

**T.C.  
TUNCELİ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**DOĞU KARADENİZ VE DOĞU ANADOLU BÖLGESİNDE ÜRETİLEN BAZI  
BALLARIN FİZİKOKİMYASAL VE BİYOKİMYASAL ÖZELLİKLERİNİN  
ARAŞTIRILMASI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Engin KÜÇÜK**

**Anabilim Dalı: Gıda Mühendisliği A.D**

**DANIŞMAN  
Prof. Dr. Ali BATU**

**Temmuz-2012**

**T.C.  
TUNCELİ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**DOĞU KARADENİZ VE DOĞU ANADOLU BÖLGESİNDE ÜRETİLEN BAZI  
BALLARIN FİZİKOKİMYASAL VE BİYOKİMYASAL ÖZELLİKLERİNİN  
ARAŞTIRILMASI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Engin KÜÇÜK  
( 09110103)**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih: 06.02.2012  
Tezin Savunulduğu Tarih: 17.02.2012**

**Tez Danışmanı: Prof. Dr. Ali BATU (T.Ü)**  
**Diğer Jüri Üyeleri: Doç. Dr. Murat ÇİMEN (T.Ü)**  
**Yrd. Doç. Dr. Olcay KAPLAN İNCE (T.Ü)**

**TEMMUZ-2012**

Engin KÜÇÜK tarafından hazırlanan DOĞU KARADENİZ VE DOĞU ANADOLU BÖLGESİNDE ÜRETİLEN BAZI BALLARIN FİZİKOKİMYASAL VE BİYOKİMYASAL ÖZELLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI adlı bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. Ali BATU  
Tez Yöneticisi

Bu çalışma, jürimiz tarafından oy birliği/oy çokluğu ile Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir. Bu tez, Tunceli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygundur.

Başkan : Prof. Dr. Ali BATU (T.Ü)

Üye : Doç. Dr. Murat ÇİMEN (T.Ü)

Üye : Yrd. Doç. Dr. Olcay KAPLAN İNCE (T.Ü)

Tarih : 17.02.2012

## ÖNSÖZ

Tezin planlanması ve yürütülmesinde yardımını esirgemeyen danışman hocam Sayın Prof. Dr. Ali BATU'ya en içten teşekkürlerimi sunarım. Yine çalışmalarım süresince bilgi ve tecrübeleriyle destek olan Sayın Doç. Dr. Murat ÇİMEN'e, Sayın Yrd. Doç. Dr. Semra TÜRKOĞLU'na ve Sayın Yrd. Doç. Dr. Gökçe KAYA'ya, Arş. Gör. Emrah KARAKAVUK'a, Ali ARSLAN'a, araştırmanın analiz aşamasında desteklerini esirgemeyen Tabur Gıda (KONYA)'ya ve özellikle Sayın Zeynep YILMAZ'a, ayrıca maddi ve manevi desteği ile hep yanımda olan ve desteğini hiçbir zaman esirgemeyen çok kıymetli hayat arkadaşım Sayın Penbe KÜÇÜK'e teşekkürü bir borç bilirim.

**Engin KÜÇÜK**  
**TUNCELİ-2012**

## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
<b>ÖNSÖZ</b> .....	<b>III</b>
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	<b>IV</b>
<b>ÖZET</b> .....	<b>VI</b>
<b>SUMMARY</b> .....	<b>VII</b>
<b>TABLolar LİSTESİ</b> .....	<b>VIII</b>
<b>SEMBOLLER ve KISALTMALAR LİSTESİ</b> .....	<b>VIII</b>
<b>1. GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
1.1. Balın Tanımı.....	2
1.2. Balın Sınıflandırılması .....	2
1.3. Balın Fizikokimyasal ve Biyokimyasal Özellikleri .....	3
1.3.1. Balın Rengi.....	3
1.3.2. Balın Viskozitesi .....	3
1.3.3. Balın Higroskopik Özelliği .....	4
1.3.4. Balda Tat ve Koku .....	4
1.3.5. Balın Kristalizasyonu .....	4
1.3.6. Suda çözünür kuru madde (Briks).....	5
1.3.7. Balda Şeker Oranı .....	5
1.3.8. Balda Nem Oranı.....	6
1.3.9. Balda pH.....	7
1.3.10. Balda Asitlik.....	7
1.3.11. Balın Elektriksel İletkenliği.....	8
1.3.12. Kül .....	8
1.3.13. Balda Mineral Madde .....	8
1.3.14. Balda HMF (Hidroksimetilfurfural) İçeriği.....	10
1.3.15. Balda Enzimler .....	10
1.3.16. Balda Diyastaz.....	10
1.3.17. Balda Antioksidan İçeriği.....	11
1.3.18. Balda Toplam Fenolik Madde İçeriği.....	12
1.4. Bal Hasadı, Muhafazası ve Depolanması.....	12
1.5. Balın İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri .....	13
1.6. Amaç .....	14
<b>2. MATERYAL VE METOT</b> .....	<b>16</b>

2.1.	Materyal .....	16
2.2.	Metot .....	17
2.2.1.	Nem (Rutubet) Tayini .....	17
2.2.2.	Suda Çözünür Kuru Madde (Briks) Tayini .....	17
2.2.3.	Asitlik Tayini .....	17
2.2.4.	Balın pH Tayini .....	18
2.2.5.	Kül Tayini .....	18
2.2.6.	Balda Elektriksel İletkenlik .....	18
2.2.7.	Balda HMF Tayini .....	18
2.2.8.	Diyastaz Sayısı Tayini .....	19
2.2.9.	Renk Tayini .....	22
2.2.10.	Balda HPLC İle Şeker Tayini .....	22
2.2.11.	Toplam Antioksidan Madde Tayini .....	23
2.2.12.	Toplam Fenolik Madde Tayini .....	24
2.2.13.	İstatistik Analizler .....	24
<b>3.</b>	<b>BULGULAR</b> .....	<b>25</b>
3.1.	Suda Çözünür Kuru Madde (Briks) .....	25
3.2.	Nem Miktarı .....	26
3.3.	HMF (Hidroksimetilfurfural) Değerleri .....	26
3.4.	pH .....	27
3.5.	Asitlik .....	28
3.6.	Diyastaz .....	29
3.7.	Elektriksel iletkenlik .....	29
3.8.	Kül Değerleri .....	29
3.9.	Renk Değerleri .....	29
3.10.	Balda Şeker .....	31
3.10.1.	Balda Früktoz ve Glikoz Değerleri .....	31
3.10.2.	İnvert Şeker Yüzdesi ve F/G Oranı .....	31
3.11.	Balda Toplam Fenolik Aktivitesi .....	33
3.12.	Balda Toplam Antioksidan Aktivitesi .....	33
<b>4.</b>	<b>SONUÇLAR VE TARTIŞMA</b> .....	<b>35</b>
<b>5.</b>	<b>ÖNERİLER</b> .....	<b>42</b>
	<b>KAYNAKLAR</b> .....	<b>44</b>
	<b>ÖZGEÇMİŞ</b> .....	<b>51</b>

## ÖZET

Bitki florası bakımından dünyada az rastlanır çeşitliliğe sahip olan ülkemiz arıcılık mesleğine uygun bir coğrafyaya üzerindedir. Bu çalışmamızda Doğu Anadolu ve Doğu Karadeniz bölgesinde toplanan bazı balların fizikokimyasal ve biyokimyasal özellikleri araştırılmıştır. Daha önce bu bölgelerdeki balların yeterince araştırılmamış olması bu konu üzerinde çalışmamıza neden olmuştur. Araştırmamız sonucunda bulunan değerler Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği ve Avrupa Birliği standartlarına göre istatistikî analizler ile karşılaştırılıp değerlendirilmiştir.

Araştırma sonucunda bal örneklerinin ortalama değerleri şu şekilde tespit edilmiştir. Briks %82.99, nem %15.34, HMF 5.50 (mg/kg), pH 4.10, asitlik 32.49 (meq/kg), diyastaz 13.88, iletkenlik 0.265 (mS cm), kül %0.072, renk değerleri ise L değeri 26.44, a değeri – 0.01 ve b değeri 11.14, toplam fenolik 33.38 (mg PAE/100 g), toplam antioksidan 23.17 (mg AAE /100g). Son olarak HPLC ile şeker değerleri ise früktoz %38.89, glikoz %32.11, sakaroz %3.75, invert şeker %71.01, F/G 1.21 olarak hesaplanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Bal, HMF, Şeker, Renk, Antioksidan

## SUMMARY

### RESEARCH OF PHYSICOCHEMICAL AND BIOCHEMICAL SPESIFICATOINS OF SOME HONEYS HAS PRODUCING IN THE EASTERN BLACK SEA AND EASTERN ANATOLIAN REGIONS

Our country which has rare species in the world in terms of flora diversity is located on a suitable geography for beekeeping. In this study, physicochemical and biochemical features of the honey gathered from the East Anatolian and East Black Sea regions were analysed. Insufficient study of honey at this regions has caused us to study on this topic. As a result of our study, values acquired were evaluated according to Turkish Food Codex Honey Notice and European Union standarts and compared with statistical analysis.

As a result of study, average values acquired for honey are as follows: 82,99% on average, 15,34% moisture, 15,34% moisture, acidity 32.49 meq / kg, Ph 4,10, color values L value 26,44 , a value -0,01 and b value 11,14 ,13.88 diastase, HMF 5.50 mg / kg , conductivity 0.265 mS cm, Fructose 38.89%,32.11% glucose, 3.75% sucrose, invert sugar, 71.01%, f/ g 1.21 were calculated.

**Key Words:** Honey, HMF, Sugar, Color, Antioxidant



## TABLolar LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
<b>Tablo 1.1.</b> Türk Gıda Kodeksi ve AB Bal Tebliğine Göre Çiçek ve Salgı Ballarının Standart Değerleri.....	3
<b>Tablo 1.2.</b> Açık Ve Koyu Renkli Ballarda Bazı Minerallerin Ortalama Oranları.....	9
<b>Tablo 2.1.</b> Bal Örneklerinin Temin Edildiği Bölgeler Ve Numune Sayıları.....	16
<b>Tablo 2.2.</b> Diyastaz Sayısı Tayininde, İnkübasyon İçin Alınacak Bal Çözeltisi Ve Reaktif Hacimleri. ....	21
<b>Tablo 3.1.</b> Bölgelere Göre Ballarda Briks ve Nem Değerleri Ve Kruskal Wallis Analiz Sonuçları.....	25
<b>Tablo 3.2.</b> Bölgelere Göre HMF, pH Ve Asitlik Değerleri Ve Kruskal Wallis Analiz Sonuçları.....	27
<b>Tablo 3.3.</b> Bölgelere Göre Diyastaz, İletkenlik, Kül Değerleri Ve Kruskal Wallis Analiz Sonuçları.....	28
<b>Tablo 3.4.</b> Bölgelere Göre L, a, b Renk Değerleri ve Kruskal Wallis Analiz Sonuçları.....	30
<b>Tablo 3.5.</b> Bölgelere Göre Ballarda Şeker Değerleri ve Kruskal Wallis Analiz Sonuçları.....	32
<b>Tablo 3.6.</b> Bölgelere Göre Ballarda Toplam antioksidan ve Toplam fenolik madde Değerleri ve Kruskal Wallis Analiz Sonuçları.....	34

## SEMBOLLER ve KISALTMALAR LİSTESİ

### Semboller

<b>%</b>	: Yüzde
<b>°C</b>	: Santigrat derece
<b>cm</b>	: Santimetre
<b>g</b>	: Gram
<b>L</b>	: Litre
<b>m</b>	: Mikrometre
<b>M</b>	: Molarite
<b>meq/kg</b>	: Milieküvelent/kilogram
<b>mg</b>	: Miligram
<b>mL</b>	: Mililitre
<b>mm</b>	: Milimetre
<b>mS/cm</b>	: Milisiemens/santimetre
<b>V</b>	: Volüm (Hacim)
<b>µS/cm</b>	: Mikronsiemens/santimetre

### Kısaltmalar

<b>AAE</b>	: Askorbik asit
<b>EU</b>	: Avrupa
<b>GAE</b>	: Gallik asit
<b>HMF</b>	: Hidroksimetilfurfural
<b>HPLC</b>	: Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi

## 1. GİRİŞ

Arıcılık, çok fazla bir maliyet gerektirmeden ve toprağa çok fazla bağlı kalmadan yapılan, kısa sürede gelir getiren ve çeşit-çeşit ürünler sağlayan önemli bir tarımsal uğraşı kaynağıdır.

Ülkemizin bitki çeşitliliğinin zengin oluşu, uygun ve geniş coğrafyanın varlığı ve farklı iklim koşullarının avantajları arıcılık mesleğinin icrasına ciddi manada imkân sağlamaktadır. Sağladığı faydalar sebebiyle arıcılık, işsizliğin büyük bir sorun olduğu ülkemizde, ileriye dönük yatırım ve istihdam kaynağı olarak göz ardı edilmemesi gereken bir alandır (Gürel ve Gösterit, 2004).

Türkiye'nin coğrafik yapısı ve flora zenginliği, gezginci arıcılık yapılmasına elverişlidir (Yılmaz, 2005). Ülkemizde arıcılık, kovan sayısı itibarıyla son yıllarda artış gösterip üst sıralarda yerini almayı başarmıştır. Bunun en önemli nedeni de ülkemizin flora bakımından zengin bir çeşitliliğe ve geniş bir coğrafyaya sahip olmasıdır. Ülkemiz bu özellikleri sebebiyle hem koloni sayısı, hem de bal üretimi açısından dünyada önemli bir konuma sahiptir. Türkiye'de 2006 yılı verilerine göre Doğu Anadolu ve Karadeniz bölgelerinde toplam koloni sayısı sırasıyla 697.671 ve 1.080.619 adet olarak tespit edilmiş ve bölgelere göre toplam bal miktarı sırasıyla 6.709 ve 18.740 ton olarak gerçekleşmiştir (Anonymous, 2005; Anonim, 2006). Ancak kovan sayısındaki artışa rağmen, kovan başına alınan bal miktarında ciddi bir artış söz konusu değildir. Bunun sebebi ise ıslah çalışmalarının yeterince olmaması ve arıcılık konusunda yeterli eğitimin verilmemesi gibi sorunlardan kaynaklanmaktadır (Anonim, 2004).

Balın kalitesi özellikle kimyasal bileşimine ayrıcada tat ve lezzetine bakılarak değerlendirilmektedir (Cherchi vd., 1994). Balın bitkisel kaynağı ve kimyasal bileşimi çoğu zaman balın fiyatı konusunda önemli rol oynar (Tomas-Barberan vd., 1994).

Balın temelini karbonhidratlar oluşturmaktadır. Karbonhidratlarında % 85-95'ni glikoz ve früktoz geri kalanını ise disakarit ve polisakaritler oluşturur. Balın yapısında karbonhidratların dışında organik asitler, amino asitler, mineral maddeler, vitaminler ve enzimler mevcuttur (Crane, 1975; Silici, 2004; Şahinler ve Gül, 2004). Bu saydığımız parametreler balın kalitesine etki eden en önemli bileşenlerdir.

Son yıllarda insan sağlığının daha fazla ön plana çıkması ve balın ihracata konu olması ile birlikte kalite belirleme testlerinin yapılması zorunlu kılınmıştır. Bu bağlamda

çeşitli komisyonlar kurulmuş ve konuyla ilgili çalışmalar titizlikle yürütülmektedir. Bunların başında Codex (FAO/WHO Gıda Kodeksi) ve EU (Avrupa Birliği) gibi komisyonlar gelmektedir. Ülkemizde ise bu konudaki çalışmaları TSE (Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği) yürütmektedir.

Bu araştırmada, bitki çeşitliliği bakımından muazzam derecede geniş olan Doğu Anadolu ve Doğu Karadeniz Bölgelerinde üretilen balların bileşiminin tespiti amaçlanmıştır. Özellikle bu bölgelerin balları üzerine çok fazla çalışma yapılmamış olması bizleri bu konuda araştırma yapmaya sevk etmiştir. Bu bağlamda Doğu Anadolu ve Doğu Karadeniz Bölgelerinde üretilen yayla (çiçek) balların fizikokimyasal ve biyokimyasal yapısı tespit edilmiş olup Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliğine ve Avrupa Birliği standartlarına uygunluğunun belirlenmesi amaçlanmıştır.

### **1.1. Balın Tanımı**

Besin maddeleri içerisinde çok önemli bir yere sahip olan bal, bitki çiçeklerinde bulunan nektarların veya bitkilerin canlı kısımlarının salgılarından bal arıları (Apismellifera) tarafından üretilen bir besin kaynağıdır (Anonim, 1990).

Türk gıda kodeksi 2005/49 sayılı Bal Tebliğinde "Bitki nektarlarının, bitkilerin canlı kısımlarının salgılarının veya bitkilerin canlı kısımları üzerinde yaşayan bitki emici böceklerin salgılarının bal arısı (Apis mellifera) tarafından toplandıktan sonra kendine özgü maddelerle birleştirilerek değişikliğe uğrattığı, su içeriğini düşürdüğü ve petekte depolayarak olgunlaştırdığı doğal ürün olarak tanımlanmıştır (Anonim, 2005).

### **1.2. Balın Sınıflandırılması**

Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği ve AB'nin 2001/110 sayılı bal ile ilgili direktifinde bal, kaynağına ve üretim ve/veya pazara sunulmuş şekline göre sınıflandırılmaktadır (Anonim, 2005).

**Kaynağına göre ballar:** Çiçek balı ve salgı balı olmak üzere iki çeşittir. Çiçek balı bitkinin nektarından oluşurken salgı balı ise arıların, zararsız bitkilerin veya bazı böceklerin salgılarından elde edilen ballardır. Salgı balları kaynağına göre adlandırılır. Örneğin; Çam balı, Yaprak balı (Clemson, 1985; Doner, 1977).

**Üretim veya pazara sunum şekline göre ballar:** Petekli bal, süzme bal, petekli süzme bal, sızma bal, pres bal, filtre edilmiş bal ve fırıncılık balı olarak sınıflandırılmaktadır (Anonim, 2005). Ayrıca ABD’de ballar içerdiği nem oranına göre, yani ülkemizde olmayan bir sınıflandırmaya tabi tutulmuştur. Bu ballar nem oranına göre A,B,C ve D şeklinde değerlendirilmekte olup, A ve B sınıfı ballar en fazla %18.6 nem içerebilir. C sınıfı ballarda ise nem % 20’yi geçemez. D sınıfı ise nemi % 20’yi geçen ve standart dışı kabul edilen ballardır (White, 1974).

**Tablo 1.1.** Türk Gıda Kodeksi ve AB Bal Tebliğine Göre Çiçek ve Salgı Ballarının Standart Değerleri (Anonim, 2005).

Kalite Kriterleri	Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği		Avrupa Birliği Bal Tebliği	
	Çiçek Balı	Salgı Balı	Çiçek Balı	Salgı Balı
Nem İçeriği (%)	≤ 20	≤ 20	≤ 20	≤ 20
HMF (mg kg <sup>-1</sup> )	≤ 40	≤ 40	≤ 40	≤ 40
Diyastaz Sayısı	≥ 8	≥ 8	≥ 8	≥ 8
Sakaroz (%)	≤ 5	≤ 10	≤ 5	≤ 10
Kül (%)	≤ 0.6	≤ 1.2	≤ 0.6	≤ 1.2
Asitlik (meq kg <sup>-1</sup> )	≤ 50	≤ 50	≤ 50	≤ 50
İnvert Şeker %	≥ 65	≥ 45	≥ 65	≥ 45
Elektriksel İletkenlik	≤ 0.8	≥ 0.8	≤ 0.8	≥ 0.8

### 1.3. Balın Fizikokimyasal ve Biyokimyasal Özellikleri

#### 1.3.1. Balın Rengi

Balda renk, su gibi renksiz halden koyu kahveye kadar değişkenlik gösterir. Renk çeşitliliği bitkinin kaynağına, bitki florasına, mineral içeriğine ve depolama şartlarına bağlı olarak değişkenlik gösterir (White ve Doner, 1980). Örneğin; ayçiçeği balı parlak sarı, kestane balı kırmızımsı tonlar, okaliptus balı ise gri tonlardadır (Krell, 1996).

#### 1.3.2. Balın Viskozitesi

Viskozite balın özellikle pazara sunum safhasında geçerli olan önemli bir kriterdir. Viskozite; balın kompozisyona, nem oranına ve balın sıcaklığına bağlı olarak değişkenlik

gösterebilir (Bhandari vd., 1999). Nem oranı yüksek olan balların viskoziteleri düşük olurken, koyu renkli ballar ise genellikle yüksek viskoziteye sahiptir (Doğaroğlu, 1990).

### **1.3.3. Balın Higroskopik Özelliği**

Higroskopik, balın nem tutma veya nem kapma özelliğine denir. Bu özellik çevre şartlarına göre değişkenlik gösterebilir. Bu sebepten dolayı depolama ve tüketimi sırasında bazı sıkıntılar doğabilir (İnci, 2001).

Früktoz balın nem tutma özelliğini tetikleyen bir şekerdir. Çoğu balda da früktoz oranı glikozdan fazla olduğu için higroskopik özelliği de buna paralel olarak artış gösterir (D'Arcy, 2007).

### **1.3.4. Balda Tat ve Koku**

Balda tat, yapısındaki şeker miktarına, şekerin türüne ve birbirlerine oranlarına bağlı olarak değişkenlik gösterir. Kokusu da alındığı kaynağa göre değişir. Bala uygulanan işlemler tadını ve kokusunu değiştirebilmektedir. Bu nedenle ısıtma, işleme, depolama gibi uygulamalarda balın kendine has tadı ve kokusunu bozacak yanlış işlemlerden kaçınmak gerekir (Doğaroğlu, 1990).

### **1.3.5. Balın Kristalizasyonu**

Günümüzde hala birçok tüketici kristalize olan balın şekerli veya kalitesiz olduğunu düşünmektedir. Oysaki bal % 70'den fazla şeker içerdıği ve şekerle doygun olduğu için zamanla kristalize olma olasılığı yüksektir (D'Arcy, 2007). Buda kristalize olan balın kalitesiz veya standart dışı olduğu manasına gelmez (Doğaroğlu, 1990).

Balın şekerlenme eğilimi daha çok früktoz/glikoz veya glikoz/su oranlarıyla alakalı bir durumdur. Balda früktoz/glikoz oranı arttıkça balın şekerlenme eğilimi azalır. Ayrıca su içeriği daha düşük olan ballar daha geç kristalize olurlar (Doğaroğlu, 1990).

### 1.3.6. Suda çözüner kuru madde (Briks)

Bal, genellikle şekerlerin doymuş veya aşırı doymuş çözeltisidir. Bu sebepten dolayı normal depolama esnasında mikrobiyel bozulma oluşmamaktadır. Şeker oranının yüksek oluşu, mikroorganizmalar için su ihtiyacının karşılanamaması anlamına gelir. Buda mikroorganizmaların yaşayıp üremesini engeller.

Olgunlaşmış ballarda hiç bir şekilde bakteri ve maya gelişmeyeceği bildirilmiştir (Molan, 1992). Suda çözüner kuru madde normal değerleri % 78.8-84 arasında, ortalama ise %81.9 düzeyinde olduğu belirtilmiştir (Conti, 2000). Ayrıca balın yüksek viskozite, higroskopik özelliği, kristalleşme, yoğunluk ve tatlık gibi fiziksel ve kimyasal özellikleri, yüksek konsantrasyonlu şekerlerin çözeltisi olmasından kaynaklanmaktadır (Cavia vd., 2002).

### 1.3.7. Balda Şeker Oranı

Balın kuru maddesinin yaklaşık % 95'i karbonhidratlardan oluşmaktadır. Bunun çoğunluğu ise toplam şekerlerin % 85-95'ini oluşturan basit şekerler olan früktoz ile glikozdur. Geriye kalanı ise sakaroz, laktoz, maltoz, oligo ve polisakkaritlerden meydana gelmektedir (White ve Doner, 1980; Artık, 2004; Kargıoğlu, 2008). Hemen hemen bütün bal çeşitlerinde früktozun oranı glikozdan fazladır ancak pek az olmakla birlikte bazı ballarda (Brassicanapus balı) glikoz oranı daha yüksektir (Cavia vd., 2002; Devillers vd., 2004). Balın şeker içeriği, balın çeşidi üretim bölgesi ve bitki florasına bağlı olarak değişkenlik gösterir (Krell, 1996). Örneğin İtalyan bölgesinde üretilen bazı ballarda ortalama % 40.6 früktoz, %35.5 glikoz ve %1.09 sakaroz bulunmaktadır (Esti vd., 1997). Türk balları üzerinde yapılan araştırmalarda ise şeker bileşiminde %34.29 früktoz ve %27.04 glikoz; salgı ballarında ise, %37.49 früktoz ve %31.55 glikoz içerdiği belirlenmiştir (Sorkun vd., 2002). Yine benzer bal örnekleri ile yürütülen başka bir çalışmada invert şeker oranı ortalama %73.07 olarak bulunmuştur (Silici, 2004). Ordu yöresindeki ballara dair yapılan bir başka çalışmada ise invert şeker oranı %56.25 ile %87.94 arasında olup ortalama ise % 69.86 olarak saptanmıştır (Günbey vd., 2010).

Sakarozun, baldaki oranı ise, balın olgunlaşma derecesine ve nektarın bileşimine göre değişkenlik gösterirken erken hasat edilen yani olgunlaşmamış ballar, yüksek oranda

sakaroz içermektedir (Günbey vd., 2010). Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliğine göre balda sakaroz oranı % 5 oranından daha düşük olmalıdır (Tablo 1.1).

Balların uzun süre depolanması ise, invert şeker oranının yüksek olmasına neden olur. Nektarda yüksek miktarda bulunan sakaroz ise, invertaz enzimi ile früktoz ve glikoza ayrılmaktadır (White vd., 1962). Balda sakaroz miktarının incelendiği çalışmalarda, ortalama değerler sırasıyla %4.18, %2.37, %3.91 olarak saptanmıştır (Yılmaz ve Küfrevioğlu, 2000; Şahinler vd., 2001; Sorkun vd., 2002).

Glikozun doyma noktası üzerine çıkması olayına ise balın şekerlenmesi yani balın kristalizasyonu denir. Balın şekerlenmesi bozulduğu veya içine şeker konulduğu manasına gelmez, aksine bitkinin orijinine göre değişiklik gösteren doğal bir olaydır. Balın şekerlenme eğilimi daha çok früktoz/glikoz veya glikoz/su oranlarıyla alakalı bir durumdur (Doğaroğlu, 2004).

### **1.3.8. Balda Nem Oranı**

Balda nem parametresi önemli bir kalite belirleme ölçөгüdür. Balın nem oranı iklim koşullarına, nektarın nem miktarına, üretim yılı ve mevsimine bağı olarak değişkenlik gösterir (White, 1978).

Balın nem oranının düşük olması onun olgunlaştığı manasına gelir ve bu şekilde uzun süre bozulmadan muhafaza edilebilir (Erdoğan vd., 2004). Ancak nem oranı yüksek olan ballarda bazı mayalar balın fermantasyona (ekşimesine) uğramasına sebebiyet verir. Olgunlaşmış veya sırlanmış ballarda ise tam tersi bir durum söz konusu olup ekşime olayı daha düşük olasılıkla görülür (Doğaroğlu, 2004). Yapılan araştırmalarda genelde yüksek bölgelerde yani yaylalarda üretilen ballardaki nem oranı ovada üretilene oranla nispeten daha düşüktür, buda yayla balının tercih edilmesinde ve pazar bulmasında pozitif bir etki sağlamaktadır (Erdoğdu, 2008).

Balın nem içeriği %17'den daha düşük olduğu takdirde ise fermantasyona uğrama olasılığı oldukça düşüktür, buda olgunlaşmış balın herhangi bir mikroorganizmanın gelişimine olanak vermeyeceği manasına gelir (Amor, 1978; Molan, 1992). Ayrıca nem oranının yüksek oluşu balda erken kristalleşmeye de sebebiyet vermektedir (İnci, 2001).

Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliğine göre (Tablo 1.1) balda nem oranı % 20 değerini geçmemesi gerekir. Bu bağlamda yöreden yöreye veya mevsimlerden kaynaklanan farklılıklar değişkenliğe sebep olabilir. Örneğin, farklı bölgelerde üretilen bazı balların nem



oranları şöyledir; Türk ayçiçeği balında nem oranı % 18.43, Türk çiçek ve salğı ballarında sırasıyla %17.35 ve %17.20, yine başka bir çalışmada Türk balı %17.05 ve %17.35 olarak belirlenmiştir, Fas ballarında %16.8–20.3, Hindistan ballarında %17– 22.6, Fransız ballarında %16.7–18.8 ve İspanyol balları ise %14.2–18 arasında değişmektedir (Velioğlu ve Köse, 1983; Yılmaz ve Küfrevioğlu, 2000; Sorkun vd., 2002; Terrab vd., 2002; Anupama vd., 2003; Devillers vd., 2004; Terrab vd., 2004).

### **1.3.9. Balda pH**

Bal asitli bir ürün olup PH değeri ortalama 3.9 civarındadır (Anonim, 2003). Asitlik nektarın olgunlaşma evresinde enzimlerin etkisi sonucunda ortaya çıkan glüktonlakton/glükonikasit oluşumundan kaynaklanmaktadır (White, 1975). Balın pH değerinin düşük olması birçok zararlı bakterinin özellikle hayvansal kaynaklı patojenlerin üremesini ve gelişimini engelleyerek steril bir ortam sağlamaktadır (Mundo vd., 2004). Balda pH değeri içerdiği asitlerin miktarı ve mineral madde içeriği ile yakından ilişkilidir, bundan dolayı da mineral tuzlarca zengin olan ballar çoğunlukla yüksek pH değerine sahip olurlar (Lawless vd., 1996). Ballar bitkisel kaynağa ve yöreye göre değişkenlik göstermekte olup; Türk ayçiçeği ballarında 3.74, Türk çiçek ve salğı balında sırasıyla 3.26 ve 4.77, Hint ballarında 4.10–4.76, Fransız ballarında 3.70–5.28, Fas ballarında 3.55-4.72, İspanyol ballarında 3.56–4.79 olarak ortalama bu değerlerde tespit edilmiştir (Velioğlu ve Köse, 1983; Yılmaz ve Küfrevioğlu, 2000; Sorkun vd., 2002; Terrab vd., 2002; Anupama vd., 2003; Devillers vd., 2004; Terrab vd., 2004).

### **1.3.10. Balda Asitlik**

Balda asitlik önemli bir kalite parametresidir. Bal, % 0.17–1.17 organik asit ve % 0.05-0.15 düzeyinde aminoasit içerir. Bal içerisindeki diğer asitler; asetik, butirik, sitrik, kaproik, laktik, glukonik, formik, malik, okzalik, suksiniletannik ve tartarik asitlerdir (Bogdanov, 2002). Baldaki asitlik, mikroorganizmalara karşı etkiyi artırır bununla birlikte arılar da bala formik asit ilave ederek balın olgunlaşmasına yardımcı olurlar (Günbey vd., 2010). Ayrıca balda yüksek asitlik istenmeyen bir durumdur çünkü bu yükseklik balda fermantasyona sebebiyet vermektedir (Terrab vd., 2004).

Balda asitlik, diğ er parametrelerde oldu ğ u gibi bitkinin kaynağı na ve üretim bölgesine ba ğ lı olarak de ğ işkenlik gösterir. Türk Gıda Kodeksi Bal Tebli ğ ine göre (Tablo 1.1) balda toplam asitlik maksimum 40 meq/kg sınırını geçmemesi gerekir. Yapılan araştırmalarda Türk ballarının asitlik de ğ erleri incelenmiş ve 25.9 meq/kg, 21.69 meq/kg olarak tespit edilmiştir (Sorkun vd., 2002; Silici, 2004). Bununla birlikte yine başka çalışmalarda ayçiçek ballarında 14.35 meq/kg (Velio ğ lu ve Köse, 1983), ve Türk iek ve salgı ballarının toplam asitlik sırasıyla 15.00–64.68 meq/kg ve 16.65–50.51 meq/kg arasında tespit edilmiştir (Sorkun vd., 2002).

### **1.3.11. Balın Elektriksel İletkenli ğ i**

Elektrik iletkenli ğ i, balın özellikle mineral ve asit oranına ba ğ lı olarak de ğ işkenlik gösterir (D’Arcy, 2007). Balın mineral ve asit oranı arttıka, elektrik iletkenli ğ i de buna paralel olarak artar. İletkenlik balın bitki florasının tahmini için iyi bir kriterdir ve analizlerde sıklıkla kullanılır (Bogdanov, 2002). Elektriksel iletkenlik, iek ballarında salgı balarına göre nispeten daha düşük de ğ erde olur (Bogdanov, 1999). Elektriksel iletkenlik de ğ eri için Türk Gıda Kodeksi Bal Tebli ğ ine göre (Tablo 1.1) istenen de ğ er, salgı balı için en az 0.8 mS/cm ve iek balı için ise en fazla 0.8 mS/cm olarak belirlenmiştir (Anonim, 2005).

### **1.3.12. Kl**

Baldaki külün varlı ğ ı içerdi ğ i mineral maddelerden kaynaklanır. Kül miktarı ise arının yararlandı ğ ı kaynağı na göre de ğ işkenlik gösterir (Enistegil, 1977). Balın renk tonu ile kül arasında yakın bir ilişki vardır. Renk koyulaştıka kül oranı da genelde artar (Thawley, 1969). Türk Gıda Kodeksi bal tebli ğ ine göre iek ballarında kül oranı % 0.6, salgı ballarında ise % 1,2’den fazla olmamalıdır (Tablo 1.1).

### **1.3.13. Balda Mineral Madde**

Balda mineral madde oranı oldu ka düşüktür, iek ballarında bu oran ortalama % 0.17’dir. am balları ise mineralce daha zengindir (White ve Doner, 1980). Koyu renkli ballar ve özellikle salgı balı mineral ihtivası bakımından zengindir. Mineral madde düzeyi

salgı ballarında ortalama % 0.74'dır ve % 0.21-1.8 arasında değişkenlik gösterir (White vd., 1962). Balda genelde minerallerden en fazla potasyum bulunur ve bu bal külünün yaklaşık ortalama % 33-35'idir. (Crane, 1980). Bununla birlikte Tablo 2.1 belirtildiği üzere balda klor, kükürt, kalsiyum, sodyum, fosfor, magnezyum, slika, mangan gibi mineral maddelerde içerir (White ve Doner, 1980). Ayrıca canlılar için büyük önem taşıyan iz elementlerden bakır, iyot, demir ve çinko gibi elementlerde balda çok az miktarlarda da olsa bulunmaktadır (Köse, 1986).

Balda renk ile kimyasal yapı arasındaki ilişki incelendiğinde koyu renkli ballarda, aminoasit ve şeker miktarı ile özellikle demir, bakır, manganez gibi mineral maddelerden normalin üstünde oranlarda olduğu ve balda mineral madde miktarı arttıkça rengin koyulaştığı görülmüştür (Kargıoğlu, 2008)

Mineral maddeler vücut için son derece önemli maddelerdir. Bunlardan bir kısmı vücudun kemik yapısına katılırken, bazıları sinir iletiminde, bazıları kanın pıhtılaşmasında, bazıları hormon sentezinde, bazıları enzimlerin yardımcı faktörü olarak iş görürken, bazıları da hemoglobininin yapısına dâhil olurlar. Eksiklik veya fazlalıkları insanda sağlık problemlerine yol açabilmektedir (Kaya ve Pirinçi, 2002).

**Tablo 1.2.** Açık ve koyu renkli ballarda bazı minerallerin ortalama oranları (White ve Doner, 1980)

<b>Mineraller</b>	<b>Açık renkli ballar (ppm)</b>	<b>Koyu renkli ballar (ppm)</b>
<b>Potasyum</b>	205	1.676
<b>Kükürt</b>	58	113
<b>Klor</b>	52	100
<b>Kalsiyum</b>	49	51
<b>Sodyum</b>	15	76
<b>Fosfor</b>	35	47
<b>Magnezyum</b>	19	35
<b>Silica</b>	22	36
<b>Demir</b>	2.4	9.4
<b>Mangan</b>	0.30	4.09
<b>Bakır</b>	0.29	0.56

### **1.3.14. Balda HMF (Hidroksimetilfurfural) İçeriği**

HMF, balın kalitesi açısından oldukça önemli bir kriterdir. (Günbey vd., 2010 ). HMF balda karbonhidratların ısıtılması sonucu oluşmaktadır. Balın depolanma süresi ile uygulanan ısı işlem, balın içerdiği şekerler ve aminoasitler arasındaki bağa bağlı olarak HMF bileşimini oluşturmaktadır. (Gökmen, 2007). Bundan dolayı HMF'in standartların üstünde çıkması balın bozulduğunu ve ısıtıldığını gösteren bir durumdur (Krell, 1996). Uygulanan yönetmeliklere göre balda HMF oranı maksimum 40 mg/kg seviyesinde olmalıdır. Fakat tropik bölgelerde üretilen ballarda HMF değeri maksimum 80 mg/kg olabilir (Nozal vd., 2001; D'Arcy, 2007).

### **1.3.15. Balda Enzimler**

Arılar tarafından nektarların işlenmesi sırasında balda enzimler toplanır. Arıların tükürük bezlerinde invertaz, glukonaz, amilaz enzimleri bulunmaktadır. Bu enzimler içinde en aktif olanı invertazdır (Huidobro vd., 1995). İvertaz enziminin, bal oluşumu sırasında meydana gelen kimyasal değişikliklerden sorumlu olduğu bildirilmektedir. İvertazın etkisiyle sakaroz daha basit sindirilebilen glikoz ve fruktoza dönüşür (Muller ve Tobin, 1980). Glukonazda glikojeni glikoza ve maltoza çevirir. Amilaz ise balda nişasta degradasonunu ve viskozite kaybını gerçekleştirmekte olup, amilaz aktivitesi ise diyastaz sayısı ile tespit edilebilmektedir (Babacan ve Rand, 2005).

Bu üç enzimden başka balda katalaz enzimi de bulunur. Çiçeklerden oluşan bu enzimler çiçek tozu ile birlikte balın içinde toplanır. Katalaz enzimi yalnızca doğal olarak üretilen ballarda bulunur (Zander ve Maurizio, 1975; Enistegil, 1977). Enzimler ısıya karşı çok hassaslardır ve çok düşük seviyelerde tespit edilmeler balın çok ısıtıldığını gösterir. Depolanma süresince enzimlerin aktiviteleri düşer bu sebepten dolayı enzim aktivitesinin yüksek oluşu balın tazeliğini gösteren belirleyici bir unsurdur (D'Arcy, 2007).

### **1.3.16. Balda Diyastaz**

Normal şartlar altında 40 °C'de, bir saat dilimi içinde %1 nişastayı son noktaya dönüştürecek enzimin miktarı olarak tanımlanmaktadır (Bogdanov, 2002). Diyastaz enziminin diğer ismi amilaz olarak da bilinir. Bu enzim nişastanın maltoza dönüşmesini

sağlayan bir enzimdir. Balın olgunlaştırılması esnasında bal arıları tarafından salgılanan diyastaz enzimi, ısı ile çok kolay bir şekilde parçalanabilmektedir. Diyastaz, yapılan araştırma ve analizlerde balda çok kolay saptanabilmekte olup balın ısıl işleme tabi tutulup tutulmadığının belirlenmesinde kullanılan bir metottur (Artık, 2004). Isıya maruz kalan ballarda diyastaz sayısı hızla düşmekteyken diyastaz sayısı yüksek ballarda yüksek asit oluşumuna bağlı olarak daha hızlı mayalanma gerçekleşmektedir (Tolon, 1999). Bitkisel kaynağına ve florasına bağlı olarak ballarda farklı düzeylerde bulunmakla birlikte, diyastaz oranının beklenen düzeyinden az veya çok çıkması, ballarda kalite belirleme esnasında ipuçları verebilmektedir. Bununla birlikte diyastaz sayısı bal içerisinde bulunan polenin protein miktarı ve diğer maddelere bağlı olarak da farklılıklar gösterebilmektedir (Artık, 2004).

AB Standartları ve Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliğine göre balın diyastaz aktivitesi, 8 birimden daha az olmamalıdır. Narenciye ballarında ise, 3 birimden daha az olmamalıdır (Anonim, 2005).

### **1.3.17. Balda Antioksidan İçeriği**

Antioksidanlar genel manada, düşük seviyedeki yoğunluklarda organik bileşiklerin serbest radikal mekanizmalı oksidasyonunu önleyen bileşikler olarak adlandırılır. Serbest radikallerin çoğu hücrede değişimlere ve mutasyonlara yol açtığı bilinmekte olup yaşlanma ve doku yıkımına neden olduğu bilinmektedir. Serbest radikal mekanizmalı reaksiyonlar genellikle kanser ve diyabet gibi günümüz hastalıklarına da sebebiyet verebilmektedir (Halliwell, 1992). Doğal kaynaklı antioksidanların birçoğu bitkisel kaynaklı olup vitaminler (A, C, E) ve polifenoller veya flavonoidler halinde bulunmaktadır (Rice-Evans vd., 1997).

Gıdalardaki antioksidanlar genellikle fenollerdir. Ancak diğer bileşiklerinde çok azda olsa rolleri vardır. Balın antioksidan özelliğe sahip birçok bileşiğe sahip olduğu bilinmekte olup bu bileşikler balda doğal olarak bulunmaktadır (Nicholls ve Miraglio, 2003). Bunlar flavanoidler, fenolik asitler, glikoz oksidaz, katalaz gibi enzimler, askorbik asit, organik asitler, aminoasitler ve protein gibi benzeri maddelerdir (Gheldof vd., 2002). Genel olarak bal, antioksidan özelliğine sahip dört gruba ayrılarak incelenir. Bunlar; polifenoller veya fenolik bileşikler, enzimler, askorbik asit ve peptidler olarak sınıflandırılır (Nicholls ve Miraglio, 2003). Bunun dışında balda antioksidan aktivitesi ile

fenolik bileşikler arasında önemli derecede yakın ilişki olduğu bildirilmiştir (Gheldof vd., 2002). Bununla birlikte balda antioksidan aktivitesi, üretim yapılan bölgenin floral zenginliğine ve enzim aktivitesine bağlı olarak değişkenlik gösterebilmektedir (Frankel vd., 1998).

### **1.3.18. Balda Toplam Fenolik Madde İçeriği**

Balın toplam fenolik madde içeriği, yöreden yöreye ve bitkisel orijinine göre azalır veya artış gösterebilmektedir. Örneğin bal fenolikleri akasya balında 5.8 mg/100 g iken çilek balında 96 mg/100 g olarak bulunmuştur. (Amiot vd., 1989).

Doğada kendiliğinden oluşan polifenoller, antioksidan olmaları, acılık ve renk gibi özellikler üzerine etki ettiklerinden dolayı büyük önem taşımaktadırlar (Singleton vd., 1999). Fenolik asitlerin kronik hastalıkları önlediği bilinmektedir. Bunların ayrıca kötü huylu LDL kolesterolün oksidasyonunu önlediği de bildirilmektedir. Fenolik asitlerin serbest radikal sonucu oluşan hastalıklardan, örneğin kanser ve diğer bazı hastalıklardan, damar tıkanıklığı ve yaşlanmaya karşı önleyici etkilerinin olduğu bilinmektedir (Halliwell, 1992; Rice-Evans vd., 1997).

### **1.4. Bal Hasadı, Muhafazası ve Depolanması**

Arıların bitki nektarlarından elde edip petek gözlerine ilk olarak bıraktığı ballar su oranı bakımından oldukça fazladır. Arılar petek gözleri üzerinde hummalı bir çalışma ile gerek kanat çırparak gerekse dışarıdaki havanın içeri alınması suretiyle fazla suyu uçurup balın olgunlaşmasını sağlarlar. Böylelikle su oranı (nem) %17 seviyesine çekilir ve petek gözleri arılar tarafından bal mumu ile sırlanır (Doğaroğlu, 1990).

Bal kapalı kaplarda hava ile ilişkisi olmayacak şekilde, cam, paslanmaz çelik veya yiyecek için uygun olan plastik araçlar içinde saklanmalı ve bu kapların temiz, kokusuz kaplar olmasına dikkat edilmelidir (Krell, 1996).

Ballar oda sıcaklığında (20–25°C) saklanmalı ve muhafaza ortamının nem oranı % 65 seviyesinden daha az olmalıdır. Bu değerlerin üstünde saklanan balların hem nem değeri artar hem de bazı kimyasal değişmelere neden olabilir bu durumda balın kalitesi olumsuz yönde etkilenir (Doğaroğlu, 1990; Krell, 1996).

## 1.5. Balın İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri

Balın özellikleri arasında en dikkat çekici özelliklerinden biri anti bakteriyel aktivitedir. Bu özellikle balın şeker yoğunluğunun yüksek oluşu ve pH değerinin 3.5–4,0 civarında olması ve bununla birlikte hidrojen peroksit (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) içermesi sayesinde içinde mikroplar üreyemez. Bal yüzlerce yıldır bakteriyel enfeksiyonlara ve gastrointestinal hastalıklara karşı tıbbi olarak kullanılmaktadır (Mundo vd., 2004). Günümüzde ise bunun yerini antibiyotikler almıştır. Ancak antibiyotiklerin sürekli bir şekilde kullanımı antibiyotiğe dayanıklı etmenlerin oluşmasına neden olur buda vücudun zamanla bu ilaçların etkisine karşı bağışıklık kazanmasına sebep olur. Ancak anti bakteriyel özellik, yüksek derecede ısıtılan ballarda özelliğini yitirebilir hatta yok denecek kadar azdır. Ayrıca ballar bu konuda birbirinden farklı özellik gösterebilir. Buda arıların yararlandığı kaynağa ve bitki florasına bağlı olarak değişkenlik gösterir. Örneğin, lavanta, kolza ve salgı balları yüksek anti bakteriyel etkiye sahip iken okalıptüs ve portakal balları nispeten düşük anti bakteriyel etki göstermektedir (Silici, 2004).

Balın anti bakteriyel ve antioksidan aktiviteleri, yüksek viskozitesi ve bağışıklık sistemini uyarması gibi olumlu etkilerinin yanında organizmaya ve deriye dıştan uygulanması halinde yara ve yanıkların iyileşmesini hızlandırmaktadır (Lusby vd., 2002). Ayrıca yanıklarda ve enfeksiyonlu yaralarda bal kullanılması yaranın temiz ve steril hale gelmesini sağlamakta, böylece yaraların daha erken bir şekilde kapanmasına yardımcı olmaktadır (Molan vd., 2000). Enfeksiyon kapmış yara ve yanıklarda balın tıbbi etkisi Mısır, Yunanistan ve Hindistan'da geniş bir şekilde tıbbi amaçla kullanıldığı kaynaklarda bildirilmektedir. Klinik araştırmaları balın kronik yaralarda iyileşmeyi başlattığı veya hızlandırdığını göstermektedir. Yine aynı çalışmada monositik hücre kültürü kullanılarak immünokomponent hücrelerin aktivasyonunda balın etkisi araştırılmış ve sonuçlarda monositik hücrelerden sitokinlerin stimülasyonu ile yaraların iyileşmesinde balın etkisi arasında ilişki kurulabileceğini göstermiş ve balın yara, yanık ve deri ülserleri tedavisi üzerinde etkili olduğu bildirilmiştir (Tonks vd., 2003). Yaralara bal uygulanarak tedavi edildiği takdirde ölü hücreler kolayca ayrılabilen ve ayrıca yanıklarda oluşan ve kuru olmayan kabuklara da bal uygulanabilmektedir. Bununla birlikte bir yaraya bandajla bal uygulandığında, bandaj sökülürken kirlerin de bandajla birlikte çıktığı ve dolayısıyla yaranın temizlendiği belirtilmektedir. (Molan vd., 2000). Balda antioksidan olarak rol oynayan bazı bileşenlerin içeriğinde vitamin C, vitamin E, enzimlerden katalaz, peroksidaz

ve fenolik bileşiklerin bulunduğu bilinen bir gerçektir. Balın antioksidan kapasitesi onun floral kaynağına bağlı olarak değişkenlik gösterebilir (Aljadi ve Kamaruddin, 2004). Bal içerdiği bu bileşenler nedeniyle önemli bir antioksidan kaynağı olup birçok durumda koruyucu olarak kullanılmaktadır (Kolankaya, 2001).

Balın yapılan çalışmalarda tümörlere karşıda etkinliği de araştırılmıştır. Laparoskopi aletiyle karından girilerek gerçekleştirilen kolon kanseri ameliyatı sırasında, bu aletin kullanıldığı bölgede meydana gelen ensizyon çevresinde genelde tümörler oluşmaktadır. Bu bölgeye bal uygulanmasının etkisini araştırmak üzere 60 adet fareye tümör hücreleri enjekte edilmiştir. Bunlardan 30 farenin ensizyon bölgelerine bal sürülmüş, diğer 30'una ise uygulanmamıştır. Sonuçta operasyon için açılan ensizyon kanalı çevresine bal sürülmeyen 30 farede tümörler oluştuğu gözlenmiş, ensizyon kanalı çevresine bal sürülen 30 fareden ise sadece 8 farede tümör oluşmuştur. ( Hamzaoğlu vd., 2000).

Kolon kanseri üzerinde çalışan başka bilim adamları ise balın içinde bulunan bir maddenin kanser hücrelerinin yok olmasına neden olabileceğini belirtmişlerdir (Anonim 2004).

Bal sindirim sistemi hastalıklarından peptik ülser ve hazımsızlığa karşı etkili bir şekilde tedavi amacıyla kullanılmış ve kullanılmaktadır (Al Somai vd., 1994; Molan 1997; Salem, 1981; Haffejee ve Moosa, 1985).

Başka bir çalışmada ise gözde, katarakt hastalığına, konjunktivit ve çeşitli kornea rahatsızlıklarına karşı, gözün içine direk uygulanarak kullanıldığı belirtilmiştir (Krell, 1996).

## **1.6. Amaç**

Türkiye'nin coğrafik yapısı ve flora zenginliği, arıcılık yapılmasına elverişli bir ortam sağlamaktadır (Yılmaz, 2005). Son zamanlarda balın insan sağlığı açısından öneminin daha iyi anlaşılması ile bal tüketiminde hızlı bir artış olmuş ve bala olan ilgi artmıştır. Ancak bu talebe ve uygun ortama rağmen kovan başına alınan bal miktarında ciddi bir artış söz konusu değildir. Bunun sebebi ise ıslah çalışmalarının yeterince olmaması ve arıcılık konusunda yeterli eğitimin verilmemesi gibi sorunlardır.

Ülkemizin Doğu Anadolu bölgesi arıcılık yapmaya son derece müsait bir coğrafyaya sahiptir. Gezginci arıcılar, çiçek ve yaylaların bol olduğu bu bölgede, yer yer Ağustos sonuna kadar bal hasadı yapabilmektedir. Ancak yoğun bir şekilde bal üretilen bu



bölgede ballarının bileşiminin tespiti konusunda çok fazla çalışma yapılmamış olması bizleri bu konuda araştırma yapmaya sevk etmiştir. Araştırma sonucunda bölgedeki balların karakteristik özellikleri belirlenmiş olup Türk Gıda Kodeksi ve AB standartlarının belirlemiş olduğu değerler ile karşılaştırılmıştır

Bu sebepten dolayı ülkemizin bitki çeşitliliğinin en fazla olduğu Doğu Anadolu ve Doğu Karadeniz bölgesinde toplanan balların Biyokimyasal ve Fizikokimyasal özelliklerinin araştırılması amaçlanmıştır.

## 2. MATERYAL VE METOT

### 2.1. Materyal

Bu araştırmada kullanılan bal örneklerinden 33 adet bal rneği Doğu Anadolu Bölgesindeki il ve ilçelerden, 9 adet bal rneği ise Doğu Karadeniz Bölgesindeki illerden temin edilmiştir (Tablo 2.1). Bütün bal örnekleri 2011 dönemi hasat mevsiminden hemen sonra illerdeki Arımcılar Birliği Başkanlarından temin edilmiştir. Temin edilen bu bal örnekleri, analizler yapılıncaya kadar uygun ortamda kontrollü olarak depolanmıştır.

**Tablo 2.1.** Bal rneklerinin temin edildiği bölgeler ve numune sayıları

Bölge	İl/İlçe	rnek Sayısı
Doğu Anadolu Bölgesi	Elazığ-Sivrice	3
	Elazığ-Maden	3
	Elazığ-Keban	3
	Malatya	3
	Tunceli-Ovacık	3
	Tunceli-Hozat	3
	Erzincan	3
	Erzurum	3
	Kars	3
	Muş 1	3
	Muş 2	3
<b>Toplam</b>	<b>11 İl</b>	<b>33</b>
Doğu Karadeniz Bölgesi	Artvin	3
	Bayburt	3
	Rize	3
<b>Toplam</b>	<b>3 il</b>	<b>9</b>

## 2.2. Metot

### 2.2.1. Nem (Rutubet) Tayini

Baldaki nem oranı Refraktometre (Atago Refraktometre, Tokyo, Japan) ile tayin edilmiştir. Bunun için numuneden alınan bir kaç damla bal refraktometrenin prizma yüzeyleri arasına konulmuş ve cihaz uygun şekilde kapatılmıştır. Bu esnada numunenin konulduğu bölge 20°C sıcaklıkta tutulmuş ve bu uygun ortamda veriler okunmuştur (Anonim, 2005).

### 2.2.2. Suda Çözünür Kuru Madde (Briks) Tayini

Balın suda çözünür kuru madde (Briks) oranı, su içerisinde şeker kristalleri çözündürüldükten sonra ortam sıcaklığı 20 °C’de tutulmak suretiyle, Refraktometre (Atago Refraktometre, Tokyo, Japan) ile tayin edilmiştir (Anonim, 2002).

### 2.2.3. Asitlik Tayini

Bal örnekleri belirli miktarda saf suda çözüldükten sonra, serbest, laktonik ve toplam asitlik, üç aşamalı titrasyon kullanılarak şu şekilde tayin edilmiştir.

Öncelikle 0,05M sodyum hidroksit çözeltisinin bal çözeltisine ilave edilmesi ile pH 8,50’ye getirilmiş ve harcanan sodyum hidroksit (mL) serbest asitlik olarak tespit edilmiştir. Daha sonra ortama 10 mL 0,05M sodyum hidroksit çözeltisi ilave edilmiş ve hiç geciktirmeden 0,05M HCL çözeltisi kullanılarak pH 8,30’ye düşene kadar geri titrasyon yapılmış ve harcanan HCL miktarı (mL) kaydedilmiştir. Hesaplama ise aşağıdaki eşitlikler kullanılarak yapılmış ve sonuçlar meq/kg bal şeklinde ifade edilmiştir (Anonymous, 1995).

#### **Hesaplama:**

$$\text{Serbest asitlik} = ((\text{mL } 0.05 \text{ NaOH} - \text{mL } \text{şahit}) \times 50) / \text{g bal}$$

$$\text{Laktonik asitlik} = ((10 - \text{mL } 0.05 \text{ HCL}) \times 50) / \text{g bal}$$

$$\text{Toplam asitlik} = \text{serbest asitlik} + \text{laktonik asitlik}$$

#### **2.2.4. Balın pH Tayini**

Balın pH değeri, asitlik ölçümü ile aynı anda yapılmış ve hazırlanan numuneden alınan örnekler dijital pH metre yardımı ile ölçülmüştür (Anonymous, 1995).

#### **2.2.5. Kül Tayini**

Bal örneklerinden alınan 2 gram bal porselen krozelere konularak yakma fırınında 550 °C'de beyaz kül oluşuncaya kadar ısıtılma tabii tutulmuştur. Daha sonra cam krozeler fırından çıkartılarak desikatöre alınmış ve oda sıcaklığına gelinceye kadar soğuması beklenmiştir. Oda sıcaklığına geldikten sonra önceden darası alınmış olan krozeler tartılarak oluşan kül miktarı belirlenmiştir. Bulunan bu kül miktarı aşağıdaki formül yardımıyla tartılan bal miktarına bölünerek % kül değeri olarak kabul edilmiştir (Anonymous, 1995; Bogdanov vd., 1997).

$$\% \text{ Kül} = (\text{Yakma sonucunda oluşan kül} / \text{Tartılan bal miktarı}) \times 100$$

#### **2.2.6. Balda Elektriksel İletkenlik**

Elektrik iletkenliği, bir bakıma balın mineral ve asit içeriğini ifade eder. Balın mineral ve asit oranı arttıkça, elektrik iletkenliği de buna paralel olarak artar. Bal numunelerinde iletkenlik değerini belirlemek için bal örneklerinde belirlenen kül miktarlarından yararlanılmıştır. Bal örneklerinde belirlenen kül miktarı formülde yerine konularak iletkenlik değerleri hesaplanmıştır (Anonymous, 1995; Bogdanov vd., 1997).

$$C = 0.14 + 1.74A$$

C: Elektriksel iletkenlik (mS/cm)

A: Yüzde kül miktarı

#### **2.2.7. Balda HMF Tayini**

Balın kendi yapısında mevcut olan ayrıca karbonhidratların ısıtılması sonucu veya uzun depolama sonucunda oluşan HMF, para-toluidin ve barbitürik asit ile karıştırılarak

renkli bir maddeye dönüştürülmüş, oluşan renkli bu çözeltinin absorbanı spektrofotometrede ölçülerek HMF içeriği hesaplanmıştır.

**Para-toluidin çözeltisinin hazırlanışı:** 10 g para-toluidin ( $C_7H_9N$ ), 50 ml izopropil alkolün ( $H_3CCHOHCH_3$ ) üzerine eklenmiş ve su banyosunda ısıtılarak çözünmesi sağlanmıştır. 100 ml'lik bir balona aktarılan karışımın üzerine 10 ml asetik asit ilave edilerek karıştırılmıştır. Daha sonra hacim, izopropil alkol ile 100 ml'ye tamamlanıp iyice karıştırılmıştır. Hazırlanan bu çözelti 24 saat dinlendirildikten sonra kullanılmıştır.

**Barbitürik asit çözeltisinin hazırlanışı:** 0.5 g barbitürik asit ( $C_4H_4N_2O_3$ ), 100 mL'lik balon jode bir miktar saf su ile çözülmüş ve sonra hacim saf su ile işaret çizgisine kadar tamamlanarak iyice karıştırılmıştır.

**Analizin yapılması:** Ön ısıtma işlemi yapılmadan hazırlanmış deney numunesinden 10 g tartılmış ve bir miktar saf su ile çözülmüştür. Çözülmüş olan numune 50 mL'lik ölçülü bir balona aktarılmış ve işaret çizgisine kadar tekrar saf su ile tamamlanarak karıştırılmıştır. Karışım hemen işleme alınmıştır. Bu amaçla iki adet deney tüpü alınmış ve her birine 2'şer mL hazırlanmış deney çözeltisi ve 5'er mL para-toluidin ( $C_7H_9N$ ), çözeltisi konulmuştur. Deney tüplerinden birine 1 mL su ve diğerine ise 1 mL barbitürik asit çözeltisi katılmış ve her iki tüpte iyice karıştırılmıştır. Su katılan tüpteki çözelti karışımı, spektrofotometrenin sıfırlanması için gereken kalibrasyon çözeltisi olarak kullanılmış ve tüm ölçümler 550 nm dalga boyunda gerçekleştirilmiştir. Kalibrasyon çözeltisi blank (kör) olarak kullanılmış ve renk geliştirme işlemi tamamlanmış olan diğer çözeltinin absorbanı (A) okunmuştur.

### 2.2.8. Diyastaz Sayısı Tayini

Analizde kullanılan çözeltiler;

**1) İyot Çözeltisi hazırlanması:** 1 g iyot ve 1.4 g potasyum iyodür (KI) tartılarak 50 ml'lik cam balona alınmış ve bir miktar saf suda çözülmüştür. Daha sonra işaret çizgisine kadar saf su eklenerek iyice karıştırılmıştır.

**2) Fosfat - Sitrat Tamponu Çözeltilerinin hazırlanışı;**

**a) Sitrik Asit Monohidrat Çözeltisi hazırlanması:** 21 gram sitrik asit monohidrat 1000 mL'lik cam balonda 500-600 mL suda çözülmüş ve su ile işaret çizgisine kadar tamamlanıp karıştırılmıştır.

**b) Disodyum Hidrojen Fosfat Dihidrat Çözeltisinin hazırlanması:** 35.60 gram disodyum hidrojen fosfat dihidrat 1000 mL'lik cam balonda 500-600 mL suda çözülmüş ve işaret çizgisine kadar su ile tamamlanarak iyice karıştırılmıştır.

**c) Hidroklorik Asit Çözeltisi hazırlanması:** Yoğunluğu 1.19 g/mL olan derişik hidroklorik asitten (HCl) alınan 1 hacim asit, 23 hacim saf su ile seyreltilerek yaklaşık 0.5 N çözelti hazırlanmıştır.

**d) Sodyum Hidroksit Çözeltisi hazırlanması (0.5 N):** 20 gram sodyum hidroksit (NaOH), 1000 ml'lik cam balonda çözümlenip saf su ile işaret çizgisine kadar tamamlanarak iyice karıştırılmıştır.

**e) Fosfat-Sitrat Tamponun Hazırlanması:** 469 mL sitrik asit çözeltisi ve 531 mL fosfat çözeltisi, 2 Lt'lik bir behere konulup karıştırılmıştır. Beher magnetik karıştırıcı üzerine konularak magnetik bir karıştırıcı ile orta hızda karıştırılmıştır. Kalibrasyonu yapılmış pH metrenin cam elektrodu çözelti içine daldırılmıştır. İki ayrı bürete hidroklorik asit ve sodyum hidroksit konulmuştur. Beherdeki karışımın pH 3.2'den büyük ise hidroklorik asit çözeltisi ile 5.2'den küçük ise sodyum hidroksit çözeltisi ile titre edilerek pH değeri 3.2 olacak şekilde ayarlanmıştır.

### **3) Sodyum Klorür Çözeltisinin hazırlanışı:**

2.93 g sodyum klorür tartılarak bir balon joje içerisine bırakılmış ve üzerine bir miktar saf su eklenmiştir. Sodyum klorür çözüldükten sonra ise işaret çizgisine kadar saf su ile tamamlanmıştır.

### **4) Nişasta Çözeltisinin hazırlanışı:**

Diyastaz sayısı tayininde uygun nitelikte suda tamamen çözünebilir nişastadan 1 g tartılarak 250 mL'lik erlende 60 mL saf su ile karıştırılmıştır. Karışım kaynama noktasına kadar ısıtılmıştır. Isıtma esnasında nişasta çözeltisi bir magnetik karıştırıcı ile hızla karıştırılmıştır. Çözelti kaynadıktan sonra ısıtma hızı düşürülmüş ve 3 dakika süre ile kaynatmaya devam edilmiştir. Bu sürenin sonunda erlenin ağzı kapatılıp oda sıcaklığında soğutulmuştur. Çözelti soğuduktan sonra 100 mL'lik cam balona alınarak işaret çizgisine kadar saf su eklenmiştir.

### **5) Nişasta Tampon Karışımının hazırlanışı:**

250 mL'lik erlen içerisine 40 ml fosfat/sitrat tampon çözeltisi, 100 mL nişasta çözeltisi ve 20 mL sodyum klorür çözeltisi konularak karıştırılmıştır. Oluşan karışım daha sonra kaba gözenekli süzgeç kâğıdından (siyah bantlı) süzölmüştür. Süzölme işlemi

bittikten sonra çözelti temiz, kuru ve ağzı iyice kapanan bir şişeye konarak saklanmış ve analiz yapılana kadar bekletilmiştir.

**Metot:**

Ön ısıt işleme tabi tutulan 10 g bal, bir beherde bir miktar saf suda çözülmüştür. Daha sonra karışım, 100 mL'lik cam balona aktarılarak işaret çizgisine kadar saf su ile tamamlanmıştır. Bu işlemlerden sonra seri halde dizilmiş ve 1'den 12'ye kadar numaralandırılmış deney tüplerine Tablo 2.2'de belirtilen miktarlarda, bal çözeltisi, saf su ve nişasta tampon karışımı konularak bütün tüplerdeki karışımların hacimlerinin 18 mL olması sağlanmıştır. Tüplerin her biri alt-üst edilerek karıştırılmış ve su banyosuna yerleştirilmiştir. Su banyosunun sıcaklığı 47°C seviyesine ayarlanıp tüpler bu sıcaklıkta 1 saat boyunca bekletilmiştir.

**Tablo 2.2.** Diyastaz sayısı tayininde, inkübasyon için alınacak bal çözeltisi ve reaktif hacimleri (Anonim, 2005).

<b>Tüp No</b>	<b>Bal Çözeltisi (mL)</b>	<b>Diestile Su (mL)</b>	<b>Nişasta Tampon Karışımı</b>	<b>Toplam</b>	<b>Mütekabil Diyastaz Sayısı</b>
1	10	5.33	2.67	18	1
2	10	3.3	4.7	18	2.5
3	10	0.0	8.0	18	5
4	7.7	2.3	8.0	18	6.5
5	6.0	4.0	8.0	18	8.3
6	4.6	5.4	8.0	18	10.9
7	3.6	6.6	8.0	18	13.9
8	2.8	7.2	8.0	18	17.9
9	2.1	7.9	8.0	18	23.0
10	1.7	8.3	8.0	18	29.4
11	1.3	8.7	8.0	18	38.5
12	1.0	9.0	8.0	18	50

Bir saatin sonunda, deney tüpleri su banyosundan çıkartılıp bekletmeden buzlu suya daldırılarak soğutulmuştur. Ardından her tüpe 1'er damla 0.1 N iyot çözeltisi damlatılıp tüpler iyice karıştırılmıştır. Tüpler 1 numaradan başlanarak gözle incelenmiş ve mavilik gözlenen ilk tüp sınır olarak kabul edilmiştir. Mavilik gözlenen tüpten bir önceki tüp bal numunesinin diyastaz sayısı olarak kabul edilmiştir. Çünkü mavilik gözlenen tüpten önceki

tüpte nişastanın tamamı, iyot ile hiç renk vermeyecek şekilde hidroliz olmuştur. (Anonymous, 1995; Bogdanov vd., 1997; Anonim, 2005)

### **2.2.9. Renk Tayini**

Bal numunelerinin rengi, Hunter (L, a, b) renk ölçüm sisteminde Minolta ile ölçülmüştür. Bal numunesi küvete konulmadan önce, 50°C sıcaklıktaki su banyosunda 30 - 45 dakika ısıtılmıştır (Anupama vd., 2003). Bu işlemin amacı şeker kristallerini çözündürmek ve balın viskozitesini düşürmektir. Üç okuma değerinin ortalaması alınıp renk değerleri belirlenmiştir.

### **2.2.10. Balda HPLC İle Şeker Tayini**

Günümüzde özellikle balda şekerlerin tespiti için HPLC cihazı kullanılmaktadır. Bu çalışmada, balın önemli bir kısmını oluşturan früktoz, glikoz ve sakaroz, invert şeker ve früktoz/glikoz oranı tespit edilmiştir.

#### **a) Bal Örneklerinin Ve Şeker Standartlarının Hazırlanması**

Bal örneklerinden 5 gram tartılarak 40 mL saf su ile çözülmüştür. Temiz ve kuru 100 mL'lik bir balon jöjeye 25 mL metanol konulmuş ve üzerine çözünen bal solüsyonu ilave edilmiş ve işaret çizgisine kadar saf su ile tamamlanmıştır.

Balda şeker miktarlarını belirlemek amacıyla, yüksek saflıkta früktoz, glikoz ve sakaroz şeker standartları hassas bir terazide tartılarak 40 mL saf suda çözülmüş ve 3 farklı konsantrasyonda hazırlanarak HPLC cihazına verilmiştir. Temiz 100 mL'lik bir balon jöjeye 25 mL metanol konularak, çözülmüş standart solüsyonu bu balon jöjeye eklenmiş ve işaret çizgisine kadar yine saf su ile tamamlanmıştır. Bu ana standart solüsyon çözeltisinden seyreltme yapılarak üç farklı konsantrasyon elde edilmiş ve bu konsantrasyonlar analiz öncesinde kalibrasyon oluşturmada kullanılmıştır.

#### **b) HPLC Çalışma Koşulu**

Bal örneklerindeki şeker miktarlarını belirlemede PERKIN ELMER Marka FLEXAR Model HPLC cihazı kullanılmıştır. Örneklerdeki şekerleri belirlemede refraktif



indeks detektörü ve amino kolonu kullanılmıştır. HPLC cihazında aşağıdaki koşullar ayarlanarak analizler yapılmıştır.

Akış hızı: 1.3 mL/dak

Mobil faz : Asetonitril: Su (80 mL :20 mL)

Kolon sıcaklığı: 30 °C

Enjekte edilen örnek miktarı: 10 µl

Kolon: 150 mm (uzunluk) x 4,6 mm ( iç çapı) x 5 µm (parçacık büyüklüğü)

Standartlar cihaza tanıtıldıktan sonra kalibrasyon eğrisi elde edilmiş ve sonrasında örnekler cihaza verilerek aşağıdaki eşitlikte değerler yerlerine yerleştirilerek miktar tespiti yapılmıştır.

$$W = (A_1 \times V_1 \times m_1) / (A_2 \times V_2 \times m_0) \times 100$$

A<sub>1</sub>: Bal örneğindeki şekerin cihazda vermiş olduğu pik alanı

A<sub>2</sub>: Standart solüsyonunun cihazda vermiş olduğu pik alanı

V<sub>1</sub>: Hazırlanan bal örneğinin solüsyon halindeki toplam hacmi (ml)

V<sub>2</sub>: Hazırlanan standardın solüsyon halindeki toplam hacmi (ml)

m<sub>1</sub>: Tartılan standart miktarı (g)

m<sub>0</sub>: Tartılan bal miktarı (g)

### 2.2.11. Toplam Antioksidan Madde Tayini

Balın antioksidan kapasitesi Frankel vd. (1998) ve Chen (2000) tarafından geliştirilen metotlar kullanılarak tayin edilmiştir. Antioksidanın bulunduğu ortamlarda, DPPH'nin rengi değişmektedir. Absorbans değişimi 517 nm dalga boyunda Spektrometre ile izlenebilmektedir. Bu çalışmada 1 mL bal çözeltisi, 1,5mL DPPH (Sigma Company, St. Louis, USA), ile karıştırılmıştır. Elde edilen karışımının absorbansı, karanlıkta, oda sıcaklığında 30 dakika tutulduktan sonra, 517 nm'de, spektrometre, UV-1601 (Shimadzu, Kyoto, Japan) ile ölçülmüştür. Askorbik asit (0–0.04 mg/mL) standart olarak kullanılmıştır. Sonuçlar mg AAE/100g bal cinsinden ifade edilmiştir.

### 2.2.12. Toplam Fenolik Madde Tayini

Ekstrelerdeki toplam fenolik bileşik miktarı, Folin-Ciocalteu reaktifi ile Singleton vd. (1999) metoduna göre belirlenmiştir. Standart fenolik bileşik olarak pirokatekol kullanılmıştır. Öncelikle kalibrasyon eğrisi çizmek amacıyla 25 mg pirokatekol 25 mL saf suda çözülerek stok çözelti hazırlanmış bu stok çözeltilerden 1000 µL alınıp 100 mL'lik erlenlere konulmuştur. Toplam hacim saf suyla 46 mL'ye tamamlanmış ve erlenlere sırasıyla 1 mL Folin-Ciocalteu reaktifi ve 3 dk sonra da % 2'lik Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> çözeltisinden 3 mL ilave edilmiştir. Böylece toplam hacim 50 mL'ye tamamlanmıştır. Karışım 2 saat boyunca oda sıcaklığında çalkalanmış daha sonra numunelerin absorbanansı 760 nm'de saf suya karşı okunmuştur. Kontrol için numune yerine saf su kullanılarak hazırlanmıştır. Numunelerin absorbanans değerlerine karşılık gelen pirokatekol miktarları standart grafik denklemi kullanılarak tespit edilmiş ve sonuçlar pirokatekol ekivalent şeklinde ifade edilmiştir.

$$\text{Absorbans}=0.00209 \times \text{Mikrogram Pirokatekol}+0.00466$$

### 2.2.13. İstatistik Analizler

İncelenen parametreler bakımından gruplar arasında farklılıkların olup olmadığını belirleyebilmek için nonparametrik testlerden üç veya daha fazla grup için kullanılan Kruskal Wallis H-Testi uygulanmıştır. Uygulanan Kruskal Wallis H-Testi sonucunda  $p<0.01$  düzeyinde anlamlı farklılık bulunan gruplarda; farkın hangi gruplar arasında olduğunu tespit etmek için ikili gruplar halinde Mann Whitney U-Testi uygulanmıştır. Uygulanan non parametrik testlerin istatistiki analizlerinde Spss 18.0 paket programından yararlanılmıştır (Nourisis, 1993).

### 3. BULGULAR

#### 3.1. Suda Çözünür Kuru Madde (Briks)

Yapılan bu araştırmada çiçek ballarının briks değerleri yaklaşık %81,13 ile %84,24 arasında olup ortalama ise yaklaşık %82,99 olduğu saptanmıştır (Tablo 3.1).

Araştırmada Elazığ'ın Maden ilçesinden elde edilen ballara ait briks değeri %84.50 olarak bulunmuş olup bu değer diğer grupların sahip oldukları değerlerden istatistikî olarak daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Malatya ballarının briks değeri (%81.13) ise tüm gruplar içerisinde en düşük değeri vermiştir ( $P<0.01$ ).

**Tablo 3.1.** Bölgelere Göre Ballarda Briks ve Nem Değerleri Ve Kruskal Wallis Analiz Sonuçları

Bölge	İl/İlçe	Briks Ortalaması(%)	Nem Ortalaması(%)
Doğu Anadolu Bölgesi	Elazığ-Sivrice	83.17	14.51
	Elazığ-Maden	84.50	14.01
	Elazığ-Keban	83.33	15.06
	Malatya	81.13	17.12
	Tunceli-Ovacık	81.77	15.55
	Tunceli-Hozat	82.83	15.49
	Erzincan	82.83	14.51
	Erzurum	82.37	15.35
	Kars	82.77	14.73
	Muş 1	82.53	16.09
	Muş 2	83.13	14.87
Doğu Karadeniz Bölgesi	Artvin	82.30	15.56
	Bayburt	81.73	16.49
	Rize	81.93	15.55
	Genel Ortalama	82.59	15.34
	Kruskal wallis kikare	38.01	40.54

### 3.2. Nem Miktarı

Bu araştırmada iek ballarının nem içerikleri yaklaşık olarak %14.01 ile %17.12 arasında olup ortalama ise yaklaşık %15.34 olarak tespit edilmiştir (Tablo 3.1).

Ballarda nem bakımından istatistikî olarak en dūřuk deęeri Maden grubu (%14.01) gōstermiřtir. Maden'den sonra ise sırasıyla Sivrice (%14.51) ve Erzincan (%14.51) balları en dūřuk deęerlere sahiptir. En yūksk nem deęerini ise Malatya (%17.12) grubu gōstermiřtir ( $P<0.01$ ).

### 3.3. HMF (Hidroksimetilfurfural) Değerleri

Bu arařtırmada bal örneklerinin ortalama HMF deęerleri yaklaşık 0.14 mg/kg ile 24.39 mg/kg arasında deęiřtięi gōrūlmūř, ortalama ise 5.50 mg/kg olarak hesaplanmıřtır (Tablo 3.2).

Arařtırmada bal örneklerinde HMF bakımından istatistikî olarak en dūřuk deęeri Kars (0.15 mg/kg) grubu gōstermiř olup Kars'dan sonra ise sırasıyla Malatya (0.96 mg/kg), Muř2 (1.54 mg/kg), Erzurum (1.91 mg/kg) ve Muř1 (1.94 mg/kg) grupları gōstermiřtir. En yūksk HMF deęeri ise Artvin ve Elazıę'ın Sivrice ilçesinden temin edilen ballarda gōrūlmūřtir ( $P<0.01$ ).

**Tablo 3.2.** Bölgelere Göre HMF, pH Ve Asitlik Değerleri Ve Kruskal Wallis Analiz Sonuçları

Bölge	İl/İlçe	HMF ortalaması (mg/kg)	pH Ortalaması	Asitlik ortalaması (meq/kg)
Doğu Anadolu lu Bölgesi	Elazığ-Sivrice	16.90	3.83	35.73
	Elazığ-Maden	6.72	4.63	6.73
	Elazığ-Keban	2.30	4.06	27.07
	Malatya	0.96	4.09	29.07
	Tunceli-Ovacık	3.45	4.90	30.73
	Tunceli-Hozat	5.56	3.76	29.73
	Erzincan	2.30	3.92	33.07
	Erzurum	1.91	3.83	45.07
	Kars	0.15	3.95	33.07
	Muş 1	1.94	3.87	47.07
	Muş 2	1.54	3.99	41.07
Doğu Karadeniz Bölgesi	Artvin	24.39	4.02	29.07
	Bayburt	4.87	4.59	24.40
	Rize	4.04	4.06	43.07
	Genel Ortalama	5.50	4.10	32.49
	Kruskal wallis kikare	40.73	40.78	39.89

### 3.4. pH

Bu araştırmada çiçek ballarında pH değerleri 3.75 ile 4.89 arasında, ortalama ise 4.10 olarak tespit edilmiştir (Tablo 3.2).

Ballarda pH bakımından istatistikî olarak en düşük değer Tunceli ilinin Hozat ilçesi grubundan (3.76) elde edilmiştir. En yüksek değeri ise yine Tunceli ilinin Ovacık ilçesi (4.90) göstermiştir. Ovacık'tan sonra yükseklik bakımından pH değerleri sırasıyla Elazığ'ın Maden ilçesi (4.63), Bayburt (4.59) ve Malatya (4.09) gruplarında tespit edilmiştir ( $P < 0.01$ ).

### 3.5. Asitlik

Bu araştırmada iek ballarının toplam asitlik değerleri 6.73 meq/kg ile 47.06 meq/kg arasında değiştiği görülmüş ortalama ise yaklaşık 32.49 meq/kg olarak belirlenmiştir (Tablo 3.2).

İncelenen bal örneklerinde toplam asitlik bakımından en düşük değeri Elazığ'ın Maden ilçesi (6.73 meq/kg) göstermiş, Maden'den sonra ise Bayburt (24.40 meq/kg ) ve Keban (27.07 meq/kg) grupları göstermiştir. En yüksek asitlik değeri ise Muş1 (47.07 meq/kg ) rneklerinden elde edilmiştir (P<0.01).

**Tablo 3.3.** Bölgelere Göre Diyastaz, İletkenlik, Kül Değerleri Ve Kruskal Wallis Analiz Sonuçları

Bölge	İl/İlçe	Diyastaz Ortalaması	İletkenlik Ortalaması (mS cm)	Kl Ortalaması (%)
Doğu Anadolu Bölgesi	Elazığ-Sivrice	10.9	0.24	0.06
	Elazığ-Maden	10.9	0.21	0.04
	Elazığ-Keban	17.9	0.29	0.09
	Malatya	17.9	0.34	0.12
	Tunceli-Ovacık	13.9	0.22	0.05
	Tunceli-Hozat	13.9	0.22	0.04
	Erzincan	17.9	0.26	0.07
	Erzurum	13.9	0.20	0.03
	Kars	8.3	0.18	0.02
	Muş 1	13.9	0.24	0.06
	Muş 2	17.9	0.36	0.13
Doğu Karadeniz Bölgesi	Artvin	8.3	0.20	0.03
	Bayburt	10.9	0.47	0.19
	Rize	17.9	0.28	0.08
	Genel Ortalama	13.9	0.26	0.07
	Kruskal wallis kikare	41.00	40.79	40.83

### 3.6. Diyastaz

Bu araştırmada incelenen iek balların diyastaz sayıları 8.3 ile 17.9 arasında değiştiği görülmekte olup ortalama ise yaklaşık 13.9 olarak hesaplanmıştır (Tablo 3.3).

Diyastaz sayısı bakımından en düşük değeri Kars (8.3) ve Artvin'den (8.3) alınan bal örnekleri göstermiştir. En yüksek değeri ise Elazığ'ın Keban ilçesi (17.9), Erzincan (17.9), Rize (17.9), Malatya (17.9) ve Muş2 (17.9) göstermiştir ( $P<0.01$ ).

### 3.7. Elektriksel iletkenlik

Bu araştırmada incelenen bal örneklerinin elektriksel iletkenlik değerleri 0.18 mS cm ile 0.47 mS cm arasında değiştiği görülüp ortalama ise yaklaşık 0.27 mS cm olarak hesaplanmıştır (Tablo 3.3).

İletkenlik bakımından istatistikî olarak en düşük değeri Kars balları (0.18 mS cm) göstermiştir. Daha sonra sırasıyla en düşük iletkenlik değerleri Erzurum (0.20 mS cm) ve Artvin (0.20 mS cm) rneklerinden tespit edilmiştir. En yüksek değerleri ise sırası ile Bayburt (0.47 mS cm), Muş2 (0.36 mS cm), Malatya (0.34 mS cm), Elazığ'ın Keban (0.29 mS cm ) ve Sivrice (0.24 mS cm ) ilçeleri, Rize (0.28 mS cm ) ve Erzincan (0.26 mS cm ) grupları göstermiştir ( $P<0.01$ ).

### 3.8. Kül Değerleri

Bu araştırmada iek ballarının kül oranları % 0.02 ile % 0.19 arasında değiştiği görülmüş ortalama ise % 0.07 olarak hesaplanmıştır (Tablo 3.3).

Kl bakımından istatistikî olarak en düşük değeri Kars en yüksek değeri ise Bayburt balları göstermiştir. Kl bakımından Kars'dan sonra en düşük değerler sırasıyla Erzurum, Artvin, Elazığ'ın Maden ve Sivrice ilçeleri, Tunceli'nin Hozat ve Ovacık ilçeleri ve Muş1 bölgelerinden elde edilmiştir ( $P<0.01$ ).

### 3.9. Renk Değerleri

Bu araştırmada kullanılan bal numunelerinin Hunter renk (L, a, b) değerleri Tablo 4.5'de verilmiştir. Araştırmada iek ballarının en yüksek ve en düşük ortalama L

değerleri sırasıyla Rize (30.29) ve Keban (22.35) bölgelerinde alınan örneklerde tespit edilmiştir ( $P<0.01$ ) (Tablo 3.4).

Çiçek ballarında ortalama a değerlerine baktığımızda en yüksek ve en düşük değerler sırasıyla Maden (2.65) ve Muş2 (-1.87) olarak saptanmıştır ( $P<0.01$ ).

Araştırmada b değerleri ise en düşük ve en yüksek olarak sırasıyla Muş1 (5.54) ile Rize (14.74) bölgelerinden temin edilen ballardan elde edilmiştir ( $P<0.01$ ) (Tablo 3.4).

**Tablo 3.4.** Bölgelere Göre L, a, b Renk Değerleri ve Kruskal Wallis Analiz Sonuçları

Bölge	İl/İlçe	Renk		
		L	a	b
Doğu Anadolu Bölgesi	Elazığ-Sivrice	27.49	1.40	11.27
	Elazığ-Maden	23.94	2.66	10.45
	Elazığ-Keban	22.35	-1.83	8.54
	Malatya	29.98	-1.05	14.09
	Tunceli-Ovacık	27.09	1.05	11.86
	Tunceli-Hozat	28.09	1.09	13.86
	Erzincan	27.93	-0.13	12.41
	Erzurum	28.01	-0.83	13.27
	Kars	26.22	-1.78	13.36
	Muş 1	24.69	-1.36	5.83
	Muş 2	23.46	-1.87	5.87
Doğu Karadeniz Bölgesi	Artvin	26.28	1.28	12.13
	Bayburt	24.49	2.78	8.33
	Rize	30.29	-1.60	14.74
	Genel Ortalama	26.45	-0.01	11.14
	Kruskal wallis kikare	40.59	40.75	40.74



### 3.10. Balda Şeker

#### 3.10.1. Balda Früktoz ve Glikoz Değerleri

Bu araştırmada bal örneklerinin şeker oranları Tablo 3.5'te belirtilmiştir. Araştırmada Çiçek ballarının früktoz oranları % 34.00 ile % 43.12 arasında değişmekte olup ortalama ise % 38.90 olarak hesaplanmıştır (Tablo 3.5).

Früktoz bakımından istatistikî olarak en düşük değeri Elazığ'ın Maden ilçesinden temin edilen bal örnekleri göstermiştir. Daha sonra früktoz bakımından en düşük değerler sırasıyla Tunceli'nin Hozat ilçesi, Bayburt, Kars, Artvin, Elazığ'ın Keban ilçesi ve Malatya ballarında tespit edilmiştir. En yüksek değeri ise Erzincan'dan alınan bal örneği göstermiştir ( $P<0.01$ ).

Glikoz bakımından yine früktozda olduğu gibi en düşük değeri Elazığ'ın Maden ilçesi grubundan elde edilmiştir. Düşüklük bakımından Maden ilçesini sırasıyla Tunceli'nin Ovacık ve Hozat ilçeleri, Malatya, Bayburt ve Artvin balları izlemektedir. En yüksek değeri ise Muş2 örnekleri göstermiştir ( $P<0.01$ ).

Araştırma sonunda bulunan şeker değerlerinden bir diğeri sakaroz miktarının yüzdesel olarak tespitidir. Bu çalışmada sakaroz oranları % 2.70 ile % 4.92 arasında değiştiği görülmüş olup ortalama ise % 3.75 olarak tespit edilmiştir (Tablo 3.5).

Sakaroz oranı bakımından en düşük değeri Bayburt balları göstermiştir. Bayburt'tan sonra en düşük değerler sırasıyla Muş1, Muş2, Artvin, Rize ve Hozat örneklerinden elde edilmiştir. En yüksek değeri ise Elazığ'ın Sivrice ilçesi grubu göstermiştir ( $P<0.01$ ).

#### 3.10.2. İvert Şeker Yüzdesi ve F/G Oranı

Şekerde diğeri bir kalite belirleme parametresi olan invert şeker oranı glikoz ile früktozun toplamı olarak verilmiştir. Araştırmada çiçek ballarında invert şeker oranları % 62.39 ile % 79.98 arasında değiştiği görülmüş olup ortalama ise % 71.01 olarak hesaplanmıştır (Tablo 3.5).

İvert şeker bakımından en düşük bal değerini Maden grubu göstermiştir. Maden'den sonra en düşük değerler ise sırasıyla Tunceli-Hozat, Bayburt, Malatya ve Artvin bal örneklerinden elde edilmiştir. En yüksek değeri ise Muş2 balları göstermiştir ( $P<0.01$ ).

Araştırmada çiçek ballarında Früktoz/Glikoz oranı 1.10 (Kars) ile 1.32 (Ovacık) arasında değişmekte olup ortalama ise 1.21 olarak hesaplanmıştır (Tablo 3.5).

Araştırmada gruplar arasında en düşük F/G oranını Kars (1.10) balları göstermiş olup en yüksek değeri ise Tunceli-Ovacık balları göstermiştir. Ovacık'tan sonra en yüksek oranları ise sırasıyla Erzurum, Erzincan ve Malatya bal örnekleri göstermiştir (P<0.01).

**Tablo 3.5.** Bölgelere Göre Ballarda Şeker Değerleri ve Kruskal Wallis Analiz Sonuçları

Bölge	İl/İlçe	Früktoz Ortalaması (%)	Glikoz Ortalaması (%)	Sakaroz Ortalaması (%)	İnvert şeker Ortalaması (%)	F/G Ortalaması
Doğu Anadolu Bölgesi	Elazığ-Sivrice	38.45	32.08	4.92	70.53	1.20
	Elazığ-Maden	34.00	28.38	4.37	62.39	1.20
	Elazığ-Keban	38.25	32.34	4.01	70.59	1.18
	Malatya	38.38	30.78	3.71	69.17	1.25
	Tunceli-Ovacık	39.63	29.97	3.87	69.61	1.32
	Tunceli-Hozat	36.21	30.54	3.68	66.75	1.19
	Erzincan	43.13	34.09	3.94	77.22	1.27
	Erzurum	41.88	31.87	4.45	73.74	1.31
	Kars	37.09	33.58	4.08	70.67	1.10
	Muş 1	40.11	32.53	2.85	72.65	1.23
	Muş 2	42.52	37.47	3.11	79.98	1.13
Doğu Karadeniz Bölgesi	Artvin	37.75	31.47	3.40	69.22	1.20
	Bayburt	36.98	31.13	2.70	68.10	1.19
	Rize	40.21	33.36	3.45	73.57	1.21
	Genel Ortalama	38.90	32.11	3.75	71.01	1.21
	Kruskal wallis kikare	40.82	40.82	40.82	40.83	40.89

### **3.11. Balda Toplam Fenolik Aktivitesi**

Bölgelere göre toplam fenolik madde içeriği Tablo 4.7’de belirtilmiştir. Balda toplam fenolik madde içeriği 32.90 ile 43.13 (mg PAE/100 g) arasında değişmekte olup ortalama ise 33.38 (mg PAE/100 g) olarak hesaplanmıştır (Tablo 3.6).

Toplam fenolik madde içeriği bakımından en düşük değeri Erzurum bal örneği 32.90 (mg PAE/100 g) göstermiştir. En yüksek değeri ise Tunceli-Ovacık 43.13 (mg PAE/100 g) balı göstermiştir. Ovacık’tan sonra en yüksek değeri ise sırasıyla Elazığ-Maden, Bayburt ve Elazığ-Sivrice grupları göstermiştir ( $P<0.01$ ).

### **3.12. Balda Toplam Antioksidan Aktivitesi**

Bölgelere göre toplam antioksidan madde içeriği Tablo 3.6’da belirtilmiştir. Balda toplam antioksidan içeriği 19.23 ile 28.03 (mg AAE /100g) arasında değişmekte olup ortalama ise 23.17 (mg AAE /100g) olarak hesaplanmıştır (Tablo 3.6).

Antioksidan içeriği bakımından en düşük değeri Elazığ-Keban ilçesi (19.23 mg AAE /100g) göstermiştir. En yüksek değeri ise Artvin grubu (28.03 mg AAE /100g) göstermiştir. Artvin’den sonra en yüksek değerler sırasıyla Muş1 Muş2 ve Erzurum balları olarak tespit edilmiştir ( $P<0.01$ ).

**Tablo 3.6.** Bölgelere Göre Ballarda Toplam antioksidan ve Toplam fenolik madde Değerleri ve Kruskal Wallis Analiz Sonuçları

Bölge	İl/İlçe	Toplam Antiosidan Aktivitesi (mg AAE /100g)	Toplam Fenolik Aktivitesi (mg PAE/100 g)
Doğu Anadolu Bölgesi	Elazığ-Sivrice	24.10	34.80
	Elazığ-Maden	21.63	37.93
	Elazığ-Keban	19.23	32.10
	Malatya	21.00	30.70
	Tunceli-Ovacık	23.17	43.13
	Tunceli-Hozat	23.77	33.43
	Erzincan	25.33	29.03
	Erzurum	22.47	32.90
	Kars	22.63	31.04
	Muş 1	24.83	31.07
	Muş 2	25.37	31.90
Doğu Karadeniz Bölgesi	Artvin	28.03	32.97
	Bayburt	21.60	35.83
	Rize	21.30	30.47
	Genel Ortalama	23.17	33.38
	Kruskal wallis kıkare	39.59	39.45

#### 4. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Bu araştırmada, özellikle bal üretiminin ve bitki çeşidinin yoğun olduğu Doğu Anadolu ve Doğu Karadeniz bölgelerinden temin edilen 42 adet çiçek balı kullanılmıştır. Bu bağlamda bazı fiziksel ve kimyasal analizler yapılmıştır. Bu analizler; Briks, nem, HMF, pH, asitlik, diyastaz aktivitesi, İletkenlik, kül, Hunter renk içerikleri, toplam fenolik ve antioksidan aktivitesi ve son olarak, HPLC kullanılarak bal çeşitlerinin şeker içerikleri belirlenmiştir.

Bal, genellikle şekerlerin doymuş veya aşırı doymuş çözeltisidir. Suda çözünür kuru madde değerleri %78.80 ile % 84 arasında olup ortalama ise %81.9 düzeyinde olduğu belinmektedir (Conti, 2000). Haroun (2006) yaptığı çalışmada çiçek ballarında briks değerini ortalama %82.55 olarak tespit etmiştir. Bu araştırmada tespit edilen çiçek ballarının ortalama briks değeri (% 82.59) ise Haroun (2006)'nun değerlerine çok yakın bulunmuştur.

Balda briks oranı, balın nem içeriğiyle doğrudan ilişkili bir durumdur. Balın nem oranı arttıkça briks değeri düşmekte, nem oranı azaldıkça ise briks değeri genelde artmaktadır (Tablo 3.1). Balın briks değerinin yüksek oluşu özellikle pazara sunum safhasında önemli bir kriter olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu bağlamda Elazığ'ın Maden ilçesinden temin edilen balın, pazara sunum safhasında tüketicilerin tercih grubunun başında olabileceğini söyleyebiliriz. Yine gruplar içerisinde Artvin ilinden temin edilen balın ise, düşük briks değeri sebebiyle pazara sunum safhasında bazı problemlerle karşılaşabileceği düşünülmektedir.

Balın nem içeriği, iklim koşulları, üretim yılı veya üretim mevsimi ve olgunluk derecesi ile ilişkili bir parametre olup, bu şartlara göre değişkenlik gösterebilmektedir (Amor, 1978). Bu sebepten dolayı nem oranı yüksek çıkan ballarımız için, bal ya erken hasat edilmiş veya arının yararlandığı kaynağın nem içeriği yüksektir denilebilir.

Bal örneklerinde elde edilen bu değerler Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği ve Avrupa Birliği standartlarının (Tablo 1.1) belirlemiş olduğu % 20'lik sınırın altında bulunmuş ve standartlara uygun olduğu görülmüştür.

Daha önce yapılan Şahinler vd. (2001), balın nem içeriğini ortalama %16.03, Silici (2004) ortalama %16.85, Tolon (1999) ortalama %16, Günbey vd. (2010) ortalama %16.12, Yılmaz ve Küfrevioğlu (2000) ile Sorkun vd. (2002) ise ortalama nem içeriklerini

sırasıyla %17.05 ve %17.35 olarak tespit etmişlerdir. Bu araştırmada ise nem oranı ortalama %15.34 olarak bulunmuş ve bu değer şahinler vd. (2001) ve Tolon (1999)'un değerlerine nispeten daha yakındır.

Yapılan araştırmalarda genelde yüksek bölgelerde yani yaylalarda üretilen ballardaki nem oranı ovada üretilene oranla nispeten daha düşüktür, buda yayla balının tercih edilmesinde ve pazar bulmasında pozitif bir etki sağlamaktadır (Erdoğdu, 2008). Balın nem içeriği %17'den daha düşük olduğu takdirde fermantasyona uğrama olasılığı oldukça düşüktür. Buda olgunlaşmış balın herhangi bir mikroorganizmanın gelişimine olanak vermeyeceği manasına gelmektedir (Amor, 1978; Molan, 1992). Bunun yanında nem oranının yüksek oluşu balda erken kristalleşmeye sebebiyet vermektedir (İnci, 2001). Bu sebepten dolayı nem oranı özellikle %15'in altında olan ballar hem depolama esnasında hemde tüketicici tercihi noktasında önemli bir avantaj sağlamaktadır.

HMF balda karbonhidratların ısıtılması veya ısı bakımından uygun olmayan ortamlarda depolanması sonucu oluşan ve insan sağlığı açısından zararlı olan bir maddedir. Balın uygunsuz bir şekilde depolanması ve uygulanan ısıl işlem, balın içerdiği şekerler ve aminoasitler arasındaki bağa bağlı olarak HMF bileşiğini oluşturmaktadır (Gökmen, 2007). Bu sebepten dolayı HMF'nin standartların üstünde çıkması balın uygunsuz ortamda depolandığını veya ısıl işleme tabi tutulmuş olabileceğini gösteren bir durumdur (Krell, 1996).

Bu bağlamda HMF değerleri yüksek çıkan Artvin ve Sivrice yayla ballarının ya ısıl işleme tabi tutulduğu veya uygunsuz ortamda depolanmış olabileceği söylenebilir. Her ne kadar bu iki değer yüksek çıkmış olsa bile bütün bal rnekleri Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği ve Avrupa Birliği standartlarının (Tablo 1.1) HMF değeri için belirlemiş olduğu en yüksek değer olan 40 mg/kg altında olup bu standartlara uygun olduğu görülmüştür.

Yılmaz ve Küfrevioğlu (2000), HMF içeriğini ortalama 3.30 mg/kg olarak, Sorkun vd. (2002) ortalama 7.84 mg/kg, şahinler ve Gl (2001) ortalama 2.17 mg/kg, Terrab vd. (2003) ortalama 17.80 mg/kg, Günbey vd. (2010) ortalama 11.62 mg/kg, Silici (2004) ise HMF değerini ortalama 26.72 mg/kg olarak bulmuş ve balların uzun süre depolandığını veya ısıtılmış olabileceğini vurgulamıştır.

Bu araştırmada sonucunda bulunan sonuçlar Yılmaz ve Küfrevioğlu (2000) ile Sorkun vd. (2002) değerlerine daha yakındır. Buda balların taze olduğunu ve ısıl işlem görmemiş olabileceğini göstermektedir.

Yukarıda belirtildiği üzere HMF insan sağlığı için son derece zararlı bir madde olup gerek balda gerekse diğer gıda ürünlerinde çok düşük değerlerde olması yeğlenir. Bu bağlamda araştırma sonunda bulduğumuz HMF değerleri itibarıyla en uygun ballar sırasıyla Kars, Malatya ve Muş'tan temin edilen ballar şeklinde sıralayabiliriz (Tablo 3.2).

Balda pH değeri, içerdiği asitlerin miktarı ve mineral madde içeriği ile yakından ilişkilidir, bundan dolayı mineral tuzlarca zengin olan ballar çoğunlukla yüksek pH değerine sahip olurlar (Lawless vd., 1996).

Artık (2004) ve Günbey vd. (2010) yaptıkları çalışmada pH değerlerini sırasıyla ortalama 3.91 ve 5.40 olarak tespit etmişlerdir. Yine Şahinler vd. (2001) yaptıkları çalışmada pH değerini ortalama 5.90 olarak bulmuşlardır. Velioğlu ve Köse (1983) ayçiçeği ballarında pH değerini 3.74 olarak bulmuş olup yine Sorkun vd. (2002) çiçek ve salgı ballarında pH değerlerini sırası ile 3.26 ve 4.77 olarak tespit etmişlerdir. Yapılan bu çalışmalarda ortalama pH değerine en yakın değer Artık (2004)'ın (3.91) bulduğu değerdir.

Balın asitliği, Serbest, laktonik ve toplam asitlik veya sadece asitlik terimi ile ifade edilmektedir. Asitlik, bitkisel kaynağa ve üretim bölgesine bağlı olarak, baldan bala değişkenlik gösterebilmektedir. Serbest ve laktonik asitlik, depolama süresi ve nem içeriği ile biraz artmakta, fakat depolama sıcaklığı ile değişmemektedir (Terrab, 2004). Bu sebepten dolayı asitliği yüksek çıkan ballarda genelde nem oranları da yüksek bulunmuştur.

AB standartları ve Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliğine göre (Tablo 1.1), balın toplam asitliği 50 meq/kg değerini geçmemelidir. Yapılan araştırma sonucunda çiçek ballarının toplam asitlik değerleri AB standartlarına ve Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliğine uygun olarak bulunmuştur.

Daha önce yapılan çalışmalarda Sorkun vd. (2002) ile Silici (2004) balda asitlik değerlerini sırasıyla ortalama 29.30 meq/kg ile 21.69 meq/kg ve Günbey vd. (2010) ortalama asitlik değerini 25.90 meq/kg olarak tespit etmişlerdir. Yine üç farklı bitkisel kaynaklı Hindistan ballarının toplam asitliği 29.5–41.5 meq/kg değerleri arasında bulunmuştur (Anupama vd., 2003). Bu değer nispeten bulduğumuz ortalama asitlik değerine (32.49 meq/kg) daha yakındır.

Balda toplam asitliğin düşük olması istenilen bir durumdur. Çünkü depolama sırasında yüksek asitlik balın fermantasyona uğramasına sebebiyet verebilmektedir. Bu bağlamda özellikle Elazığ'ın Maden ilçesinden temin edilen bal örneğinin toplam asitlik değerinin düşük çıkması diğer gruplara oranla daha uzun depolama avantajı sağlamaktadır.

Balın olgunlaştırılması esnasında bal arıları tarafından salgılanan diyastaz enzimi, ısı ile çok kolay bir şekilde parçalanabilmektedir. Isıya maruz kalan ballarda diyastaz sayısı hızla düşmekteyken diyastaz sayısı yüksek ballarda yüksek asit oluşumuna bağlı olarak daha hızlı mayalanma gerçekleşmektedir (Tolon, 1999).

Bu çalışmada bütün bal örnekleri Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği ve Avrupa Birliği standartlarının (Tablo 1.1) çiçek ve salgı balları için belirlemiş olduğu en alt değer olan 8 (Gothe birimi) birimden yukarı olup belirtilen bu standartlara uygun olduğu görülmüştür.

Yılmaz ve Küfrevioğlu (2000) ve Tolon (1999) çalışmalarında bal örneklerinin diyastaz sayılarının ortalamasını sırasıyla 14.60 ve 11.23 olarak tespit etmişlerdir. Velioğlu ve Köse (1983) Türk ayçiçeği ballarının diyastaz sayısını 17.97 olarak tespit etmişlerdir. Yine Sorkun vd. (2002) Türk çiçek ve salgı ballarının diyastaz sayılarını sırasıyla 22.68 ve 25.29 birim olarak tespit etmişlerdir. Ayrıca Gül (2008) Doğu Anadolu bölgesinde topladığı balların diyastaz sayılarını ortalama 20.19 olarak saptamıştır. Bu araştırmada bulunan ortalama değerler (13.9) Yılmaz ve Küfrevioğlu (2000) ile Tolon (1999)'ün değerlerine nispeten daha yakinken, Sorkun vd. (2002) ile Gül (2008)'ün bulduğu diyastaz değerlerinden daha düşüktür.

Bitkisel kaynağına ve florasına bağlı olarak ballarda farklı düzeylerde bulunmakla birlikte, diyastaz oranının beklenen düzeyden az veya çok çıkması, ballarda kalite belirleme esnasında ipuçları verebilmektedir. Bununla birlikte diyastaz sayısı bal içerisinde bulunan polenin protein miktarı ve diğer maddelere bağlı olarak da farklılıklar gösterebilmektedir (Artık, 2004). Diyastaz aktivitesi, balda kalite belirleme esnasında sıklıkla kullanılan bir parametredir. Diyastaz aktivitesi yüksek moleküllü şekerleri zamanla monosakaritlere dönüştürerek balın daha kolay sindirilmesine yardımcı olur. Bu bağlamda diyastaz aktiviteleri yüksek çıkan Erzincan, Malatya, Elazığ'ın Keban ilçesi, Muş2 ve Rize bölgelerinin balları diyastaz aktiviteleri bakımından avantajlı sonuçlar vermiştir.

Elektrik iletkenliği, balın özellikle mineral ve asit oranına bağlı olarak değişkenlik gösteri (D'Arcy, 2007). Balın mineral ve asit oranı arttıkça, elektrik iletkenliği de buna paralel olarak artar. İletkenlik balın bitki florasının tahmini için iyi bir kriterdir ve analizlerde sıklıkla kullanılır (Bogdanov, 2002). Elektriksel iletkenlik, çiçek ballarında salgı balarına oranla nispeten daha düşük değerde olur (Bogdanov, 1999). Bu araştırmamızda iletkenliği yüksek çıkan balların mineral ve asit oranının yüksek olmasından kaynaklanmış olabileceği öngörülmektedir.



Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği ve Avrupa Birliği standartlarına göre (Tablo 1.1) çiçek ballarında elektriksel iletkenlik 0.8 mS cm seviyesinden daha düşük olmalıdır. Bu araştırmada çiçek ballarının tümünde bu oran 0.8 mS cm değerinin altında olduğu görülmüştür (Tablo 3.3).

Gül (2008) Doğu Anadolu bölgesinde yaptığı çalışmada çiçek balının elektriksel iletkenliğini ortalama 0.33 mS cm olarak bulmuştur. Sunay vd. (2003) yaptığı çalışmada ise çiçek ballarında iletkenliği ortalama 0.553 mS cm salgı balında ise 1.451 mS cm olarak tespit etmiştir. Yine Sunay ve Boyacıoğlu (2008) yaptığı çalışmada salgı ballarında iletkenliği ortalama 0.943 mS cm olarak tespit etmişlerdir. Şahinler vd. (2001)'nin çalışmasında çiçek ballarında elektriksel iletkenlik 0.69 mS cm olarak, Fallico vd. (2004) ise yaptıkları çalışmada iletkenlik değerini 0.19 mS cm olarak tespit etmişlerdir. Bu araştırmada ise ortalama iletkenlik değeri (0.27 mS cm) Şahinler vd. (2001)'nin değerine oranla düşük, Fallico vd. (2004)'nin değerine oranla ise daha yüksek bulunmuştur.

Baldaki külün varlığı içerdiği mineral maddelerden kaynaklanır. Kül miktarı ise arının yararlandığı kaynağına göre değişkenlik gösterir (Enistegil, 1977). Balın renk tonu ile kül arasında yakın bir ilişki vardır. Renk koyulaştıkça kül oranı da genellikle artar (Thawley, 1969). Araştırmamız sonucunda kül oranı yüksek çıkan bölgelerin mineral madde yoğunluğunun yüksek olmasından kaynaklanmış olabileceği öngörülmüştür.

Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği ve Avrupa Birliği standartlarına göre (Tablo 1.1) çiçek ballarında kül miktarı % 0.6 değerinin altında olmalıdır. Bu araştırmamızda tüm çiçek ballarının bu standartlara uygun olduğu görülmüştür.

Gül (2008)'de Doğu Anadolu Bölgesinde topladığı çiçek balları ile yaptığı çalışmada ballardaki kül oranlarını ortalama % 0.11 olarak tespit etmiştir. Yine Şahinler ve Gül (2001) yaptıkları araştırmada yayla balının kül oranını ortalama %0.13 olarak tespit etmişlerdir. Bu iki araştırmada da tespit edilen kül değerleri bulduğumuz (%0.07) değerlerden daha yüksektir.

Balda renk değerlerindeki farklılıklar, iklim, üretim koşulları ve floral kaynağına bağlı olarak değişmektedir. Araştırma sonucunda balların çoğunun L değerleri yüksek çıkmış buda rengin parlaklık düzeyinin daha yoğunlukta olduğunu göstermiştir. Araştırma sonucunda bir diğer değer olan a ise genelde negatif değerlerde bulunmuş olup çok fazla kırmızımsı tonları içermediği görülmüştür. Son olarak b değeri ise ortalama 11.14 olarak tespit edilmiş olup yüksek derecede sarı renk içerdikleri tespit edilmiştir.

Lazaridou vd. (2004) yaptıkları çalışmada çiçek ballarının ortalama L, a ve b ortalama değerlerini sırasıyla 39.35, 24.02 ve 38.64 olarak tespit etmiştir. Haroun (2006) yaptığı çalışmada ise çiçek ballarının L, a, b değerlerini sırasıyla ortalama 29.12, 0.34 ve 6.90 olarak tespit etmiştir. Bulduğumuz sonuçlara en yakın değerler ise Haroun (2006)'un tespit ettiği değerlerdir. Aradaki farklılıklar ise bitkisel kaynağa göre değişkenlik göstermiştir.

Balın toplam fenolik ve antioksidan aktivitesi, yöreden yöreye ve bitkisel orijinine göre azalıp veya artış gösterebilmektedir. Toplam fenolik ve antioksidan aktivitesi bal kalitesinin belirlenmesinde iyi bir parametre olmasına rağmen, araştırmalarda sıklıkla kullanılmaz. Bunun nedeni ise analizin hem uğraşı isteyen bir olay olması aynı zamanda pahalı bir yöntem olmasıdır. Araştırma sonucunda bulunan toplam fenolik ve antioksidan aktivitesi literatür kaynakları ile benzer özellikler göstermiştir.

Meda vd. (2005) ve Blasa vd. (2005) yaptıkları çalışmalarda çiçek ballarında toplam fenolik madde içeriğini sırasıyla ortalama 74.37 (mg GAE/100 g), 12.50–17.50 (mg GAE/100 g) olarak tespit etmişlerdir. Yine Haroun (2006) yaptığı araştırmada balda toplam fenolik madde aktivitesi çiçek ballarında ortalama 27.07 (mg GAE/100 g) olarak hesaplamıştır. Bu araştırma sonucunda bulunan değerler Haroun (2006)'un değerine nispeten daha yakındır.

Bir diğer değer olan antioksidan aktivitesinin belirlenmesi bakımından yapılan çalışmalarda, Meda vd. (2005) çiçek ballarında toplam antioksidan içeriğini ortalama 27.11 (mg AAE/100 g) olarak tespit etmiştir. Yine Haroun (2006) yaptığı araştırmada balda toplam antioksidan madde içeriğini çiçek ballarında ortalama 23.05 (mg AAE/100 g) olarak hesaplamıştır. Bu araştırmanın ortalama değerleri ise Haroun (2006)'un ortalama değerine çok yakındır.

Bal yara ve yanıkların, mide ülseri ve bazı kanser gibi birçok hastalıkların tedavisinde kullanıldığı bilinmektedir. Balın tedavi edici rolü kısmen antimikrobiyel etkiden ve kısmen de antioksidan içeriğinden kaynaklanmaktadır. Ayrıca bu hastalıkların bazıları, serbest radikallerinin verdiği zararlardan ortaya çıkmaktadır (Aljadi ve Kumaruddin, 2004). Bu sebepten dolayı antioksidan içeriği diğer bölgelere oranla nispeten yüksek olan Artvin, Muş 2 ve Erzincan balları bu parametre için gruplar içerisinde daha avantajlıdır.

Araştırmada son olarak HPLC ile şeker profili belirlenmiştir. Balın şeker içeriği, balın çeşidi, üretim bölgesi ve bitki florasına bağlı olarak değişkenlik göstermektedir

(Krell, 1996). Bu çalışmada kullanılan örnek numunelerin früktoz, glikoz, sakaroz, invert şeker ve früktoz/glikoz oranları belirlenmiştir. Miktar açısından, bu çalışmanın bütün örneklerinde früktozun üstünlüğü görülmüştür. Ortalama früktoz, glikoz ve sakaroz oranları sırasıyla %38.90, %32.11 ve %3.75 olarak tespit edilmiş olup literatür kaynakları ile paralellik göstermiştir.

Artık (2004) yaptığı araştırmada früktoz oranını ortalama % 38.4 glikoz oranını ise % 30.3 olarak tespit etmiştir. Yine başka bir çalışmada Sunay vd. (2003) yayla (çiçek) balının früktoz ve glikoz oranlarını sırasıyla ortalama % 39.63 ve %35.43 olarak, salgı balının früktoz ve glikoz oranlarını ise sırasıyla % 32.20 ve % 30.31 olarak tespit etmiştir. Yine Sunay ve Boyacıoğlu (2008) salgı balı üzerine yaptığı araştırmada früktoz ve glikoz oranlarını sırasıyla ortalama % 33 ve % 27.50 olarak tespit etmişlerdir.

Bu araştırma sonunda bulunan glikoz ve früktoz değerleri Artık (2004)'ın değerlerine çok yakın bulunurken diğer iki araştırmaya göre ise çok azda olsa farklılık göstermiştir.

Sakaroz oranı ise analizlerde sıklıkla kullanılan bir parametre olup Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği ve Avrupa Birliği standartlarına göre %5 değerinden düşük olması gerekir. Araştırmada bütün bal örnekleri bu oranının altında çıkmış ve standartlara uygun olduğu görülmüştür.

Balda sakaroz miktarının belirlendiği araştırmalar incelendiğinde, ortalama yüzdesel değerler sırasıyla % 5.24, 2.84, 2.19, 3.91, 2.37, 4.18 olarak tespit edilmiştir (Silici, 2004; Şahinler ve Gül, 2004; Erdoğan vd., 2004; Sorkun vd., 2002; Şahinler vd., 2001; Yılmaz ve Küfrevioğlu, 2000). Araştırmamız sonucunda bulduğumuz ortalama sakaroz değerine en yakın değer ise Sorkun vd. (2002) bulduğu (% 3.91) değeridir.

Yaklaşık bütün bal çeşitlerinde, miktar açısından früktozun üstünlüğü bulunmakla birlikte, pek az balda (*Brassica napus* balı gibi) glikoz daha fazladır (Devillers vd., 2004). Bu araştırmada früktoz oranı glikoz oranından daha yüksek bulunmuş ve daha önce yapılan çalışmalarla paralellik göstermiştir. Sakaroz oranı ise diğer çalışmalara oranla çok azda olsa yüksek bulunmuştur.

Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği ve Avrupa Birliği standartlarına göre çiçek ballarında invert şeker oranları % 60 değerinin üstünde F/G oranı ise 0.9–1.4 aralığında olmalıdır. Araştırma sonucunda her iki değerinde standartlara uygun olduğu görülmüştür.

Silici (2004) ve Sunay vd. (2003) yayla (çiçek) ballarında invert şeker oranlarını sırasıyla ortalama % 73.07 ve 73.82 olarak bulmuşlardır. Yine Günbey vd. (2010) Ordu

balları üzerine yaptıkları çalışmada invert şeker oranını ortalama % 69.86 tespit etmişlerdir. Bu araştırmamızda ise invert şeker oranları yukarıda saydığımız oranlara yakın değerler olup büyük farklılıklar arz etmemektedir.

Sunay vd. (2003) yaptıkları çalışmada yayla (çiçek) ballarının früktoz/glikoz oranını 1.12 olarak tespit etmişlerdir. Yine başka bir çalışmada Karkacier vd. (2000) Antalya bölgesindeki yayla ballarının früktoz/glikoz oranı ortalama 1.35 bulmuştur. Bu araştırmada ise ballarının früktoz/glikoz oranları yukarıdaki iki değer arasında olduğu görülmüştür. Sunay ve Boyacıoğlu (2008) ile Sunay vd. (2003) salgı balı üzerine yaptıkları çalışmada ise F/G oranlarını sırasıyla 1.20 ve 1.06 olarak tespit etmişlerdir. Bu değerler bulduğumuz değerlere oranla daha düşük seviyededir.

Balların çoğunda früktoz oranı glikozdan daha fazladır. Ayrıca balların kristalleşme eğilimi daha çok früktoz/glikoz veya glikoz/su oranlarıyla alakalı bir durumdur (Doğaroğlu, 2004). Früktoz/Glikoz oranı arttıkça ballarda kristalleşme eğilimi azalır. Bu bağlamda özellikle pazara sunum safhasında, halk arasında balın şekerlenmesi denilen balın kristalizasyona uğraması olayı, F/G oranı arttıkça azalmaktadır. Özellikle Tunceli-Ovacık, Erzurum ve Erzincan balları kristalleşmeye daha uzun süre dayanabilme eğilimi gösterdiğinden dolayı depolama ve pazara sunum sırasında üretici ve satıcıya önemli avantajlar sağlamaktadır.

## 5. ÖNERİLER

Türkiye'nin geniş bir coğrafyaya sahip olması, zengin bitki örtüsü ve farklı iklim özellikleri ile birlikte zengin arı kolonilerine sahip olması, arıcılık potansiyelinin büyük olduğunu göstermektedir. Ancak bu potansiyele rağmen üretim ve pazarlama konusunda yaşanan teknik ve ticari bilgi eksikliği, üretimi ve ihracatı ciddi manada tehdit etmektedir. Ülkemiz kovan sayısı itibarıyla üst sıralarda yer almasına rağmen kovan başına alınan bal miktarında dünya ülkeleri arasında alt sıralarda yer almaktadır. Bunun sebebi ise üreticilerin yetersiz eğitimi ve ana arı konusunda yaşanan problemlerdir.

Bu araştırma sonucunda önemli görülen bazı konular üzerinde genel manada tartışma yapılmış, bununla birlikte üreticilere ve arıcılık konusunda yetkili olan kuruluşlara bazı önerilerde bulunulmuştur. Bu öneriler aşağıda maddeler halinde sıralanmıştır.

- 1) Öncelikle üreticiler, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı veya Arıcılar Birliği Başkanlığı bünyesinde uzman kişiler tarafından düzenli aralıklarla eğitime tabi tutulmalıdırlar.
- 2) Arıcı koloniyi sürekli güçlü tutmalı özellikle ana arı seçerken dikkat etmeli ve en az 2 yılda bir ana arıyı değiştirmelidir. Bu şekilde koloninin zayıf düşmesi engellenir ve hastalıklara karşı dayanıklılığı artar. Alınacak bu tedbir, aynı zamanda kovan başına bal üretim miktarını da arttıracaktır.
- 3) Bal tüketime sunuluncaya kadar, uygunsuz ısı işleme tabi tutulmamalı, hijyenik ve insan sağlığını tehdit etmeyecek şekilde hazırlanıp muhafaza edilmelidir.
- 4) Piyasadan ve özellikle hasat mevsiminde arıcılardan düzenli aralıklarla bal örnekleri alınıp belli parametreler analiz edilmelidir. Bu analiz sonucunda Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliğine uygun olmayan bal örneklerinin ait olduğu üretici veya firmalar ciddi yaptırımlara tabi tutulmalıdır.
- 5) Balın ihraç edilmesi konusunda üretici firmalara gerekli teknik konularda ve piyasada pazar bulma konusunda yetkili kuruluşlar tarafından destek sağlanmalıdır. Özellikle balın kalite standartları ve doğal aroması korunarak dış piyasada en iyi şekilde tanıtılması sağlanmalıdır.

## KAYNAKLAR

- A., Afik, O., Yeselson, Y., Schaffer, A. and Shafir, S.,** 2005. Physical, chemical and palynological characterization of avacado (*Persea americana* Mill.) honey in Israel. *Intrenational Journal of Food Scence and Technology*, 41: 387–394.
- Al Somai, N., K.E. Coley, P. C Molan, B.M. Hancock.,** 1994. Susceptibility of *Helicobacter Pylori* to the Antibacterial Activitiy of Manuka Honey. *J. Royal Soc. Med.* 87, 9–12
- Aljadi A.M. and Kamaruddin M.Y.,** 2004: Evaluation of the phenolic contents andantioxidant capacities of two Malaysian floral honeys. *Food Chem.*, 85: 513-518
- Amiot, M. J., Aubert, S., Gonnet, M. and Tacchini, M.,** 1989. The phenolic compounds in honey: preliminary study upon identification and family quantification. *Apidologie*, 20(2),
- Amor, D.M.,** 1978. Composition, properties and uses of honey- a literature survey. The British Food Manufacturing Industries Research Association, Leatherhead, UK., Scientific and Technical surveys No. 108, 84 pp.
- Anonim 1990, TS 3036 Bal Standardı, TS3036/Nisan 1990. (Türk Standartları Enstitüsü.)
- Anonim 2002. Bal Standardı. Türk Standartları Enstitüsü, TS 3036. ANKARA
- Anonim 2003, *pH and acids in honey*, National Honey Board, U.S.
- Anonim 2004. Bal Mucizesi. <http://www.saglikvakfi.org.tr/Default.asp?id=42>
- Anonim 2005. Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği. Bal Tebliği. Tebliği No 2005/49.
- Anonim 2006. Tarımsal Yapı (Üretim, Fiyat, Değer). T.C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü
- Anonymous, 1995. Official Methods of Analysis of AOAC International. 16th edn., ed. P. Cunniff. AOAC International, Arlington, Virginia, USA
- Anonymous, 2005. Food and Agriculture Organisation. FAO <http://www.fao.org>.
- Anupama, D., Bhat, K.K. and Sapna, V.K.,** 2003. Sensory and physico-chemical properties of commercial samples of honey. *food Research International*, 36, 183-191.
- Artık, N.,** 2004. Bitkilerin bal potansiyeli ve balın bileşimi. *Teknik Arıcılık Dergisi*, 86: 21-24.

- Babacan S, Rand, AG.,** 2005. Purification of Amylase From Honey. *J. Food Sci.*, 70: 413-418
- Bhandari, B., D’Arcy, B., & Kelly, C.,** 1999, Rheology and crystallization kinetics of honey: present status. *International Journal of Food Properties*, 2(3), 217- 226
- Blasa, M., Candiracci, M., Accorisi, A., Piacentini, M.P., Albertini, M.C. and Piatti, E.,** 2005. Raw Millefiori honey is packed full of antioxidants. *Food Chemistry*, paper in press.
- Bogdanov, S.,** 1999, Honey quality, methods of analysis and international regulatory standards: review of the work of the International honey commission, *Mitt. Lebensm. Hyg.* 90, 108–125.
- Bogdanov, S.,** 2002. Harmonised Methods of the International Honey Commission (Introduction and General Comments on the Methods) Swiss Bee Research Centre. FAM, Liebefeld, CH-3003 Bern, Switzerland.
- Bogdanov, S., Martin, P. and Lullmann, C.,** 1997. Harmonized methods of the European
- Cavia, M. M., Fernandez-Muino, M.A., Gómez-Alonso, E., Montes-Perez, M.J., Huidobro, J.F. and Sancho, M.T.,** 2002. Evolution of fructose and glucose in honey over one year: influence of induced granulation. *Food Chemistry*, 78,157–161.honey commission. *Apidologie*, 1-59.
- Chen, L., Mehta, A., Berenbaum, M., Zangerl, A.R. and Engeseth, N.J.,** 2000. Honeys from different floral sources as inhibitors of enzymatic browning in fruit and vegetable homogenates. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 48, 4997–5000.
- Cherchi, A. Spanedda, L., Tuberso, C. and Cabros, P.,** 1994. Solid phase extraction and high performance liquid chromatographic determination of organic acids in honey. *Journal of Chromatography A*, 669, 59–64.
- Clemson, A.** 1985, Honey and Pollen Flora. Department of Agriculture, New South Wales.
- Conti, M.E.** 2000. Lazio region (central Italy) honeys: a survey of mineral content and
- Crane, B.,** 1980. A book of honey. Oxford University Press, Oxford, U.K., 198 pp.
- Crane, E.,** 1975. Honey: A comprehensive survey. Heineman, 608 pp, London, UK. Dag,
- D’Arcy, B.,** 2007, High-power Ultrasound to Control of Honey Crystallisation, Rural Industries Research and Development Corporation, Australia, 140p.

- Devillers, J., Morlot, M., Pham-Delégue, M.H. and Doré, J.C.** 2004. Classification of monofloral honeys based on their quality control data. *Food Chemistry*, 86, 305–312.
- Doğaroğlu, M.**, 1990. *Modern Arıcılık Teknikleri*, ISBN 975-94210-0-3. Doğa Arıcılık Tic. Ltd. Şti. Tekirdağ. 296 pp. (2.Basım).
- Doğaroğlu, M.**, 2004. *Modern Arıcılık Teknikleri 2. Baskı*. Doğa Arıcılık Tic. Ltd. Şti. Tekirdağ
- Doner LS.**, 1977. The Sugar of Honey .A rewiew. *J Sci food Agriculture*, 28: 443–456.
- Eniştigil, N.**, 1977. Bal, bal hileleri, taklit, tağşiş ve mevzuat, *Batı Anadolu 1. Arıcılık*
- Erdoğan, Y., Dodoloğlu, A., Zengin, H.**, 2004. Farklı koşulların bal kalitesi üzerine etkileri. IV. Ulusal Zootekni Bilim Kongresi, 01–03
- Erdoğdu A,T.**2008. Türk Gıda Kodeksine Göre Bal.  
<http://www.gidasanayii.com/modulles.php?name = News&file = astrcle& sid= 7490>
- Esti, M., Panfili, G., Marconi, E. and Trivisno, M.C.** 1997. Valorization of the honeys from the Molise region through physico-chemical, organoleptic and nutritional.
- Fallico, B., Zappala, M., Arena E. and Verzea, A.**, 2004. Effect of conditioning on hmf content in unifloral honeys. *Food Chemistry*, 85: 305–313.
- Frankel, S., Robinson, G.E., Berenbaum, M.R.**, 1998, Antioxidant capacity and correlated characteristics of 14 unifloral honeys. *Journal of Apicultural Research*, 37 (1), 27–52
- Gheldof, H., Wang, X., Engeseth, N.J.**, 2002, Identification and quantification of antioxidant component of honeys from various floral sources. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50 (21), 5870–5877
- Gökmen, V.**, 2007. Analysis of HMF By HPLC. Cost Action 927 Training School. Building Skills on the Analysis of Thermal Process Contaminants in Foods, Ankara
- Gül, A.**, 2008. Türkiye’de Üretilen Bazı Balların Yapısal Özelliklerinin Gıda Güvenliği Bakımından Araştırılması. Doktora Tezi. Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Zootekni Anabilim Dalı. S. 97-99. Hatay
- Günbey, V.S., Günbey, B., Güney, F., Yılmaz, Ö.**, 2010. Ordu ili bal üreticilerinden elde edilen balların biyokimyasal yapısının incelenmesi. *Arıcılık Araştırma Dergisi*, s. 4. Ordu.



- Gürel F., Gösterit A.,** 2004. Arıcılığın etik açıdan değerlendirilmesi. 4. Ulusal Zootekni Bilim Kongresi, 01–03 Eylül, Isparta, Kongre Kitabı, s: 228–233.
- Haffejeei, E., A. Moosa,** 1985, Honey in the Treatment of Infantile gastroenteritis.Br.med. J. 290:1866–1867
- Hamzaoğlu H. ve ark.** 2000. Bal Mucizesi.  
<http://www.topuykackarbal.com/arastirmalar.htm>
- Haroun. M.İ.** 2006. Türkiye’de Üretilen Bazı Çiçek Ve Salgı Ballarının Fenolik Asit Ve Flavonoid Profilinin Belirlenmesi. Doktora Tezi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği A.B.D. Syf. 43–66. Ankara
- Huidobro JF, Santana FJ, Sa’nchez MP, Sancho MT, Muniategui S, Simal-Lozano J.,** (1995). Diastase, Invertase and Alpha-Glucosidase Activities in Fresh Honey From North- West Spain. J. Apicultural Res., 34: 39–44.
- İnci, A.,** 2001. Balın niteliği, üretimi, hasadı ve depolanması.Teknik Arıcılık Dergisi. Haziran 2001 Sayı:72., s., 11-17.
- Kargioğlu, A.,** 2008. Bal şifadır.  
[http://www.yaklasansaat.com/dunyamiz/canlilar/bal\\_sifadir.asp](http://www.yaklasansaat.com/dunyamiz/canlilar/bal_sifadir.asp) Erişim tarihi: 20.01.2009
- Karkacier, M., Gürel, F. ve Özdemir, F.,** 2000. Farklı balların HPLC yöntemi ile belirlenen şeker içerikleri kullanılarak tanımlaması. Gıda, 25(1), 69–73.
- Kaya, S., Pirinçci, İ., Ünsal, İ.A., Karaer, Z., Traş, B., Bilgili, A., Akar, F. ve Doğan, A.,** 2002. Veteriner Hekimliğinde Farmakoloji 2, Cilt, 3. Baskı, Medisan Yayınevi. Ankara.
- Kolankaya, D.,** 2001. Antioksidant etki ve bal. Mellifera., sayı 1
- Köse, G.,** 1986. Balın bileşimi ve özelliği. Teknik Arıcılık, Sayı, 7 18–20.
- Krell, R.,** 1996, Value-Added Products from Beekeeping, Fao Agricultural Services Bulletin No. 124, Chapter 3, Pollen, <http://www.fao.org/docrep>
- Lawless, H.T., Horne, J. and Giasi, P.** 1996. Astringency of organic acids in related pH. Chemical senses, 21, 397–403.
- Lazaridou, A., Biliaderis, C.G., Bacandritsos, N. And Sabatini, A.G.** 2004. Composition, thermal and rheological behaviour of selected Greek honeys. Journal of Food Engineering, 64, 9–21.
- Lusby, P., E., A., Coombes, J., M. and Wilkinson,** 2002. Honey: A Potent Agent for Wound Healing?, J.Wocn., S., 295–300.

- Meda, A., Lamien, C.E., Romito, M., Millogo, J. and Nacoulma, O.G.** 2005. Determination of the total phenolic, flavonoid and proline contents in Burkina Fasan honeys, as well as their radical scavenging activity. *Food Chemistry*, 91, 571–577.
- Molan, P.C.** 1992. The antibacterial activity of honey 2. Variation in the potency of the antibacterial activity. *Bee World*, 59–76.
- Molan, P.C.**, 1997, Honey as an Antimicrobial Agent. International Conference on Bee Product: Properties, Applications and Apitherapy P:27. Israel.
- Molan P.C.** 2000. Balın Modern Tıpta Kullanımı. *Teknik Arıcılık*, 67: S.25–31
- Muller, H.G. and G. Tobin**, 1980, Nutrition and Food Processing, Avi- American Edition, The Avi Publishing Company, Inc. Westport, Connecticut, USA, 302p.
- Mundo, M. M., O. I. Padilla-Zakour, R. W. Worobo** 2004. Growth inhibition of foodborne pathogens and food spoilage organisms by select raw honeys. *International Journal of Food Microbiology* 97. S.1–8.
- Nicholls, J., Miraglio, A. M.**, 2003, Honey and healthy diets, *Cereal Foods World*, 48(3), 116-119
- Nourisis, M. J.** 1993. *The SPSS Guide to Data Analysis*, 2nd edition, Chicago.
- Nozal, J. M., Jose, L. B., Toribio, L., Jimenez, J. J., Martin, T. M.**, 2001, Highperformance liquid chromatographic determination of methyl anthranilate, hydroxymethylfurfural and related compounds in honey, *Journal of Chromatography A.*, 917, 95-103.
- Rice-Evans, C., A., Miller, N., J. ve Paganga**, 1997. *Trends Plant Sciences*, 2, 152-159
- Salem, S. N.**, 1981. Honey regimen in gastrointestinal disorders. *Bull. Islamic Med.* 1: 358 362
- Silici, S.**, 2004. Türkiye'nin farklı bölgelerine ait bal örneklerinin kimyasal ve palinolojik özellikleri. *Mellifera*, 4-7:13-18
- Singleton, V.L., Orthofer, R and Lamuela-Raventos, R.M.**, 1999. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Methods in Enzymology*, 299, 152–178.
- Sorkun, K., Doğan, C., Başoğlu, N., Gümüş, Y., Ergün, K., Bulakeri, N., Işık, N.**, 2002. Türkiye’de üretilen doğal ve yapay balların ayırt edilmesinde fiziksel, kimyasal ve mikroskopik analizler. *Mellifera Dergisi* 2002. 2;(4), s.13-21.

- Sunay, E.A., Altıparmak, Ö., Doğaroğlu, M ve Gökçen, J.,** 2003. Türkiye ve Dünyada bal üretimi, ticareti ve karşılaşılan sorunlar. II. Marmara Arıcılık Kongresi, 28-30 Nisan 2003. Yalova
- Sunay, A.E., Boyacıoğlu, D.,** 2008. Türk cam balının belirleyici özellikleri. 1. Uluslar arası Muğla Arıcılık ve Cam Balı Kongresi. 25–27 Kasım 2008. Muğla.
- Şahinler, N., Gül, A.,** 2004. Yayla ve ayçiçeği ballarının biyokimyasal analizi. IV. Ulusal Zootekni Bilim Kongresi, 01–03 Eylül 2004. Isparta.
- Şahinler, N., Şahinler, S., Gül, A.,** 2001. Hatay yöresi ballarının bileşimi ve biyokimyasal analizi. Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, 6 (1-2), s.93-108.
- Terrab, A., Diez, M.J. and Heredia, F. J.** 2002. Characterization of Moroccan unifloral honeys by their physicochemical characteristics. Food Chemistry, 79, 373 – 379.
- Terrab A, Díez MJ, Heredia FJ.,** 2003. Palynological, Physico-Chemical and Colour Characterization of Moroccan Honeys: III. Other Unifloral Honey Types. Int. J. Food Sci. Technol., 38: 395–402
- Terrab, A., Recamales, A.F., Hernanz, D. and Heredia, F.G.** 2004. Characterization of Spanish thyme honeys by their physicochemical characteristics and mineral contents. Food Chemistry, 88, 537–542.
- Thawley, A.R.,** 1969. The Components of honey and their effects on it's properties, A Review, Bee World, 50 (2): 51-60.
- Tolon, B.,** 1999. Muğla ve Yöresi Çam Ballarının Biyokimyasal Özellikleri Üzerine Bir Araştırma. Doktora Tezi, Ege Üniv. Fen Bil. Enst.117 s İzmir.
- Tomas-Barberan, F.A., Ferreres, F., Ortiz-Valbuena, A. and Fernandez-Maeso, M.C.** 1994. Estudio Sobre el contenido en flavonoids de las mieles de la alcaria-CSIC. Madrid.
- Tonks A.J., Cooper R.A., Jones K.P., Blair S., Patron J., Tonks A.** 2003: Honey stimulates typical quality parameters. Food Control, 11, 459–463.
- Velioğlu, S. ve Köse, G.** 1983. Ülkemizde üretilen ayçiçeği ballarının standarda (TS 3036) uygunluğu üzerinde bir araştırma. Beslenme ve Diyet Dergisi, 17: 285–293.
- White, J.W.Jr., Riethof, M.L., Subers, M.H., and Kushnir, I.,** 1962, Composition of American Honeys, Tech. Bull. U.S. Dep. Agric, A.A. 655/63, 1261: 124p.
- White, J.W.** 1974. Beekeeping: Honey and Honey Products. In: Encyclopedia of Food Technology. Westport, Conn. AVI Publishing. p.:103-108.

- White, J.** 1975. Composition of honey. In Crane, E (ed) honey: a comprehensive survey. Heinemann, London, UK. pp.157–206.
- White, J. W.,** 1978, Honey. Advances in Food Research, 24, 288–375.
- White, J .W., Doner, L. W.,** 1980, Beekeeping in The United States agriculture handbook number 335, [http:// www. beesource.com/pov/usda/beekpUSA82.htm](http://www.beesource.com/pov/usda/beekpUSA82.htm).
- Yılmaz, H. ve Kufrevioğlu, I.,** 2000. Composition of honeys collected from eastern and south-eastern Anatolia and effect of storage on hydroxymethylfurfural content and diastase activity. Türk J. Agric For., 25: 347-349 pp.
- Yılmaz, H.,** 2005. Bal Sektöründe Üretici ve Tüketici Bilinci. İnternet Erişim. <http://www.bizimmarketdergisi.com>
- Zander, E., and Maurizio, A.,** 1975, Honig, Eugen Ulmer, Stuttgart, 212p

## **ÖZGEÇMİŞ**

1984 yılında Elazığ'da doğdu. 2003 yılında Elazığ Atatürk Lisesi'nden mezun olduktan sonra, Fırat Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Fen Bilgisi Öğretmenliğinden yüksek öğrenime başladı ve 2008 yılında buradan mezun oldu. 2009 yılında Tunceli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Bilimleri Anabilim Dalı'nda yüksek lisansa başladı ve halen yüksek lisansa devam etmektedir. Yabancı dili İngilizcedir.