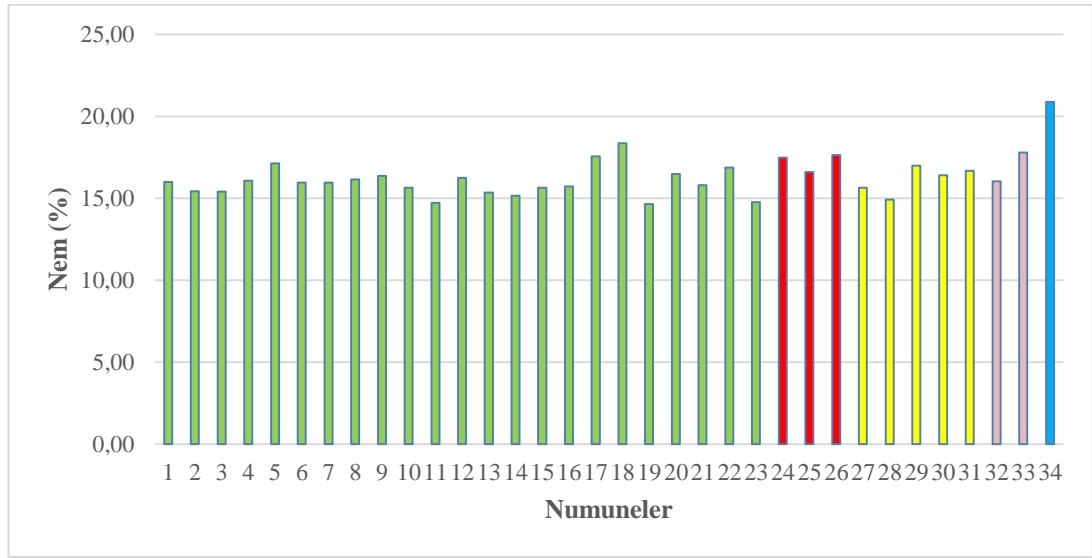
Tablo 4.2: Bal rneklerinin baskın floraya göre nem miktarı (%).

Numune Kod No	Bitkisel Orijin	Nem Miktarı (%)	Numune Kod No	Bitkisel Orijin	Nem Miktarı (%)
1	am	16,00	18	am	18,36
2	am	15,43	19	am	14,64
3	am	15,4	20	am	16,48
4	am	16,08	21	am	15,8
5	am	17,12	22	am	16,87
6	am	15,96	23	am	14,76
7	am	15,96	24	am-iek	17,48
8	am	16,16	25	am-iek	16,6
9	am	16,36	26	am-iek	17,64
10	am	15,64	27	iek	15,64
11	am	14,72	28	iek	14,92
12	am	16,24	29	iek	17
13	am	15,36	30	iek	16,4
14	am	15,16	31	iek	16,68
15	am	15,64	32	Kekik	16,04
16	am	15,72	33	Kekik	17,8
17	am	17,56	34	Püren	20,88

Nem oranı, balda önemli bir kalite kriteri olup, balın akıŐkanlıęının da bir göstergesidir. Nem oranının düşük olması balın olgunluk derecesini göstermekle birlikte, uzun süre kristalize olmadan doğal fiziksel yapısını koruyabileceğine işaret eder. Nem miktarı balın türüne, kaynağına, üretim şekline göre değişmekle beraber ortalama % 17 civarındadır (Bengü ve Kutlu 2018). Analiz sonuçlarının Türk Gıda

Kodeksi Bal Tebliği'ne (Anonim 2012) uygun çıkması araştırmada kullandığımız balların kalitesinin ve kıvamının iyi olduğunu, çeşitli sebeplerle erken hasat edilmediğini (olgun olduğunu) ya da uygun koşullarda (nem çekmeyen) depolandığını göstermekte olup, balların raf ömrünün de uzun olabileceğine işaret etmektedir. Aynı zamanda bu durum balların üretim koşullarının tekniğine uygun olduğunu göstermektedir.

Durmuş (2013), yapmış olduğu çalışmada ballarda nem değerlerini % 15,4-19,4 arasında tespit etmiş olup, bu değerler çalışmamızda tespit edilen değerlerle benzerlik göstermektedir.



Şekil 4.2: Bal örneklerinin nem miktarları (ilk 23 numune çam balı, 24-26 arası çam-çiçek karışımı, 27-31 arası çiçek balı, 32-33 kekik balı, 34 ise püren balıdır).

4.4 Briks

Araştırmada kullanılan balların briks değerleri % 77,4-88,5 arasında değişmektedir (Tablo 4.3). En yüksek briks değeri Seydikemer çam balında bulunurken, en düşük briks değeri ise Fethiye çam balında bulunmuştur.

Doğal balın briks değeri ve şeker içeriği hileli baldan farklı olabilmekte olup, doğal balın briks değerinin % 78,8-84,0 arasında olduğu ve ortalama olarak ise % 81,9 civarında olduğu ifade edilmektedir (Conti 2000). Çalışmamızda elde ettiğimiz

sonuçların 17 tanesinde % 84'ün üzerinde değer çıkmıştır. Bu durum, balın kaynağından, iklim ve coğrafi konumdan kaynaklanabileceği gibi, balın hileli olup olmaması ile de ilgili olabilir.

Briks değeri, balda suda çözünen maddelerin ağırlık bakımından yüzdesidir ve balın briksini büyük oranda içerdiği şekerler oluşturur (Cavia ve diğ. 2002). Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği'nde (Anonim 2012) briks değeriyle ilgili bir limit bulunmamaktadır. Durmuş (2013)'un yaptığı bir çalışmada, balların briks değerleri % 79,20-83,40 arasında tespit edilmiştir. Çalışmamızda elde ettiğimiz değerler bu çalışmada elde edilen değerler ile benzerlik göstermektedir (Şekil 4.3).

Tablo 4.3: Bal örneklerinin baskın floraya göre briks değerleri (%).

Numune Kod No	Bitkisel Orijin	Briks Değeri (%)	Numune Kod No	Bitkisel Orijin	Briks Değeri (%)
1	Çam	84,75	18	Çam	82,80
2	Çam	84,75	19	Çam	88,50
3	Çam	84	20	Çam	83,85
4	Çam	77,4	21	Çam	84,75
5	Çam	84,9	22	Çam	83,70
6	Çam	84,6	23	Çam	84,30
7	Çam	84	24	Çam-Çiçek	84,75
8	Çam	84,75	25	Çam-Çiçek	84,00
9	Çam	86,25	26	Çam-Çiçek	80,70
10	Çam	84,3	27	Çiçek	82,95
11	Çam	84,9	28	Çiçek	81,60
12	Çam	82,5	29	Çiçek	83,70
13	Çam	85,5	30	Çiçek	84,60
14	Çam	85,2	31	Çiçek	84,75
15	Çam	84	32	Kekik	82,80
16	Çam	84,75	33	Kekik	82,86
17	Çam	82,8	34	Püren	78,90



Şekil 4.3: Bal örneklerinin yüzde briks değerleri (ilk 23 numune çam balı, 24-26 arası çam-çiçek karışımı, 27-31 arası çiçek balı, 32-33 kekik balı, 34 ise püren balıdır).

4.5 Kül Miktarı

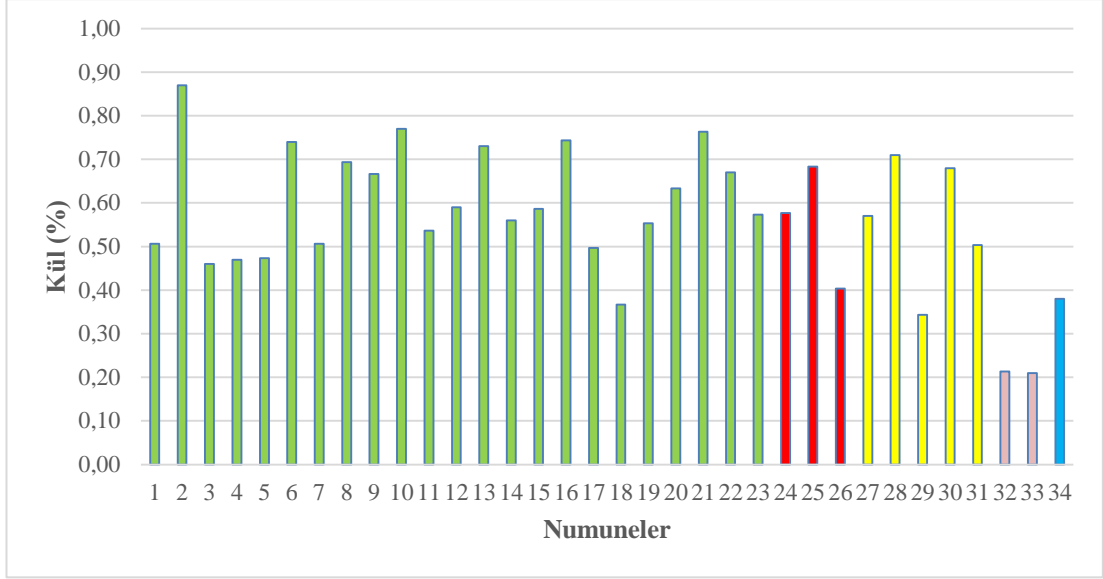
Bal örneklerinin kül miktarları % 0,21-0,87 arasında tespit edilmiş olup, bu çalışmada kullanılan balların mineral bakımından zengin olduğu düşünülmektedir (Tablo 4.4). En yüksek kül miktarı Datça çam balında tespit edilirken, en düşük kül miktarı da Datça ve Marmaris kekik ballarında tespit edilmiştir.

Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği'nde (Anonim 2012) kül miktarıyla ilgili herhangi bir limit bulunmamaktadır. Durmuş (2013)'ün yaptığı bir çalışmada bulunan kül değerleriyle (%0,02-0,60), çalışmamızda bulunan sonuçlar aralık anlamında karşılaştırıldığında çalışmamızda daha yüksek kül değerlerinin tespit edildiği görülmektedir (Şekil 4.4).

Kül miktarı ile balın rengi arasında pozitif bir ilişki bulunmakta olup, genel olarak koyu renkli ballarda kül miktarı daha fazladır (Şahinler 2001). En yüksek kül miktarı yapılan çalışmalara göre çam balında bulunmaktadır (Crane 1979). Koyu renkli balların kül miktarı fazla olduğundan tatları da genellikle acı olur (Güler 2005).

Tablo 4.4: Bal örneklerinin baskın floraya göre kül miktarları (%).

Numune Kod No	Bitkisel Orijin	Kül Miktarı (%)	Numune Kod No	Bitkisel Orijin	Kül Miktarı (%)
1	Çam	0,51	18	Çam	0,37
2	Çam	0,87	19	Çam	0,55
3	Çam	0,46	20	Çam	0,63
4	Çam	0,47	21	Çam	0,76
5	Çam	0,47	22	Çam	0,67
6	Çam	0,74	23	Çam	0,57
7	Çam	0,51	24	Çam-Çiçek	0,58
8	Çam	0,69	25	Çam-Çiçek	0,68
9	Çam	0,67	26	Çam-Çiçek	0,40
10	Çam	0,77	27	Çiçek	0,57
11	Çam	0,54	28	Çiçek	0,71
12	Çam	0,59	29	Çiçek	0,34
13	Çam	0,73	30	Çiçek	0,68
14	Çam	0,56	31	Çiçek	0,50
15	Çam	0,59	32	Kekik	0,21
16	Çam	0,74	33	Kekik	0,21
17	Çam	0,50	34	Püren	0,38



Şekil 4.4: Bal örneklerinin % kül miktarları (ilk 23 numune çam balı, 24-26 arası çam-çiçek karışımı, 27-31 arası çiçek balı, 32-33 kekik balı, 34 ise püren balıdır).

4.6 Elektriksel İletkenlik

Bal numunelerinin elektriksel iletkenlik değerleri 0,63-1,67 mS/cm arasında bulunmuştur (Tablo 4.5). En yüksek elektriksel iletkenlik değeri Marmaris çam balında tespit edilmiş olup, en düşük değer ise Marmaris kekik balında tespit edilmiştir. Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği'ne göre (Anonim 2012) çam ballarının elektriksel iletkenliği en az 0,8 mS/cm, çiçek ballarında ve çam-çiçek karışımlarında ise en fazla 0,8 mS/cm olmalıdır. Çalışmamızda yapılan analiz sonuçlarına göre çam balları Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği'ne uygun çıkmıştır. Çam-çiçek karışımları ve çiçek ballarına ait sonuçların ise sadece bir tanesi Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği'ne uygun çıkmıştır (Şekil 4.5). Bu durumun, çam-çiçek balları ve çiçek ballarının büyük bir kısmının salgı balı olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

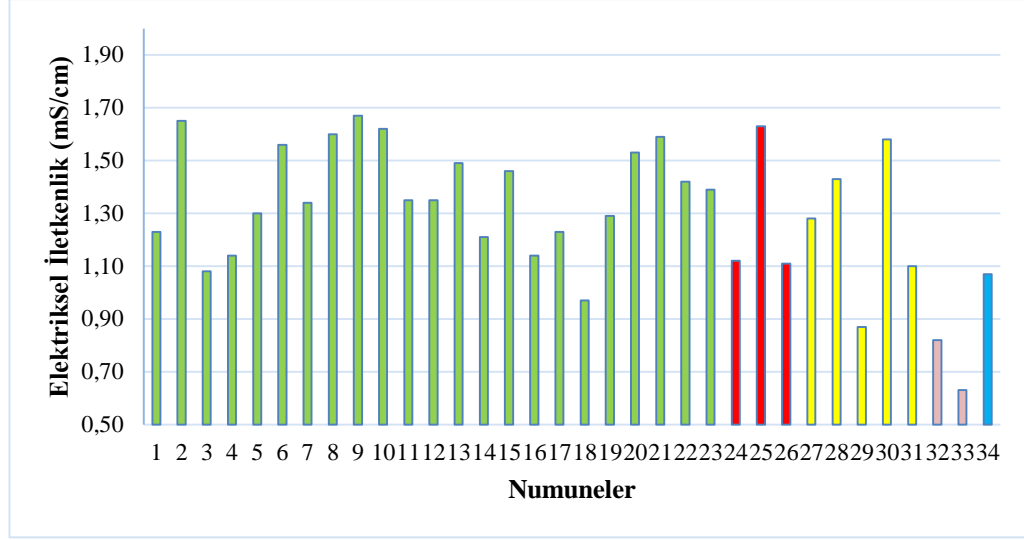
Devillers ve diğ. (2004)'nin yaptığı bir çalışmada; 469 adet bal numunesinin (çam, kestane, lavanta, ayçiçeği, kolza, akasya gibi monofloral ballar olmak üzere) nem, diastaz aktivitesi, renk, HMF, pH, asitlik, şeker profili ve elektiriksel iletkenlik gibi özellikleri incelenmiştir. En yüksek elektriksel iletkenlik değeri çam ve kestane ballarında sırasıyla; 1069 ve 1308 μ S/cm bulunmuştur. Bu çalışmada çam balı için elde edilen sonuçlar bizim çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlara göre daha düşüktür.

Elektriksel iletkenlik balların bitkisel kaynağının tespit edilmesinde çok önemli bir kriter olup, özellikle salgı balları için karakteristik bir özelliktir. Salgı ve çiçek ballarının birbirinden ayırımında bu özellikten faydalanılır (Marghitaş 2008).

Bilgen Çınar (2010), 100 örnek üzerinden yaptığı çalışmada, Türk çam balı elektriksel iletkenliğinin 0.82 mS/cm ile 1,82 mS/cm arasında olduğunu ve ortalamanın 1,26 mS/cm olduğunu tespit etmiştir (Çalışmamızda çam balları ile ilgili bulduğumuz tüm sonuçların bu çalışmada bulunan sonuçlar ile uyum içerisinde olduğu görülmektedir).

Tablo 4.5: Bal örneklerinin baskın floraya göre elektriksel iletkenlik değerleri.

Numune Kod No	Bitkisel Orijin	Elektriksel İletkenlik (mS/cm)	Numune Kod No	Bitkisel Orijin	Elektriksel İletkenlik (mS/cm)
1	Çam	1,23	18	Çam	0,97
2	Çam	1,65	19	Çam	1,29
3	Çam	1,08	20	Çam	1,53
4	Çam	1,14	21	Çam	1,59
5	Çam	1,3	22	Çam	1,42
6	Çam	1,56	23	Çam	1,39
7	Çam	1,34	24	Çam-Çiçek	1,12
8	Çam	1,6	25	Çam-Çiçek	1,63
9	Çam	1,67	26	Çam-Çiçek	1,11
10	Çam	1,62	27	Çiçek	1,28
11	Çam	1,35	28	Çiçek	1,43
12	Çam	1,35	29	Çiçek	0,87
13	Çam	1,49	30	Çiçek	1,58
14	Çam	1,21	31	Çiçek	1,1
15	Çam	1,46	32	Kekik	0,82
16	Çam	1,14	33	Kekik	0,63
17	Çam	1,23	34	Püren	1,07



Şekil 4.5: Bal örneklerinin elektriksel iletkenlik değerleri (ilk 23 numune çam balı, 24-26 arası çam-çiçek karışımı, 27-31 arası çiçek balı, 32-33 kekik balı, 34 ise püren balıdır).

Sunay ve diğ. (2003) yaptıkları çalışmada elektrik iletkenliği çiçek ballarında 0.204–1.561 mS/cm, salgı ballarında ise 0.953–1.982 mS/cm şeklinde bulmuşlardır. Bu sonuçlar çalışmamızda bulduğumuz sonuçlarla kısmen benzerlik göstermektedir.

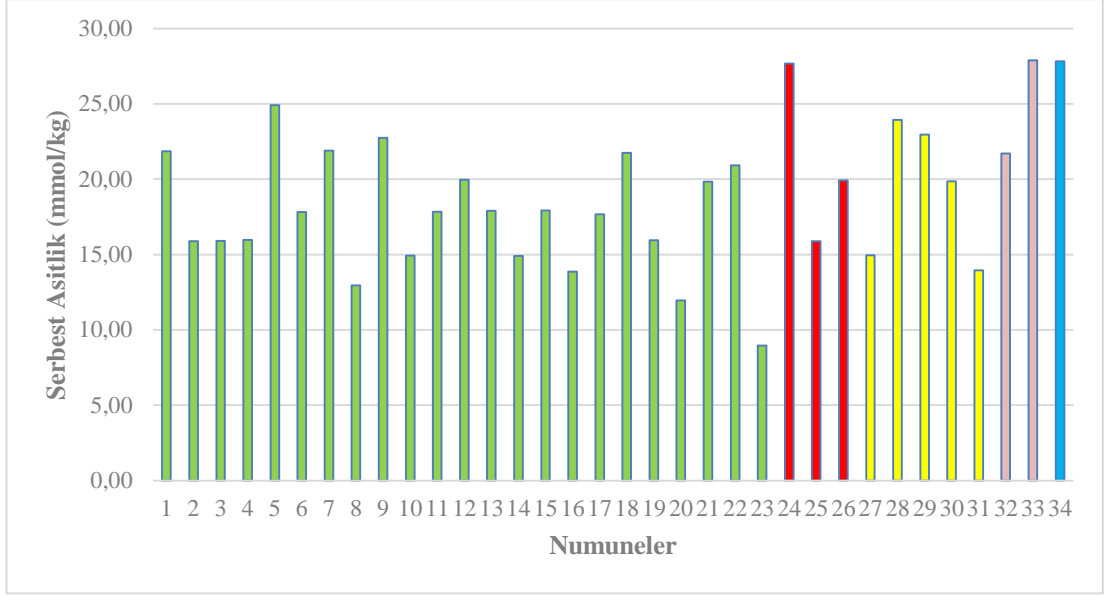
4.7 Serbest Asitlik

Bal örneklerinin serbest asitlik sonuçları 8,95-27,9 meq/kg arasında bulunmuştur (Tablo 4.6). Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği'ne göre (Anonim 2012) balların serbest asitlik değerleri en fazla 50 meq/kg olmalıdır. Çalışmamızda kullanılan tüm balların serbest asitlik değerleri bal tebliğine uygun çıkmıştır (Şekil 4.6). Sonuçlara göre en yüksek serbest asitlik değeri Marmaris kekik balında bulunurken, en düşük serbest asitlik değeri ise Yatağan çam balında tespit edilmiştir.

Haroun (2006)'un yaptığı bir çalışmada Türkiye'deki çam ballarının ortalama pH ve serbest asitlik değerleri sırası ile 4.36 ve 27.16 meq/kg olarak bulunmuştur. Çalışmamızda çam ballarına ait bulduğumuz serbest asitlik değerleri genel olarak bu çalışmada bulunan ortalamaların altında çıkmıştır.

Tablo 4.6: Bal örneklerinin baskın floraya göre serbest asitlik değerleri.

Numune Kod No	Bitkisel Orijin	Serbest Asitlik (meq/kg)	Numune Kod No	Bitkisel Orijin	Serbest Asitlik (meq/kg)
1	Çam	21,85	18	Çam	21,74
2	Çam	15,88	19	Çam	15,95
3	Çam	15,9	20	Çam	11,95
4	Çam	15,96	21	Çam	19,84
5	Çam	24,91	22	Çam	20,92
6	Çam	17,82	23	Çam	8,95
7	Çam	21,9	24	Çam-Çiçek	27,67
8	Çam	12,95	25	Çam-Çiçek	15,88
9	Çam	22,75	26	Çam-Çiçek	19,93
10	Çam	14,93	27	Çiçek	14,96
11	Çam	17,84	28	Çiçek	23,94
12	Çam	19,96	29	Çiçek	22,95
13	Çam	17,9	30	Çiçek	19,85
14	Çam	14,91	31	Çiçek	13,95
15	Çam	17,93	32	Kekik	21,71
16	Çam	13,86	33	Kekik	27,9
17	Çam	17,68	34	Püren	27,82



Şekil 4.6: Bal örneklerinin serbest asitlik miktarları (ilk 23 numune çam balı, 24-26 arası çam-çiçek karışımı, 27-31 arası çiçek balı, 32-33 kekik balı, 34 ise püren balıdır).

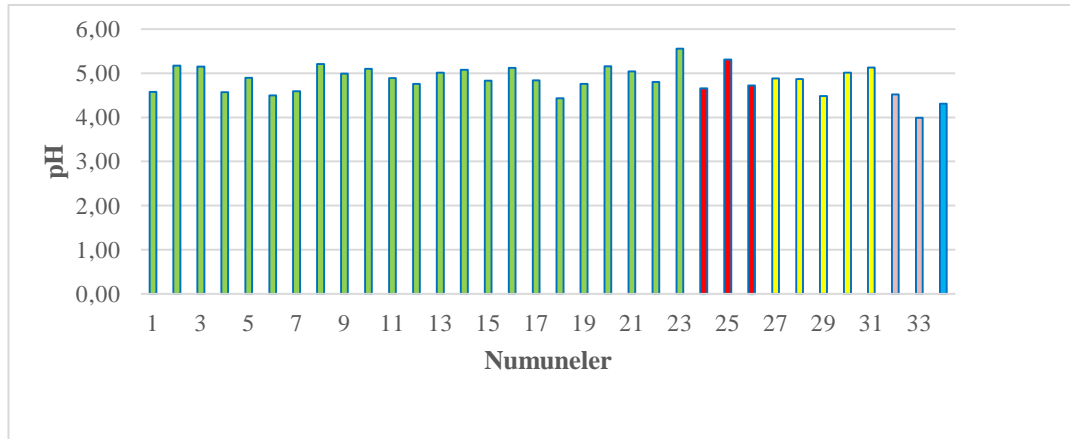
4.8 pH

Bal örneklerinin pH analizi sonuçları 3,99-5,56 arasında bulunmuştur (Tablo 4.7). Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği'nde (Anonim 2012) pH ile ilgili herhangi bir limit bulunmamaktadır. Sonuçlara göre en yüksek pH değeri Yatağan çam balında tespit edilirken, en düşük değer ise Marmaris kekik balında tespit edilmiştir.

Ballar asidik karaktere sahip olup, pH'ları 3,5-5,5 arasında değişir. Çam ve Kestane ballarının pH'sı çiçek ballarına kıyasla daha yüksektir (Güler 2005). Çalışmada bulduğumuz sonuçlar bir tanesi hariç, balların genel pH aralıkları içinde yer almaktadır. Balın pH'sının düşük olması balın antibakteriyel özellik göstermesini sağlar (Aydın ve diğ. 2008).

Tablo 4.7: Bal örneklerinin baskın floraya göre pH değerleri.

Numune Kod No	Bitkisel Orijin	pH	Numune Kod No	Bitkisel Orijin	pH
1	Çam	4,58	18	Çam	4,43
2	Çam	5,17	19	Çam	4,76
3	Çam	5,15	20	Çam	5,16
4	Çam	4,57	21	Çam	5,04
5	Çam	4,9	22	Çam	4,8
6	Çam	4,5	23	Çam	5,56
7	Çam	4,59	24	Çam-Çiçek	4,66
8	Çam	5,21	25	Çam-Çiçek	5,31
9	Çam	4,99	26	Çam-Çiçek	4,72
10	Çam	5,1	27	Çiçek	4,88
11	Çam	4,89	28	Çiçek	4,87
12	Çam	4,76	29	Çiçek	4,48
13	Çam	5,01	30	Çiçek	5,01
14	Çam	5,08	31	Çiçek	5,13
15	Çam	4,83	32	Kekik	4,52
16	Çam	5,12	33	Kekik	3,99
17	Çam	4,84	34	Püren	4,31



Şekil 4.7: Bal örneklerinin pH değerleri (ilk 23 numune çam balı, 24-26 arası çam-çiçek karışımı, 27-31 arası çiçek balı, 32-33 kekik balı, 34 ise püren balıdır).

4.9 Diastaz aktivitesi

Bal numunelerinin diastaz aktiviteleri 3,38-13,18 arasında bulunmuştur (Tablo 4.8). Numunelerin sekiz tanesi Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği'ne (2012/58) (Anonim 2012) uygun çıkmış olup, diğerleri ise "8" den küçük olup uygun çıkmamıştır (Şekil 4.8). Diastaz bir tazelik kriteri olduğundan, bu sonuçların sebebi olarak balların uygun olmayan koşullarda depolanmış ya da eski bir bal ile karıştırılmış olabileceğini düşündürmektedir.

Bir diğer ihtimal ise, ballarımızın üçü hariç HMF miktarları 15 mg/kg'dan düşük çıktığı için narenciye balı gibi yapısında doğal olarak düşük miktarda enzim bulunan balları da içeriyor olabileceğidir. Bu gibi durumlarda ise tebliğde alt limit "3" olarak belirtilmektedir, analiz sonuçlarımızda "3"ün altında bir değer tespit edilmemiştir. Bu şekilde düşünüldüğünde ise çalıştığımız ballar tebliğe uygun olarak değerlendirilebilmektedir.

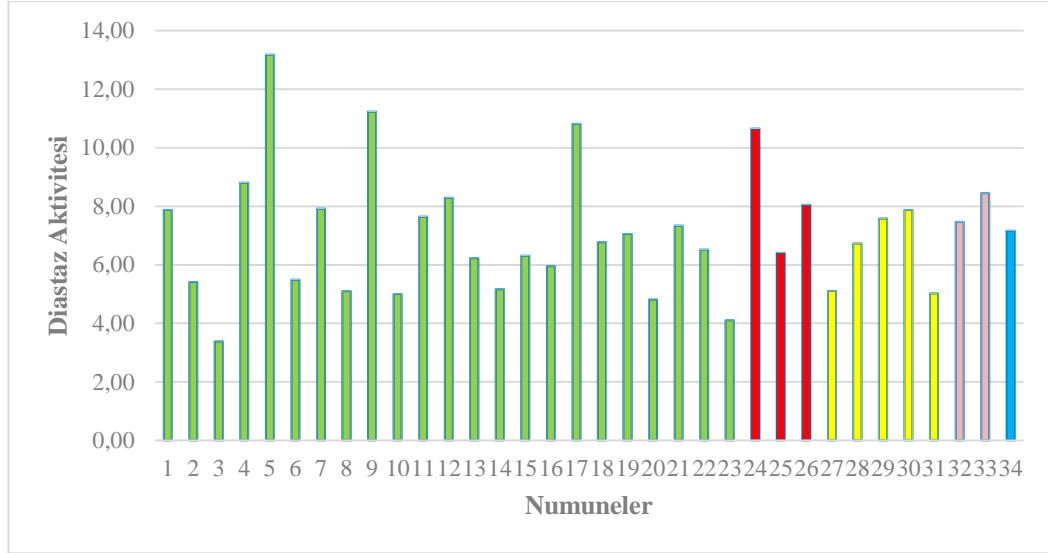
Diastaz, balın muhafazası esnasında depolama sıcaklığına ve süresine bağlı olarak nişastanın parçalanmasına neden olur, bu nedenle de balda diastaz miktarı balın tazeliğinin göstergesidir (Belitz ve Grosch 1999). Diastaz sayısı balda önemli bir kalite kriteridir. Baldaki amilaz enziminin belli bir süre ve sıcaklıkta parçaladığı nişasta miktarı diastaz sayısını verir. TGK Bal tebliği'ne göre (Anonim 2012) diastaz sayısının alt limiti "8" olarak belirlenmiş olup, bu sayının çok ta fazla olması istenmez. Çünkü yüksek diastaz sayısı asitliğin artmasına neden olarak fermentasyon hızını da artıracaktır (Çetin ve diğ. 2011). Sonuç olarak bal daha hızlı bir şekilde bozulmaya başlayacaktır.

Diastaz enzimi depolama sırasında ya da bal yüksek ısıya maruz kaldığında azalır. Bu nedenle diastaz sayısı bala uygulanan ısı işlemin ya da yapılan hilenin bir göstergesi olabilir (Ötleş 1995).

Tablo 4.8: Bal örneklerinin baskın floraya göre diastaz sayısı.

Numune Kod No	Bitkisel Orijin	Diastaz Aktivitesi	Numune Kod No	Bitkisel Orijin	Diastaz Aktivitesi
1	Çam	7,87	18	Çam	6,77
2	Çam	5,42	19	Çam	7,05
3	Çam	3,38	20	Çam	4,81
4	Çam	8,8	21	Çam	7,34
5	Çam	13,18	22	Çam	6,52
6	Çam	5,49	23	Çam	4,1
7	Çam	7,92	24	Çam-Çiçek	10,65
8	Çam	5,1	25	Çam-Çiçek	6,41
9	Çam	11,23	26	Çam-Çiçek	8,05
10	Çam	5	27	Çiçek	5,11
11	Çam	7,64	28	Çiçek	6,73
12	Çam	8,29	29	Çiçek	7,58
13	Çam	6,22	30	Çiçek	7,87
14	Çam	5,16	31	Çiçek	5,02
15	Çam	6,31	32	Kekik	7,47
16	Çam	5,95	33	Kekik	8,44
17	Çam	10,82	34	Püren	7,16

Sonuçlarımıza göre en yüksek diastaz sayısı Köyceğiz çam balında tespit edilirken, en düşük değer ise Fethiye çam balında tespit edilmiştir.



Şekil 4.8: Bal örneklerinin diastaz sayısı (ilk 23 numune çam balı, 24-26 arası çam-çiçek karışımı, 27-31 arası çiçek balı, 32-33 kekik balı, 34 ise püren balıdır).

4.10 HMF

Bal numunelerinin HMF miktarları 0-93,8 mg/kg arasında bulunmuştur (Tablo 4.9). TKG Bal Tebliği'ne göre (Anonim 2012), kanserojen bir bileşik olan HMF'nin 40 mg/kg'dan fazla olması istenmiyor olup, sonuçlardan sadece bir tanesi tebliğe uygun değildir (Şekil 4.9). Bu durum bal örneklerimizin taze ve kaliteli olduğunu, yüksek sıcaklıklara maruz kalmadığını düşündürmektedir.

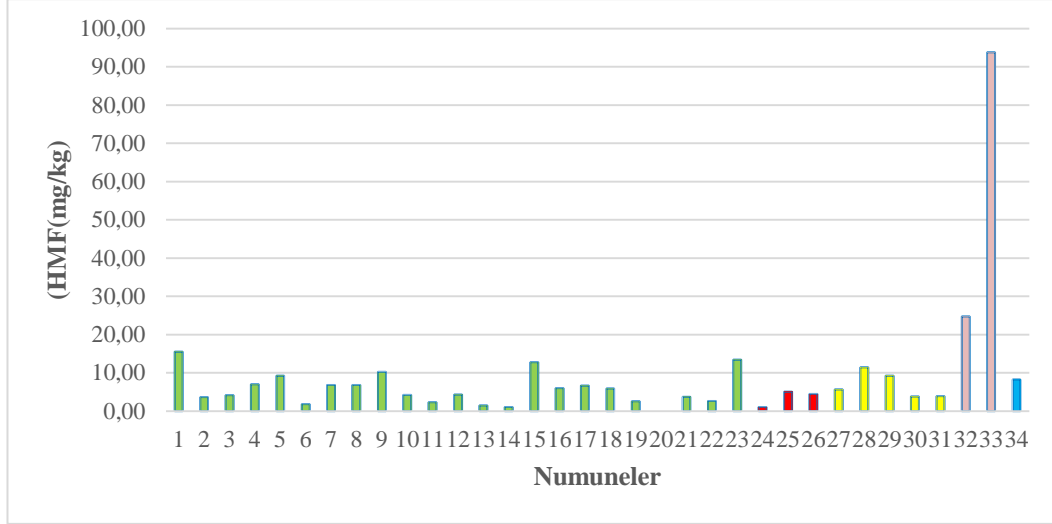
HMF asidik ortamda fruktozun ısı etkisi ile parçalanması sonucu oluşur. Bir tazelik kriteri olan HMF taze balda bulunmaz. HMF miktarını sıcaklık, süre ve pH etkiler (Habıb ve diğ. 2014).

Balda HMF miktarının artmasına, üretim sürecinde uygulanan ısı işlemlerin derecesi ve süresi, muhafaza koşulları (ortam sıcaklığı, ışığa maruz kalma düzeyi gibi) ve metal gereçlerin ambalajlamada kullanılması gibi durumlar sebep olabilmektedir (Bengü ve Kutlu 2018). Tebliğe uygun olmayan tek numunede HMF miktarının yüksek olması balın uygun olmayan ısı işlem görmüş olmasından ya da uygun olmayan koşullarda bekletilmesinden kaynaklanmış olabileceğini düşündürmektedir.

Sonuçlarımıza göre en yüksek HMF değeri Marmaris kekik balında tespit edilirken, en düşük değer ise hiç tespit edilemeyen Ula çam balında bulunmuştur.

Tablo 4.9: Bal örneklerinin baskın floraya göre HMF miktarları.

Numune Kod No	Bitkisel Orijin	HMF (mg/kg)	Numune Kod No	Bitkisel Orijin	HMF (mg/kg)
1	Çam	15,55	18	Çam	5,88
2	Çam	3,61	19	Çam	2,54
3	Çam	4,18	20	Çam	N.D.
4	Çam	6,98	21	Çam	3,7
5	Çam	9,27	22	Çam	2,67
6	Çam	1,77	23	Çam	13,43
7	Çam	6,81	24	Çam-Çiçek	1,02
8	Çam	6,85	25	Çam-Çiçek	5,1
9	Çam	10,24	26	Çam-Çiçek	4,5
10	Çam	4,27	27	Çiçek	5,69
11	Çam	2,28	28	Çiçek	11,42
12	Çam	4,34	29	Çiçek	9,26
13	Çam	1,51	30	Çiçek	3,85
14	Çam	1,07	31	Çiçek	3,88
15	Çam	12,73	32	Kekik	24,74
16	Çam	6,03	33	Kekik	93,8
17	Çam	6,65	34	Püren	8,21



Şekil 4.9: Bal örneklerinin HMF miktarları (ilk 23 numune çam balı, 24-26 arası çam-çiçek karışımı, 27-31 arası çiçek balı, 32-33 kekik balı, 34 ise püren balıdır).

4.11 Prolin

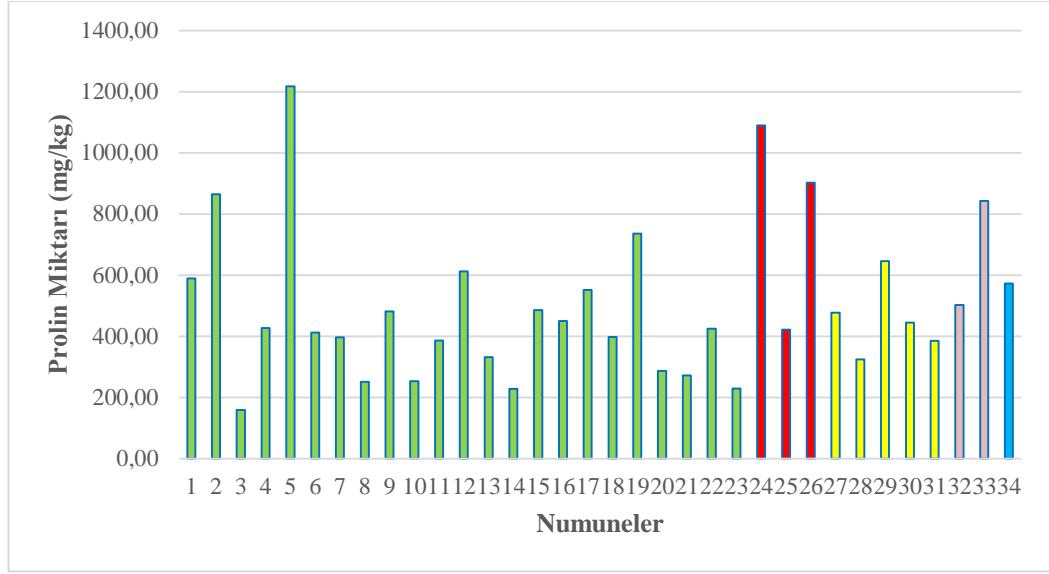
Balların prolin miktarları 158,45-1217,45 mg/kg arasında bulunmuştur (Tablo 4.10). Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği'ne (2012/58) (Anonim 2012) göre ballarda prolin miktarı en az 300 mg/kg olmalıdır. Analiz sonuçlarından yedi tanesi bal tebliğine uygun çıkmamıştır (Şekil 4.10). Bu durum balın uygun olmayan sıcaklıkta depolanmış olabileceğini ya da tağşiş yapılmış olabileceğini düşündürmektedir. Sonuçlara göre en yüksek değer Köyceğiz çam balında tespit edilirken, en düşük değer ise Fethiye çam balında tespit edilmiştir.

Sanz ve diğ. (2003)'nin yaptığı bir çalışmada, 94,39 mg prolin/100 g bal oranında prolin içeren bir balın 25°C sıcaklıkta 12 ay depolanması sonucu prolin miktarının 87,09 mg prolin/100 g bal'a, 35°C'de 12 ay depolanması sonucu ise 61,64 mg prolin/100 g bal'a düştüğü tespit edilmiştir. Bu durum, balın oda sıcaklığı da dahil olmak üzere yüksek sıcaklıklarda uzun süre depolanması ile prolin miktarında azalmalar olabileceğini göstermektedir.

Tablo 4.10: Bal örneklerinin baskın floraya göre prolin miktarları.

Numune Kod No	Bitkisel Orijin	Prolin Miktarı (mg/kg)	Numune Kod No	Bitkisel Orijin	Prolin Miktarı (mg/kg)
1	Çam	589,26	18	Çam	398,04
2	Çam	864,78	19	Çam	736,01
3	Çam	158,45	20	Çam	287,03
4	Çam	426,81	21	Çam	271,87
5	Çam	1217,45	22	Çam	424,47
6	Çam	412,64	23	Çam	228,84
7	Çam	396,33	24	Çam-Çiçek	1090,17
8	Çam	251,3	25	Çam-Çiçek	421,28
9	Çam	481,26	26	Çam-Çiçek	902,19
10	Çam	253,55	27	Çiçek	477,2
11	Çam	385,9	28	Çiçek	324,33
12	Çam	611,88	29	Çiçek	646,07
13	Çam	331,84	30	Çiçek	445,12
14	Çam	228,08	31	Çiçek	385,16
15	Çam	485,32	32	Kekik	502,21
16	Çam	450,25	33	Kekik	842,5
17	Çam	551,8	34	Püren	572,27

Haroun (2006), yaptığı bir çalışmada çam balının protein içeriğini, 717 µg/g-1122 µg/g arasında tespit etmiştir.



Şekil 4.10: Bal örneklerinin prolin miktarları (ilk 23 numune çam balı, 24-26 arası çam-çiçek karışımı, 27-31 arası çiçek balı, 32-33 kekik balı, 34 ise püren balıdır).

4.12 Fruktoz-Glikoz-Sakkaroz Şeker Profili

Bal numunelerinin şeker analiz sonuçları değerlendirildiğinde “sakkaroz”un hiçbir numunede tespit edilmediği görülmüştür. Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği’ne (2012/58) göre (Anonim 2012) ballarda bulunması gereken sakkaroz miktarı en fazla 5 g/100g şeklindedir. Sakkaroz sonuçlarının Bal Tebliği’ne uygun olduğu görülmüştür.

Balların Fruktoz+Glikoz değerleri 41,61-64,85 g/100g arasında bulunmuştur (Tablo 4.11). Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği’ne (2012/58) (Anonim 2012) göre Fruktoz+Glikoz değeri çiçek balında en az 100 g’da 60 g, çam balında ve çam-çiçek karışımlarında ise en az 100 g’da 45 g olmalıdır. Fruktoz+Glikoz değeri çam ballarının sadece bir tanesinde Bal Tebliği’ne uygun değildir. Çam-çiçek karışımlarının hepsi uygun çıkmıştır. Çiçek ballarının ise sadece bir tanesi uygun çıkmıştır (Şekil 4.11).

Tablo 4.11: Bal örneklerinin baskın floraya göre Fruktoz+Glikoz miktarları.

Numune Kod No	Bitkisel Orijin	Fruktoz+Glikoz (g/100g)	Numune Kod No	Bitkisel Orijin	Fruktoz+Glikoz (g/100g)
1	Çam	53,77	18	Çam	61,91
2	Çam	54,81	19	Çam	47,60
3	Çam	57,17	20	Çam	50,83
4	Çam	58,12	21	Çam	54,04
5	Çam	57,75	22	Çam	54,13
6	Çam	57,95	23	Çam	55,36
7	Çam	54,81	24	Çam-Çiçek	51,56
8	Çam	50,15	25	Çam-Çiçek	48,89
9	Çam	41,61	26	Çam-Çiçek	49,79
10	Çam	47,86	27	Çiçek	50,97
11	Çam	55,15	28	Çiçek	49,00
12	Çam	56,27	29	Çiçek	59,12
13	Çam	55,72	30	Çiçek	50,53
14	Çam	58,12	31	Çiçek	64,85
15	Çam	47,35	32	Kekik	54,80
16	Çam	51,29	33	Kekik	55,68
17	Çam	49,05	34	Püren	58,10

En yüksek Fruktoz+Glikoz miktarı Köyceğiz çiçek balında tespit edilirken, en düşük değer ise Marmaris Çam balında tespit edilmiştir.



Şekil 4.11: Bal örneklerinin Fruktoz+Glikoz miktarları. (ilk 23 numune çam balı, 24-26 arası çam-çiçek karışımı, 27-31 arası çiçek balı, 32-33 kekik balı, 34 ise püren balıdır).

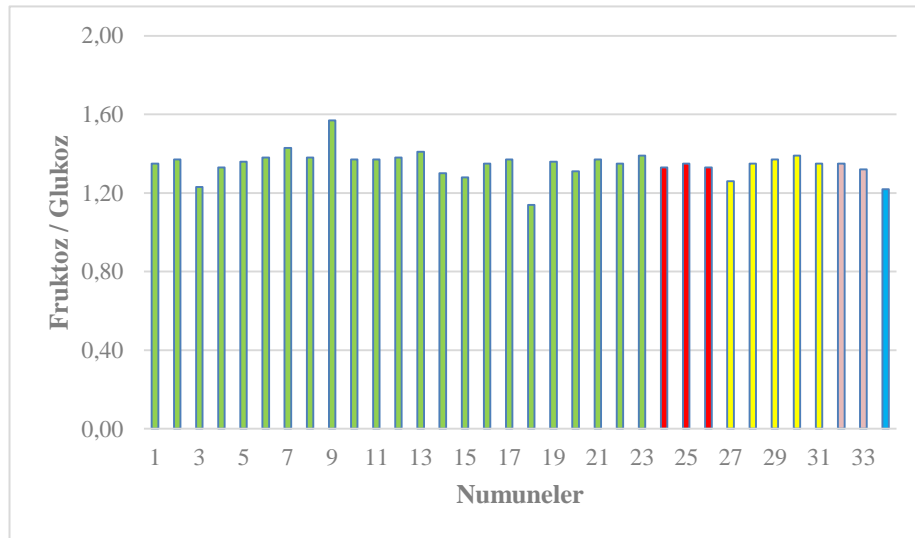
Fruktoz/Glikoz değerleri ise 1,14-1,57 arasında bulunmuştur (Tablo 4.12). Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği'ne (2012/58) (Anonim 2012) göre Fruktoz/Glikoz değeri çiçek balında 0,9-1,4 aralığında, çam balında ve çam-çiçek karışımlarında ise 1,0-1,4 aralığında olmalıdır. Çam ballarından üç tanesinin analiz sonucu Bal Tebliği'ne uygun değildir. Çam-çiçek karışımları ile çiçek balları Bal Tebliği'ne uygun çıkmıştır (Şekil 4.12).

En yüksek Fruktoz/Glikoz değeri Marmaris çam balında tespit edilirken, en düşük değer ise Seydikemer çam balında tespit edilmiştir.

Balda Fruktoz/Glikoz oranı balın orijini belirlemeye yarayan önemli bir parametredir. Aynı zamanda balın kristalleşmeye olan ilgisini de gösterir (Rodríguez ve diğ. 2004).

Tablo 4.12: Bal örneklerinin baskın floraya göre Fruktoz/Glikoz değerleri.

Numune Kod No	Bitkisel Orijin	Fruktoz/Glikoz	Numune Kod No	Bitkisel Orijin	Fruktoz/Glikoz
1	Çam	1,35	18	Çam	1,14
2	Çam	1,37	19	Çam	1,36
3	Çam	1,23	20	Çam	1,31
4	Çam	1,33	21	Çam	1,37
5	Çam	1,36	22	Çam	1,35
6	Çam	1,38	23	Çam	1,39
7	Çam	1,43	24	Çam-Çiçek	1,33
8	Çam	1,38	25	Çam-Çiçek	1,35
9	Çam	1,57	26	Çam-Çiçek	1,33
10	Çam	1,37	27	Çiçek	1,26
11	Çam	1,37	28	Çiçek	1,35
12	Çam	1,38	29	Çiçek	1,37
13	Çam	1,41	30	Çiçek	1,39
14	Çam	1,30	31	Çiçek	1,35
15	Çam	1,28	32	Kekik	1,35
16	Çam	1,35	33	Kekik	1,32
17	Çam	1,37	34	Püren	1,22



Şekil 4.12: Bal örneklerinin Fruktoz/Glikoz oranları (ilk 23 numune çam balı, 24-26 arası çam-çiçek karışımı, 27-31 arası çiçek balı, 32-33 kekik balı, 34 ise püren balıdır).

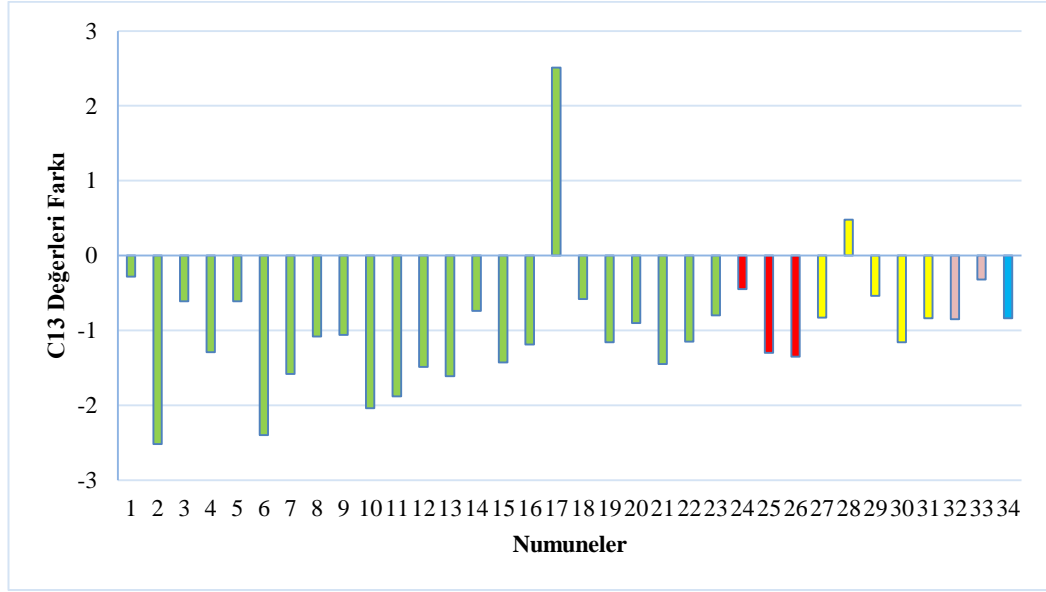
4.13 Delta C13 Değerleri Farkı ve C4 Şeker Oranı

Bal numunelerinin Delta C13 değerleri farkı sonuçları (-2,52)-2,51 arasında değişmektedir (Tablo 4.13). Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliğine (2012/58) (Anonim 2012) göre numunelerin $\Delta C13$ değerleri farkı (-1) veya daha pozitif olması gerekirken, 18 adet bal numunesinin $\Delta C13$ değerleri farkı (-1)'in altında tespit edilmiştir. Bu 18 adet numuneden sadece üç tanesinde sonuçlar (-2)'nin altında çıkmış olup diğerleri (-1) ile (-2) arasında değişmektedir (Şekil 4.13). Bu durumun sebebi olarak, 2016 yılının Muğla ilinde özellikle bal dönemlerinde (çiçek balı açısından çiçeklenmeyi olumsuz etkileyecek kadar kurak, çam balı açısından ise nisbeten daha iyi bir yıl) kurak geçen bir yıl olduğu için arıların bu dönemlerde bile arılara takviye yapmak zorunda kaldıkları ve ekonomik nedenlerden dolayı ticari şeker şurupları ile arıları beslemiş olabilecekleri düşünülmektedir.

Tablo 4.13: Bal örneklerinin baskın floraya göre C13 değerleri farkı.

Numune Kod No	Bitkisel Orijin	C13 Değerleri Farkı	Numune Kod No	Bitkisel Orijin	C13 Değerleri Farkı
1	Çam	-0,28	18	Çam	-0,58
2	Çam	-2,52	19	Çam	-1,16
3	Çam	-0,61	20	Çam	-0,9
4	Çam	-1,29	21	Çam	-1,45
5	Çam	-0,61	22	Çam	-1,15
6	Çam	-2,4	23	Çam	-0,8
7	Çam	-1,58	24	Çam-Çiçek	-0,45
8	Çam	-1,08	25	Çam-Çiçek	-1,3
9	Çam	-1,06	26	Çam-Çiçek	-1,35
10	Çam	-2,04	27	Çiçek	-0,83
11	Çam	-1,88	28	Çiçek	0,48
12	Çam	-1,49	29	Çiçek	-0,54
13	Çam	-1,61	30	Çiçek	-1,16
14	Çam	-0,74	31	Çiçek	-0,84
15	Çam	-1,43	32	Kekik	-0,85
16	Çam	-1,19	33	Kekik	-0,32
17	Çam	2,51	34	Püren	-0,84

En yüksek $\Delta C13$ değerleri farkı Seydikemer çam balında tespit edilirken, en düşük değer ise Datça çam balında tespit edilmiştir. Yine bu sonuçlara göre, rakımı Datça'ya göre daha yüksek ilçemiz Seydikemer'den elde edilen balın yıl içindeki kuraklıktan daha az etkilendiği, coğrafi konum itibariyle arı konaklama yerinin bal üretimi için daha uygun olduğu, dolayısıyla arılara şeker şuruplarıyla ekstra bir besleme yapmaya gerek duyulmadığı düşünülmektedir.



Şekil 4.13: Bal örneklerinin C13 değerleri farkı (ilk 23 numune çam balı, 24-26 arası çam-çiçek karışımı, 27-31 arası çiçek balı, 32-33 kekik balı, 34 ise püren balıdır).

C4 şeker oranı ise % 0-16,81 arasında değişmektedir (Tablo 4.14). Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği'ne göre (Anonim 2012) bu oranın en fazla % 7 olması gerekirken, balların 17 tanesinde % 7'nin üzerinde değerler tespit edilmiştir (Şekil 4.14). Bu durumda da yine çalıştığımız balların yarısının, bal döneminde kuraklık nedeniyle arılara şeker şurupları ile takviye yapılarak üretilmiş olabileceği düşünülmektedir. C4 şeker oranı en yüksek Datça çam balında tespit edilirken, en düşük değer de Seydikemer çam ve Datça çiçek balında tespit edilmiştir.

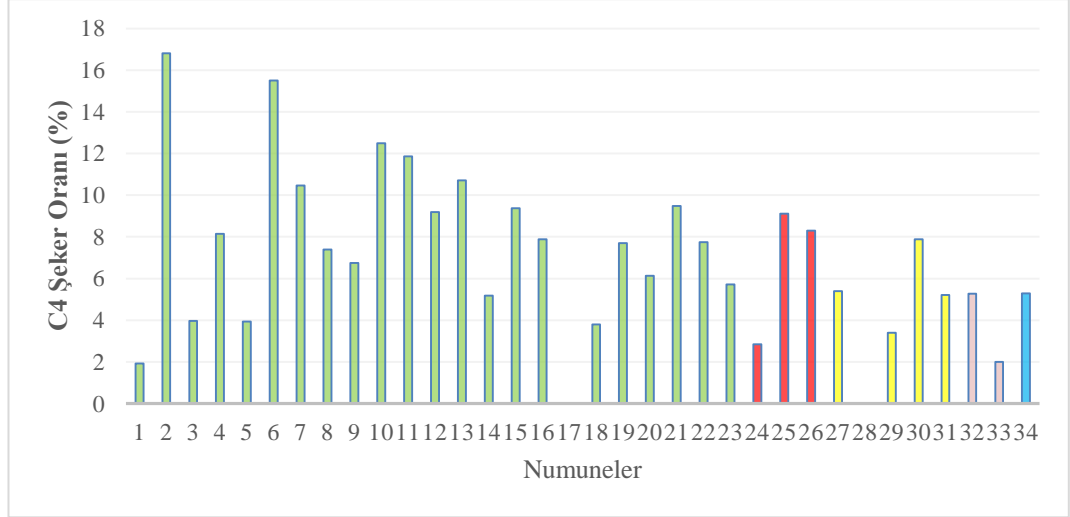
Son zamanlarda kaynağı farklı olan kalitesi düşük ballardan karışım hazırlanarak piyasaya sunulması gibi durumlarla karşılaşılabilirdiği gibi, farklı şeker şuruplarının aroma ve renk maddeleriyle zenginleştirilmesi ile elde edilen bal benzeri ürünler ile de karşılaşılabilir. Bala ilave edilen katkı maddelerinin başında daha çok mısır şurubu gelmektedir. Balda $^{13}C/^{12}C$ izotop oranlarının tespit edilmesi

bala ilave edilen şeker şurubunun (C4) tespitinde en güvenilir yöntemdir (White ve Winters 1989).

Tablo 4.14: Bal örneklerinin baskın floraya göre C4 şeker oranları.

Numune Kod No	Bitkisel Orijin	C4 Şeker Oranı (%)	Numune Kod No	Bitkisel Orijin	C4 Şeker Oranı (%)
1	Çam	1,92	18	Çam	3,79
2	Çam	16,81	19	Çam	7,7
3	Çam	3,96	20	Çam	6,13
4	Çam	8,14	21	Çam	9,48
5	Çam	3,93	22	Çam	7,74
6	Çam	15,5	23	Çam	5,72
7	Çam	10,46	24	Çam-Çiçek	2,84
8	Çam	7,39	25	Çam-Çiçek	9,12
9	Çam	6,74	26	Çam-Çiçek	8,3
10	Çam	12,5	27	Çiçek	5,4
11	Çam	11,86	28	Çiçek	0
12	Çam	9,19	29	Çiçek	3,39
13	Çam	10,71	30	Çiçek	7,88
14	Çam	5,18	31	Çiçek	5,21
15	Çam	9,38	32	Kekik	5,27
16	Çam	7,88	33	Kekik	1,99
17	Çam	0	34	Püren	5,29

Güler ve diğ. (2014)'nin yaptıkları bir çalışmada, C4 oranı saf balda % $0,2 \pm 0,13$, bala % 20 oranında şeker şurubu katıldığında % $20,62 \pm 0,54$, %100 şeker şurubu ile elde edilen balda ise % $54,77 \pm 0,71$ şeklinde tespit edilmiştir. Bu çalışmadan hareketle, kendi çalışmamızda tespit edilen C4 şeker oranı sonuçları dikkate alındığında TGK Bal Tebliğine uygun olmayan ballardan sadece 6 tanesinin % 10'un üzerinde çıktığı görülmektedir. Bu nedenle uygun olmayan balların % 20 oranından çok daha düşük miktarlarda ticari şeker şurupları ile desteklenmiş olabileceği düşünülmektedir.



Şekil 4.14: Bal örneklerinin C4 şeker oranı (ilk 23 numune çam balı, 24-26 arası çam-çiçek karışımı, 27-31 arası çiçek balı, 32-33 kekik balı, 34 ise püren balıdır)

Bengü ve Kutlu (2018)'nin yaptığı bir araştırmada, Bingöl yöresinde üretilen ballarda yapılan analizlerin sonuçları; nem miktarı % 14,81-15,91, HMF miktarı % 31,56-41,19, diastaz sayısı 16,17-20,61 ve C4 şeker kriteri 0,94-1,79 şeklinde tespit edilmiştir. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar nem miktarı bakımından bizim çalışmamızda elde edilen değerlerden daha düşüktür, HMF miktarları ise genel olarak bizim örneklerimizden çok daha yüksek bulunmuştur. Diastaz sayısı bakımından bizim sonuçlara göre daha iyi değerler elde edilmiştir. Son olarak ta C4 şeker oranı bakımından bizim örneklerimize göre çok daha düşük sonuçlar elde edilmiştir.

Bilgen Çınar (2010), “Türk çam balının analitik özellikleri” konusunda 3 farklı yıla ait toplam 100 çam balı üzerinde yaptığı çalışmada çam balının analitik özelliklerinden nem miktarı, toplam asitlik, fruktoz, glikoz, sakaroz, fruktoz/glikoz, kül, prolin, elektriksel iletkenlik, $\Delta C13$ değerleri farkı ve % C4 şeker oranı değerlerini tespit etmiştir. Elde edilen sonuçlar bizim çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlarla, diastaz sayıları, $\Delta C13$ değerleri farkı ve % C4 şeker oranı hariç genel anlamda benzerlikler göstermektedir. Diastaz sayıları bakımından çalışmamızda daha düşük değerler elde edilmiştir. Bu durum, çalışmamız için temin edilen balların uygun koşullarda muhafaza edilmemiş ya da uygun üretim tekniğiyle üretilmemiş olabileceğini düşündürmektedir. Çalışmamızda Bilgen Çınar (2010)'ın yaptığı çalışmaya göre TGK Bal Tebliği'ne aykırı olan, $\Delta C13$ değerleri farkı bakımından

daha düşük değerler, % C4 şeker oranı bakımından ise daha yüksek değerler elde edilmiştir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma ile Muğla İlinde üretilen balların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri belirlenerek bölge ballarının özellikleri ortaya konulmuş, mevzuata uygun olup olmadığı incelenmiştir. Yapılan analizlerden pH, elektriksel iletkenlik, şeker profili, C13 değeri ve C4 şeker oranı, prolin, HMF, diastaz sayısı analizlerinde Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliğine (2012/58) (Anonim 2012) bazı örnekler için aykırılıklar tespit edilmiştir.

Elde edilen sonuçlar ile aynı zamanda Türkiye’de yapılan bazı çalışmalarla kıyaslama yapılarak kalite değerlendirmesi yapılmış ve çalışmamızdaki ballarda taklit, tağşiş ya da hileli durumlarla karşılaşılıp karşılaşılmadığı değerlendirilmiştir. Çalışmamızda kullanılan ballarla ilgili olarak, genel anlamda HMF, nem, serbest asitlik, prolin, renk, elektriksel iletkenlik ve pH değerleri bakımından iyi kalitede ballar oldukları ortaya konulmuştur. Diastaz, C13 değerleri farkı ve C4 şeker oranı konusunda dikkat çekecek bir olumsuzlukla karşılaşmıştır. Bunun sebebi olarak ta dönemsel yaşanan kuraklıktan dolayı arıların şeker şuruplarıyla beslenmiş olabileceği düşünülmektedir.

Ülkemiz bal üretimi bakımından ilk sıralarda yer almasına rağmen, kaliteli üretim, verimlilik ve bal ihracatı konularında büyük sorunlarla karşılaşmaktadır. Piyasada doğal balların yanında çok fazla sahte ve hileli ballara da rastlanmaktadır. Bu hile ve sahteciliği önlemek için piyasadaki balların uygun yöntemlerle etkili bir şekilde kontrol ve denetimlerinin yapılması gerekmektedir (Gürel 2015). Ayrıca ballarda yapılması muhtemel hilelerin net bir şekilde tespit edilebilmesine yönelik kolay ve ekonomik yöntem ve tekniklerin geliştirilmesine yönelik bilimsel çalışmaların yapılması gerektiği düşünülmektedir.

Ayrıca arıcılık profesyonelce, modern tekniklerle, hijyenik koşullarda, bilinçli bir şekilde yapılmalıdır. Arı ürünlerinin üretime başlandığı andan tüketiciye ulaşana kadar tüm süreçlerde katkısı bulunan, arıcılar, bal ve diğer arı ürünlerini üreten-paketleyen firmalar, nakliyeciler, perakendeciler, ihracatçılar, kontrol ve denetimden sorumlu kamu otoriteleri ve son olarak tüketiciler olmak üzere hep birlikte bilinçli ve

duyarlı bir şekilde hareket edilmeli ve insan sağlığı için bu denli önemli olan doğa mucizesi bal ve diğer arı ürünlerinin tıpkı üretildiği gibi saf, taze, güvenilir, şifa verici şekilde insanlığa sunulması, sahte ve tağşışlı bal üretimin önüne geçilmesi için konuyla ilgisi olan herkes üzerine düşeni yapmalıdır.

6. KAYNAKLAR

Akdeniz, G., Şahin, S., Yılmaz, Ö., Karataş, Ü., Karmaz, E., Kabakçı, D. ve Yaşar, N., “Karaçalı (*Paliurus spina-christi* Miller) ve Ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) Ballarının Mikroskobik Yapısı ve Biyokimyasal Özelliklerinin Karşılaştırılması”, *Arıcılık Araştırma Dergisi*, 5 (9), 22-25, (2013).

Alak, G. D., “Bal ve Bal Sirkesinin Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri”, Yüksek Lisans Tezi, *Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı*, Denizli, (2015).

Alvarez-Suarez, J., M., Tulipani, S., Diaz, D., Estevez, Y., Romandini, S., Giampieri, F., Damiani, E., Astolfi, P., Bompadre, S. and Battino, M., “Antioxidant And Antimicrobial Capacity Of Several Monofloral Cuban Honeys And Their Correlation With Color, Polyphenol Content And Other Chemical Compounds”, *Food and Chemical Toxicolog*, 48, 2490–2499, (2010).

Aljadi, A. M., Kamaruddin, M. Y., “Evaluation of The Phenolic Contents and Antioxidant Capacities of Two Malaysian Floral Honeys”, *Food Chemistry*, 85 (4), 513-518, (2004).

Anonim, Polen Standardı, TS 10255, TSE, Ankara, (1992).

Anonim, Codex Alimentarius Komisyonu Bal Standardı (codex stan 12-1981), Web adresi: <http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/codex-texts/list-standards/en/>, (2001).

Anonim, Avrupa Birliği 20 Aralık 2001 tarih ve 2001/110 / EC sayılı Konsey Direktifi, Official Journal of the European Communities, (16.05.2019), Web adresi: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX%3A32001L0110>, (2002^a).

Anonim, *Harmonised Methods of The International Honey Commission*, International Honey Commission (IHC), Bern, Switzerland, (2002^b).

Anonim, TS 13262, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara, (2007).

Anonim, TS 3036, Bal Standardı, (19 Ocak 2010 Kabul Tarihli) *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara. (2010^a).

Anonim, 5996 sayılı Veteriner Hizmetleri, Bitki Sağlığı, Gıda ve Yem Kanunu, 11/06/2010 tarih 27610 sayılı Resmi Gazete, (2010^b).

Anonim, Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği (Tebliğ No: 2012/58), (05.03.2019), Web adresi: <https://kms.kaysis.gov.tr/Home/Goster/41454>, (2012).

Anonim, FAO, (10.05.2019), Web adresi: <http://www.fao.org/home/en/>, (2019^a).

Anonim, TÜİK, (10.05.2019), Web adresi: <http://www.tuik.gov.tr/Start.do>, (2019^b).

Anupama, D., Bhat, K. K. and Sapna, V. K., “Sensory And Physico-Chemical Properties Of Commercial Samples Of Honey”, *Food Research International*, 36, 183 -191, (2003).

AOAC, In K. Helrich (Ed.), *Official methods of analysis (15th Ed.)*, Arlington. VA: Association of Official Analytical Chemists. Inc., (1990).

AOAC, *Official Method*, 920.180, “Honey (Liquid, Strained or Comb) Preparation of Test Sample”, Association of Official Analytical Chemists (AOAC), 18 th Ed. (2005).

Aydın, B. D., Sezer, Ç. ve Oral, N. B., “Kars’ta Satışa Sunulan Süzme Balların Kalite Niteliklerinin Araştırılması”, *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 14 (1), 89-94, (2008).

Belitz, H. D., and Grosch, W., “*Food Chemistry*”, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2nd Edition, 821-828, (1999).

Bengü, A. Ş. ve Kutlu, M. A., “Bingöl’de Üretilen Ballarda Bazı Kalite Kriterlerinin Belirlenmesi”, *Türk Doğa ve Fen Dergisi*, 7(1), 7-10, (2018).

Bilgen Çınar, S.,” Türk Çam Balının Analitik Özellikleri”, Doktora Tezi, *Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı*, Ankara, (2010).

Bodenheimer, F. S., “*Türkiye’de Bal Arısı ve Arıcılık Hakkında Etütler*”, Ankara Merkez Ziraat Mücadele Enstitüsü, İstanbul, Numune Matbaası, 71-74, (1942).

Bogdanov, S., Ruoff, K. ve Oddo, L. P., “Physico-Chemical Methods For The Characterisation Of Unifloral Honeys”, *Apidologie*, 35, 4-17, (2004).

Bozkurt, H., Göğüş, F. ve Eren, S., “Pekmezde Maillard Esmerleşme Reaksiyonlarının Kinetik Modellenmesi”, *Tr. Journal of Engineering and Environmental Science*, 22, 455-460, (1996).

Conti, M. E., “Lazia Region (Central Italy) Honeys: A Survey of Mineral Content and Typical Quality Parameters”, *Food Control*, 11, 459–463, (2000).

Crane, E., “*The Archeology of Beekeeping*”, London, Duckworth, 19-36, (1983).

Crane, E., “*Honey; A Comprehensive Survey*”, Printed and Bound in Great Britain by Morrison and Gibb Ltd., London Edinburg, 608, (1979).

Çakıcı, N. ve Yassihüyük, N., “Balın Antioksidan Aktivitesi ve Antibakteriyel Özelliği”, *Arıcılık Araştırma Dergisi*, 5 (9), 12-13, (2013).

Çakmak, İ., “Apiterapi”, *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 2001 (2), 16-18, (2001).

Cavia, M. M., Fernandez-Muino, M. A., Gömez-Alonso, E., Montes-Perez, M. J., Huidobro, J. F. and Sancho, M. T., “Evolution Of Fructose And Glucose in Honey Over One Year: Influence of Induced Granulation”, *Food Chemistry*, 78, 157–161, (2002).

Çetin, K., Alkın, E. ve Uçurum, H. Ö., “Piyasada Satılan Çiçek Ballarının Kalite Kriterlerinin Belirlenmesi”, *Gıda ve Yem Bilimi-Teknolojisi Dergisi*, 11, 49-56, (2011).

Doğaroğlu, M., “*Modern Arıcılık Teknikleri*”, İstanbul, Anadolu Matbaa ve Ambalaj San. Tic. Ltd. Şti., 296, (1999).

Doğaroğlu, M., Sunay, A. E., Samancı, T., *Arı Ürünleri Üreticileri İçin İyi Hijyen Uygulamaları Rehberi*, ISBN 978-605-86798-1-8, 95, (2012).

Doner, “Honey” In: L. Trugo, P. Finglas, B. Caballero (Editors), *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition*, Elsevier, 3125-3130, Amsterdam, (2003).

Devillers, J., Morlot, M., Pham-Delegue, M.H. and Dore, J.C., “Classification Of Monofloral Honeys Based On Their Quality Control Data”, *Food Chemistry*, 86, 305-312, (2004).

Durmuş, R., “Ülkemizde Üretilen Bazı Balların Çeşitli Fizikokimyasal Özellikleri ve Camsılığa Geçiş Sıcaklığının Tespiti”, Yüksek Lisans Tezi, *Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı*, Erzurum, (2013).

Edwards, W.P., “*The Maillard Reactions In: The Science of sugar confectionery*”, Edited by W.P. Edwards, Royal Society of Chemistry Publication, Cambridge, 9–13, (2000).

Erdoğan, Y. ve Dodoloğlu, A., “Bal Arısı (*Apis Mellifera* L.) Kolonilerinin Yaşamında Polenin Önemi”, *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 2005 (2), 79-84, (2005).

Genç, F., ve Dodoloğlu, A., “*Arıcılığın Temel Esasları*”, Erzurum, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No:166, 338, (2002).

Güler, Z., “Doğu Karadeniz Bölgesinde Üretilen Balların Kimyasal ve Duyusal Nitelikleri”, *Gıda*, 30 (6), 379-384, (2005).

Güler, A., Kocaokutgen, H., Garipoğlu, A., V., Önder, H., Ekinci, D., ve Bıyık, S., “Detection Of Adulterated Honey Produced By Honeybee (*Apis Mellifera* L.) Colonies Fed With Different Levels Of Commercial Industrial Sugar (C3 And C4 Plants) Syrups By The Carbon Isotope Ratio Analysis”, *Food Chemistry*, 155, 155–160, (2014).

Gürel, F., “Arıcılık Sektörü ve Etik İlkeler”, *Standard-Ekonomik ve Teknik Dergi*, 51 (601), 74-79, (2012).

Gürel, F., “Balda Taklit ve Tağşış”, *Arıcılık Araştırma Dergisi*, 7 (13), 2-4, (2015).

Gomes, S., Dias, L. G., Moreira, L. L., Rodrigues, P., and Estevinho, L., “Physicochemical, Microbiological And Antimicrobial Properties Of Commercial Honeys From Portugal”, *Food and Chemical Toxicology*, 48, 544-548, (2010).

Habıb H. M., Meqbalı F. T. A., Kamal H., Souka U. D. and Wıssam H. I., “Physicochemical And Biochemical Properties Of Honeys From Arid Regions”, *Food Chemistry*, 153, 35–43, (2014).

Hermosin, I., Chicon, R. M., ve Cabezudo, M. D., “Free Amino Acid Composition and Botonical Origin of Honey”, *Food Chemistry*, 83, 263-268, (2003).

Hışıl, Y., ve Börekçioğlu, N., “Balın Bileşimi ve Balda Yapılan Hileler”, *Gıda*, 11 (2), 79-82, (1986).

Ioyrish, N., *Bees and People*, H.C. Creighton (eds) , Moscow, MIR Publishers, 13p, (1977).

Kaçaroğlu, N., "Turunçgil Balının Aroma Profilinin Belirlenmesi ve Bunun Nektar Kaynakları İle İlişkisi", Yüksek Lisans Tezi, *Akdeniz Üniversitesi*, (2011).

Kaftanoğlu, O., "Arıcılığımızın Dünü, Bugünü ve Arıcılıktaki Gelişmeler", *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 2001 (2), 4-5, (2001).

Kalaycıoğlu, L., Serpek, B., Nizamlioğlu, M., Başpınar, N. ve Tiftik, M. A., *Biyokimya*, Ankara, Nobel Yayın, 3. Basım, 373, (2006).

Kaplan, H. B., "Ege Bölgesi Ballarının Kimyasal Özellikleri", Yüksek Lisans Tezi, *Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı*, Denizli, (2014).

Karlıdağ, S., "Arı Sütü Üretimi, Muhafazası ve Tüketimi", *Arıcılık Araştırma Dergisi*, 7 (13), 9-13, (2015).

Kartal, H., "Bolu Yöresi Ballarının Bazı Fizikokimyasal Özelliklerinin Türk Gıda Kodeksi'ne Uygunluğunun İncelenmesi", Yüksek Lisans Tezi, *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı*, Bolu, (2012).

Kayral, N., ve Kayral, G., *Yeni Teknik Arıcılık*, İstanbul, İnkılap ve Aka, 425, (1984).

Krell, R., "Value-Added Products From Beekeeping", Rome, *FAO Agricultural Services Bulletin*, 124, 409p (1996).

Kutlu, M. A. ve Bengü, A. Ş., "Gaziantep'te Üretilen Balların Kalite Kriterlerinin Belirlenmesi", *Türk Doğa ve Fen Dergisi*, 4 (1) , 48-53, (2015).

Liebelt, R. A. ve Calcagnetti, D., *Laboratuvar Farelerinin Gelişiminde Polen Diyetinin Etkileri*, (Çev: M. Civan), *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 2001 (2), 21-29, (2001).

Marghitaş, L. A., Dezmirean, D., Popescu, O., Maghear, O., Moise, A. and Bobiş, O., "Correlation Between Ash Content And Electrical Conductivity In Honeydew Honey From Romania", *1st World Honeydew Honey Symposium*, p.30, Tzarevo, Bulgaria, (2008).

Molan, P. C., "The Antibacterial Activity of Honey 2. Variation in The Potency of The Antibacterial Activity", *Bee World*, 73 (2), 59-76, (1992).

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

Öder, E., “Bal İçerisindeki Maddeler ve Bunların Balın Özelliklerine Etkileri”, *Gıda*, 6 (5), 31-38, (1981).

Ömür, B., “Karadeniz Bölgesinde Üretilen Kestane (*Castanea sativa* Mill.) Ballarının Biyokimyasal Özelliklerinin İncelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, *Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ordu, (2015).

Ötleş, S., *Bal ve Bal Teknolojisi (Kimyası ve Analizleri)*, İzmir, Alaşehir Meslek Yüksek Okulu Yayınları, No:2, 89s, (1995).

Özbek, H., “Arılar ve Doğa”, *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 2002 (3), 22-25, (2002).

Özkök, A., “Muğla Bölgesinde Üretilen Çam Balı ve Propolisin Mikroskopik, Organoleptik ve Kimyasal Analizi”, Doktora Tezi, *Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 42, (2009).

Padovan, G. J., De Jong, D., Rodrigues, L. P., ve Marchini, J. S., “Detection of Adulteration of Commercial Honey Samples by the $^{13}\text{C} / ^{12}\text{C}$ Isotopic Ratio”, *Food Chemistry*, 82, 633–636, (2003).

Rodriguez, G. O., Sulbaran, B., Ferrer, A. and Rodriguez, B., “Characterization of Honey Produced in Venezuela”, *Food Chemistry*, 84, 499-502, (2004).

Rommel, A., Heatherbell, D. A. and Wrolstad, R. E., “Red Raspberry Juice and Wine: Effect of Processing and Storage on Anthocyanin Pigment Composition, Colour and Appearance”, *Journal of Food Science*, 55, 1011-1017, (1990).

Sanz M. L., Dolores Del Castillo M., Corzo N. and Olano A., “2-Furoylmethyl Amino Acids and Hydroxymethylfurfural as Indicators of Honey Quality”, *Journal of Agriculture Food Chemistry*, 51, 4278-4283, (2003).

Saxena, S., Gautam, S., and Sharma, A., “Physical, Biochemical and Antioxidant Properties of Some Indian Honey”, *Food Chemistry*, 118 (2), 391-397, (2010).

Schimidt, J. O., “Bee Product: Chemical Composition and Application”, *International Conference on Bee Product Properties, Applications and Apitheraphy*, Israel,15-26, (1996).

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

Sivakesava, S., ve Irudayaraj, J., “A Rapid Spectroscopic Technique for Determining Honey Adulteration with Corn Syrup”, *Journal of Food Science*, 66 (6), 787-792, (2001).

Sorkun, K., *Türkiye'nin Nektarlı Bitkileri, Polenleri ve Balları*, Ankara, Palme Yayıncılık, 341s, (2008).

Sunay, E. A., Altıparmak, O., Doğaroğlu, M., Gokcen J., “Türkiye'de ve Dünyada Bal Üretimi, Ticareti ve Karşılaşılan Sorunlar”, *II. Marmara Arıcılık Kongresi*,28-30 Nisan 2003, Yalova, (2003).

Sunay, A. E., “Balda Orijin Tespiti”, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, (2006).

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

Şahinler, N., Şahinler, S. ve Gül, A., “Hatay Yöresi Ballarının Bileşimi ve Biyokimyasal Analizi”, *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 6(1-2), 93-108, (2001).

Tosi, E., Martinet, R., Ortega, M., Lucero, H. and Re, E., “Honey Diastase Activity Modified by Heating” *Food Chemistry*, 106, 883-887, (2008).

Turhan, İ., Tetik, N., Karhan, M., Gürel, F. ve Tavukçuoğlu, H. R.,”Quality of Honeys Influenced by Thermal Treatment”, *Food Science and Tecnology*, 41, 1396-1399, (2008).

Tutkun, E., *Arıcılık Tekniği*, Kızılay/Ankara, Önder Matbaacılık Ltd. Şti., 320, (2006).

Üren, A., “Üç Boyutlu Renk Ölçme Yöntemleri”, *Gıda*, 24 (3), 193-200, (1999).

White, J.W., “Honey”, *Advances in Food Research*, 24, 287–371, (1978).

White, J. W. and Doner, W., “*Honey Composition and Properties*”, Beekeeping in the United States Agriculture Handbook Number 335, 82-91, (1980).

White, J. W. and Jr. & Winters, K., “Honey Protein As İnternational Standard For Stable Isotope Ratio Detection of Adulteration of Honey”, *Journal of the Association of Official Analytical Chemists*, 72, 907–911, (1989).

Yakar, N., ve Bilge, E., “*Genel Botanik*”, İstanbul, İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Yayınları, No:200, 488s, (1987).

Yücel B., “Çam Balı İle İlgili Genel Özellikler”, *1. Uluslararası Muğla Arıcılık ve Çam Balı Kongresi*, 25-27 Kasım, Muğla, (2008).

EKLER

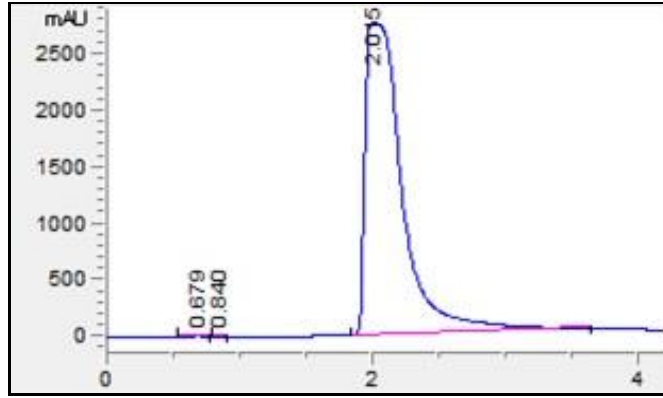
7. EKLER

EK A

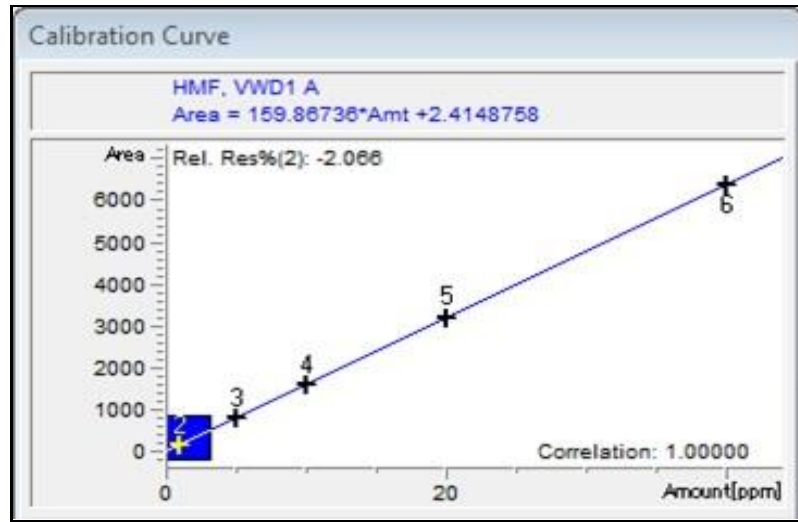
Tablo A.1: Standard kırılma indisi-nem tablosu.

% Nem (g/100 g)	Kırılma İndisi (20°C)	% Nem (g/100 g)	Kırılma İndisi (20°C)	% Nem (g/100 g)	Kırılma İndisi (20°C)	% Nem (g/100 g)	Kırılma İndisi (20°C)
13.0	1.5044	16.2	1.4961	19.4	1.4880	22.6	1.4800
13.2	1.5038	16.4	1.4956	19.6	1.4875	22.8	1.4795
13.4	1.5033	16.6	1.4951	19.8	1.4870	23.0	1.4790
13.6	1.5028	16.8	1.4946	20.0	1.4865	23.2	1.4785
13.8	1.5023	17.0	1.4940	20.2	1.4860	23.4	1.4780
14.0	1.5018	17.2	1.4935	20.4	1.4855	23.6	1.4775
14.2	1.5012	17.4	1.4930	20.6	1.4850	23.8	1.4770
14.4	1.5007	17.6	1.4925	20.8	1.4845	24.0	1.4765
14.6	1.5002	17.8	1.4920	21.0	1.4840	24.2	1.4760
14.8	1.4997	18.0	1.4915	21.2	1.4835	24.4	1.4755
15.0	1.4992	18.2	1.4910	21.4	1.4830	24.6	1.4750
15.2	1.4987	18.4	1.4905	21.6	1.4825	24.8	1.4745
15.4	1.4982	18.6	1.4900	21.8	1.4820	25.0	1.4740
15.6	1.4976	18.8	1.4895	22.0	1.4815		
15.8	1.4971	19.0	1.4890	22.2	1.4810		
16.0	1.4966	19.2	1.4885	22.4	1.4805		

EK B

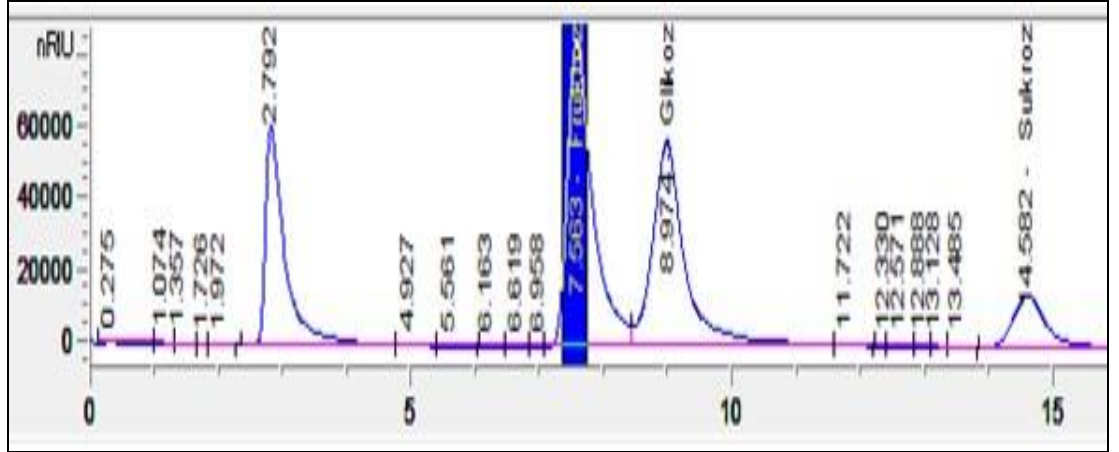


Şekil B.1: HMF standard kromatogramı.

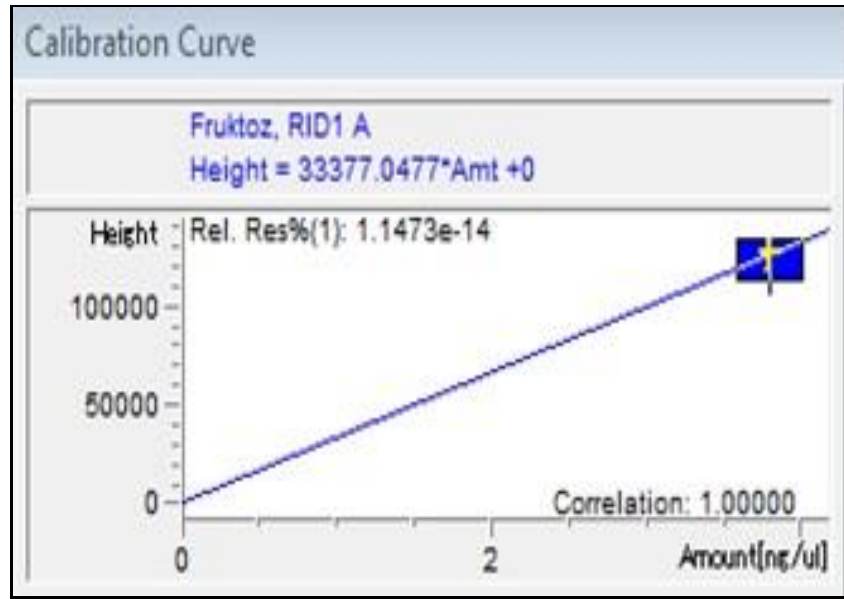


Şekil B.2: HMF kalibrasyon eğrisi.

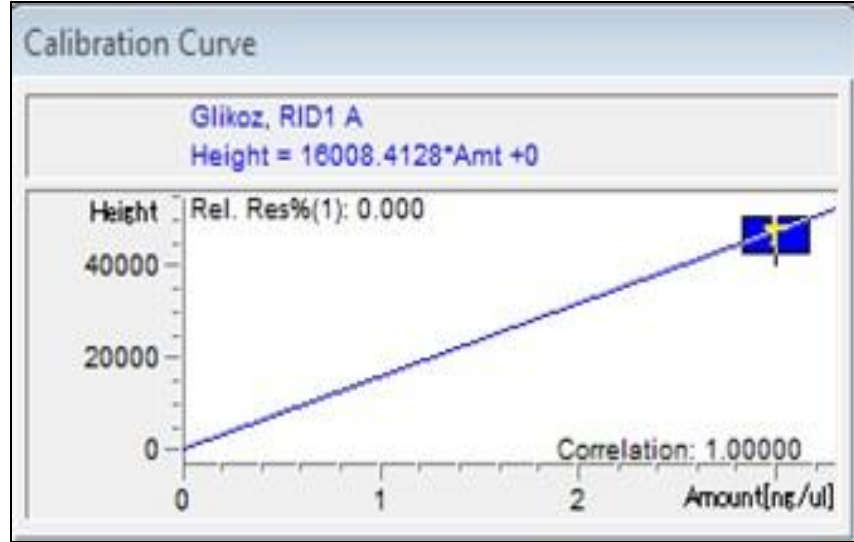
EK C



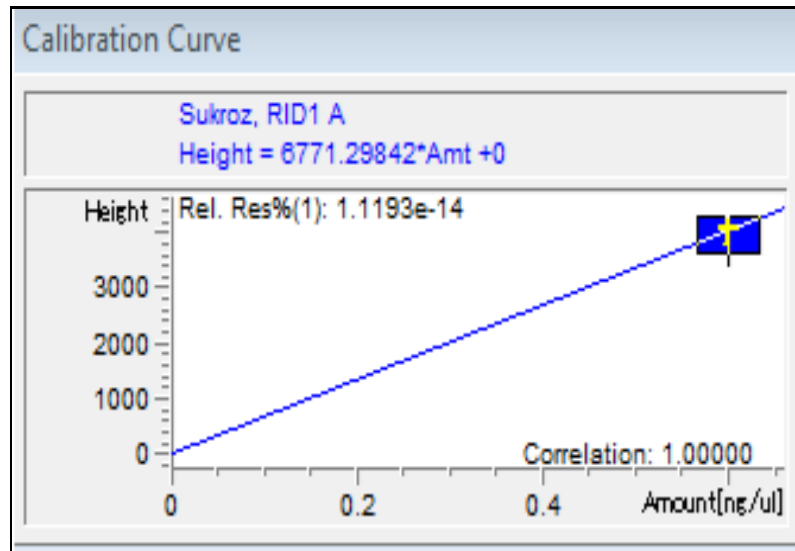
Şekil C.1: Fruktoz, glikoz ve sakkaroz standard kromatogramları.



Şekil C.2: Fruktoz kalibrasyon eğrisi.



Şekil C.3: Glikoz kalibrasyon eğrisi.



Şekil C.4: Sakkaroz kalibrasyon eğrisi.

8. ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Tülay BELLİ

Doğum Yeri ve Tarihi : AYDIN, 1981

Lisans Üniversite : Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, ERZURUM

İletişim Adresi : Muğla Tarım ve Orman İl Müdürlüğü, Menteşe/MUĞLA

Yayın Listesi :

- Tanrıverdi, T., “Mikotoksinler”, *Muğla’da Tarım Gıda* , 3, 9, 46-50, (2013).