

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

**TÜRKİYE’DE SATIŞA SUNULAN ARI SÜTLERİNİN KALİTELERİNİN**  
**BELİRLENMESİ**

**İbrahim YAVUZ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**  
**ZOOTEKNİ ANABİLİM DALI**

**2013**

**TÜRKİYE’DE SATIŞA SUNULAN ARI SÜTLERİNİN KALİTELERİNİN  
BELİRLENMESİ**

**İbrahim YAVUZ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
ZOOTEKNİ ANABİLİM DALI**

Bu tez Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından 2011.02.0121.036 proje numarası ile desteklenmiştir.

2013

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

**TÜRKİYE’DE SATIŞA SUNULAN ARI SÜTLERİNİN KALİTELERİNİN**  
**BELİRLENMESİ**

**İbrahim YAVUZ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**ZOOTEKNİ ANABİLİM DALI**

Bu tez 08/02/2013 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından (90) not takdir edilerek oybirliği ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Fehmi GÜREL (Danışman).....

Prof. Dr. Mustafa KARHAN .....

Prof. Dr. Mehmet Ziya FIRAT.....

## ÖZET

### TÜRKİYE’DE SATIŞA SUNULAN ARI SÜTLERİNİN KALİTELERİNİN BELİRLENMESİ

**İbrahim YAVUZ**

**Yüksek Lisans Tezi, Zootečni Anabilim Dalı**  
**Danışman: Prof. Dr. Fehmi GÜREL**  
**Şubat 2013, 43 sayfa**

Son yıllarda arı sütü tüketimi hızlı bir şekilde artmasına karşın, Türkiye’de satılan arı sütlerinin kaliteleri ile ilgili yeterli bilgi bulunmamaktadır. Kalite özelliklerini belirlemek için 12 adedi ticari firmalardan bir adedi ise Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü arılı kolonilerinden üretilen (kaynağı bilinen, taze olarak hasat edilmiş) olmak üzere toplam 13 farklı arı sütü örneği nem, ham protein, asitlik, pH, kül, toplam şeker, fruktoz, glukoz, sakaroz ve 10-HDA içeriği bakımından analiz edilmiştir. İncelenen tüm kimyasal özellikler bakımından arı sütü örnekleri arasındaki farklılıklar önemli bulunmuştur ( $P<0.01$ ). Arı sütü örneklerinin nem içeriği % 63.10 ile % 73.55, ham protein içeriği % 9.76 ile % 12.57, kül içeriği % 0.92 ile 1.17, toplam şeker içeriği % 7.68 ile % 11.66 ve 10- HDA içeriği % 0.57 ile % 3.11 arasında değişim göstermiştir. Bu çalışmada ölçülen 10-HDA değerleri yürürlükte olan Türk arı sütü standardı ile karşılaştırıldığında 13 örnekten 6 sınıfın % 1.4 olarak belirtilen Türk arı sütü 10-HDA standardı sınırının altında olduğu saptanmıştır.

**ANAHTAR KELİMELEER:** Bal arısı, arı sütü, kimyasal kompozisyon, kalite kontrol

**JÜRİ:** Prof. Dr. Fehmi GÜREL (Danışman).....

Prof. Dr. Mustafa KARHAN .....

Prof. Dr. Mehmet Ziya FIRAT.....

## **ABSTRACT**

### **ASSESSING THE QUALITY OF ROYAL JELLY PURCHASED IN TURKEY**

**İbrahim YAVUZ**

**M.Sc. Thesis in Animal Science  
Adviser: Prof. Dr. Fehmi GÜREL  
February 2013, xx pages**

Although the consumption of royal jelly has been rapidly increase in recent years, there is a lack of knowledge about the quality of royal jelly purchased in Turkey. In order to evaluate quality properties, a total of thirteen different royal jelly samples, consisting of 12 commercial samples, and 1 sample of known origin obtained from freshly harvested from University of Akdeniz Department of Zootechny bee colonies were analyzed for water, crude protein, acidity, pH, ash, total sugar, fructose, glucose, sucrose and 10-HDA content. There were significant differences between the royal jelly samples with regard to all of the chemical properties determined in this work ( $P<0.01$ ). Water, crude protein, ash, total sugar and 10-HDA content of the 13 royal jelly samples varied from 63.10 to 73.55 %, 9.76 to 12.57 %, 0.92 to 1.17 %, 7.68 to 11.66 % and 0.57 to 3.11 %, respectively. Comparison of the 10-HDA values measured in this study with the currently available Turkish royal jelly standard showed that 6 of the 13 royal jelly samples had lower values than the allowed Turkish limit of 1.4 %.

**KEY WORDS:** Honeybee, royal jelly, chemical composition, quality control

**COMMITTEE:** Prof. Dr. Fehmi Gürel (Adviser ) .....  
Prof. Dr. Mustafa KARHAN .....  
Prof. Dr. Mehmet Ziya FIRAT.....

## ÖNSÖZ

Arı sütü ilaç ve gıda sanayinden kozmetik ve imalat sanayine kadar birçok sektörde kullanılmaktadır. Atfedilen sıra dışı biyolojik özelliklerinden dolayı, günümüzde arı sütüne önemli miktarda ticari bir talep oluşmuştur ve bu durum kendi taleplerini karşılamada yetersiz olan ülkelere önemli miktarlarda arı sütü ithalatına yol açmaktadır. Çin dünya arı sütü üretiminin % 60 dan fazlasını üretmekte ve bu ülkeyi Kore, Tayvan gibi Asya ülkeleri izlemektedir. En önemli ithalatçı ülkeler ise Japonya, ABD ve Avrupa Birliği ülkeleridir (Sabatini vd 2009). Türkiye'nin arı sütü üretim ve tüketim miktarına ilişkin sağlıklı bir veri olmamasına karşın arı sütü üretiminin yıllık yaklaşık 500 kg civarında olduğu tahmin edilmektedir. Türkiye'nin bal arısı (*Apis mellifera*) koloni sayısı dikkate alındığında bu miktarın çok düşük olduğu açık olarak görülmektedir. Türkiye arı sütü tüketim miktarı üretim miktarının çok üstündedir ve bu talep büyük ölçüde Çin'den ithal edilerek karşılanmaktadır. Bu çalışmada Türkiye'de satışa sunulan arı sütü örneklerinin nem, toplam protein, asitlik, pH değeri, kül ve 10-HDA içerikleri saptanarak satışa sunulan arı sütü örneklerinin saflığı ve kalitesi belirlenmeye çalışılmış ve tüketicilerin bu konuda mağdur edilmemesi için gerekli bilimsel verilerin elde edilmesi amaçlanmıştır.

Bu konuda çalışma fırsatı sunan ve desteğini hiçbir zaman esirgemeyen çok değerli Danışman Hocam Sayın Prof. Dr. Fehmi GÜREL' e (Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü Hayvan Yetiştirme ve Islahı Anabilim Dalı Başkanı), deneyimleriyle yön veren değerli Hocalarım Sayın Prof. Dr. Mustafa KARHAN (Akdeniz Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölüm Başkanı) ve Sayın Yrd. Doç. Dr. Nedim TETİK'e (Akdeniz Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü), laboratuvar çalışmalarımda çok büyük emeği geçen Sayın Taner ERKAYMAZ' a (Akdeniz Üniversitesi Gıda Güvenliği ve Tarımsal Araştırmalar Merkezi ), önemli destekleri için Arş. Gör. Aslı ARSLAN' a (Akdeniz Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü), Arş. Gör. Ayşegül CİVANER'e Arş. Gör. Bahar ARGUN KARSLI' ya (Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü) , araştırmamı maddi olarak destekleyen Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi' ne teşekkür ederim.

Neşeleri ve destekleriyle hep yanımda olan biricik yeğenim Behice Hüma YÜCE' ye, Ablam Hatice YAVUZ YÜCE' ye, Eniştem Harun YÜCE' ye ve hayatım boyunca maddi ve manevi destekleriyle bu günlere gelmemi sağlayan çok kıymetli annem Emine YAVUZ ve babam Hasan YAVUZ' a sonsuz teşekkür ederim. Ayrıca her an sevgisiyle ve desteğiyle yanımda olan çok sevdiğim hayat arkadaşım müstakbel eşim Gıda Yüksek Mühendisi Hatice Gözde HOSTA' ya sonsuz teşekkür ederim.

## İÇİNDEKİLER

|                                                           |      |
|-----------------------------------------------------------|------|
| ÖZET.....                                                 | i    |
| ABSTRACT .....                                            | ii   |
| ÖNSÖZ .....                                               | iii  |
| İÇİNDEKİLER .....                                         | v    |
| SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ .....                      | vii  |
| ŞEKİLLER DİZİNİ.....                                      | viii |
| ÇİZELGELER DİZİNİ .....                                   | ix   |
| 1. GİRİŞ .....                                            | 1    |
| 2. KURAMSAL BİLGİLER VE KAYNAK TARAMALARI.....            | 4    |
| 2.1. Arı Sütünün Fiziksel Özellikleri .....               | 4    |
| 2.2. Arı Sütünün Kimyasal Özellikleri.....                | 4    |
| 2.3. Arı Sütünün Biyolojik Özellikleri ve Kullanımı ..... | 9    |
| 2.4. Arı Sütünün Kalite Ölçütleri .....                   | 11   |
| 3. MATERYAL ve METOT .....                                | 14   |
| 3.1. Materyal .....                                       | 14   |
| 3.1.1. Arı sütü materyali ve örnekleme .....              | 14   |
| 3.1.2. Çalışmada kullanılan araç ve gereçler .....        | 17   |
| 3.2. Metot .....                                          | 18   |
| 3.2.1. Nem tayini .....                                   | 18   |
| 3.2.2. Kül tayini .....                                   | 18   |
| 3.2.3. pH tayini .....                                    | 18   |
| 3.2.4. Asitlik tayini .....                               | 18   |
| 3.2.5. Ham protein tayini .....                           | 19   |

|                                                              |    |
|--------------------------------------------------------------|----|
| 3.2.6. Şeker tayini .....                                    | 19 |
| 3.2.7. 10-HDA tayini .....                                   | 19 |
| 3.2.8. İstatistiksel analizler .....                         | 21 |
| 4. BULGULAR .....                                            | 24 |
| 4.1. Nem .....                                               | 24 |
| 4.2. Kül .....                                               | 25 |
| 4.3. pH .....                                                | 26 |
| 4.4. Asitlik .....                                           | 27 |
| 4.5. Ham Protein .....                                       | 28 |
| 4.6. Şeker .....                                             | 29 |
| 4.7. Arı Sütünde 10-HDA konsantrasyonunun belirlenmesi ..... | 32 |
| 5. TARTIŞMA .....                                            | 34 |
| 6. SONUÇ .....                                               | 37 |
| 7. KAYNAKLAR .....                                           | 40 |
| ÖZGEÇMİŞ .....                                               | 43 |

## SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

### Simgeler

|       |                         |
|-------|-------------------------|
| °C    | Santigrat derece        |
| M     | Molarite                |
| m/z   | Kütle/yük               |
| M     | Metre                   |
| mg    | Miligram                |
| ml    | Mililitre               |
| mM    | Milimolar               |
| µg/kg | Mikrogram/Kilogram      |
| NaOH  | Sodyum Hidroksit        |
| N     | Normalite               |
| rpm   | Dakikadaki dönme sayısı |
| HCl   | Hidroklorik asit        |
| NaCl  | Sodyum klorür           |
| R     | Regresyon sabiti        |

### Kısaltmalar

|                  |                                                                           |
|------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| <i>A. m</i>      | <i>Apis mellifera</i> ( Bal arısı)                                        |
| HPLC             | Yüksek performanslı sıvı kromatografisi                                   |
| 10-HDA           | 10- Hidroksi-2-dekonoik asit                                              |
| F                | Frekans                                                                   |
| n                | Örnek sayısı                                                              |
| Prof. Dr.        | Profesör Doktor                                                           |
| P                | Olasılık                                                                  |
| RJP-1            | Arı sütünün özel bir proteini (monomerik glyco protein)                   |
| St. Sap.         | Standart sapma                                                            |
| TSE              | Türk Standartları Enstitüsü                                               |
| TS               | Türk standartları                                                         |
| TS 6666          | Arı sütü standardı                                                        |
| TS 4717 ISO 5983 | Azot muhtevasının tayini ve ham protein muhtevasının hesaplanması         |
| TS 2131 ISO 928  | Baharat ve çesni veren bitkilerde toplam kül standardı                    |
| Yrd. Doç. Dr.    | Yardımcı Doçent Doktor                                                    |
| UHPLC-MS/MS      | Ultra yüksek performanslı sıvı kromatografisi-tandem kütle spektrometresi |

## ŞEKİLLER DİZİNİ

|                                                                                         |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Şekil 2.1. 5–15 günlük yaştaki işçi arıların arı sütü üretimi.....                      | 15 |
| Şekil 2.2. 3-4 günlük yaştaki ana arı yüksükleri (gözleri) .....                        | 16 |
| Şekil 2.3. Larva transferinden sonraki 1.gün .....                                      | 16 |
| Şekil 2.4. Larva transferinden sonraki 2.gün .....                                      | 16 |
| Şekil 2.5. Larva transferinden sonraki 3. gün .....                                     | 16 |
| Şekil 2.6. Larva transferinden sonraki 4. gün .....                                     | 16 |
| Şekil 3.1. UHPLC-MS/MS cihazında 10- HDA analizi için geliştirilen metot .....          | 22 |
| Şekil 3.2. 10- HDA analizi için geliştirilen UHPLC-MS/MS kuantifikasyon metodu ...      | 22 |
| Şekil 3.3. 10- HDA kalibrasyon doğrusu .....                                            | 23 |
| Şekil 3.4. İki numaralı örneğe ait 10- HDA analizinden elde edilen cihaz verileri ..... | 23 |

## ÇİZELGELER DİZİNİ

|                                                                                            |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Çizelge 2.1. Taze arı sütünün bileşimi .....                                               | 8  |
| Çizelge 2.2. Arı sütünün lipit kompozisyonu.....                                           | 8  |
| Çizelge 3.1. Araştırmada kullanılan arı sütü örneklerine ilişkin bilgiler .....            | 14 |
| Çizelge 4.1. Arı sütü örneklerinin nem içeriklerine ait tanımlayıcı değerleri (%).....     | 24 |
| Çizelge 4.2. Arı sütü örneklerinin kül içeriklerine ait tanımlayıcı değerleri (%) .....    | 25 |
| Çizelge 4.3. Arı sütü örneklerinin pH değerlerine ait tanımlayıcı değerleri.....           | 26 |
| Çizelge 4.4. Arı sütü örneklerinin asitlik değerlerine ait tanımlayıcı değerleri .....     | 27 |
| Çizelge 4.5. Arı sütü örneklerinin ham protein içeriklerine ait tanımlayıcı değerleri .... | 28 |
| Çizelge 4.6. Arı sütü örneklerinin toplam şeker içeriklerine ait tanımlayıcı değerleri ..  | 29 |
| Çizelge 4.7. Arı sütü örneklerinin fruktoz içeriğine ait tanımlayıcı değerleri (%) .....   | 30 |
| Çizelge 4.8. Arı sütü örneklerinin glukoz içeriğine ait tanımlayıcı değerleri (%).....     | 31 |
| Çizelge 4.9. Arı sütü örneklerinin sakaroz içeriğine ait tanımlayıcı değerleri (%).....    | 32 |
| Çizelge 4.10. Arı sütü örneklerinin 10-HDA içeriklerine ait tanımlayıcı değerleri (%).     | 33 |

## 1. GİRİŞ

Anadolu dünyada arıcılığın en eski ve en yaygın yapıldığı merkezlerden birisidir. Türkiye'nin coğrafik konumu, zengin bitki varlığı, farklı vejetasyon tipleri ve iklimsel özellikleri arıcılığın gelişerek sürdürülmesini sağlamıştır. Türkiye yaklaşık 5 milyon adet bal arısı koloni varlığı ve 80 bin ton/yıl bal üretimiyle günümüzde çok önemli bir arıcılık ülkesi olarak kabul edilmektedir (Karacaoğlu 2012). Koloni sayısı bakımından dünyada ikinci sırada bulunan ülkemizde bu arı popülasyonu bir taraftan florada devamlılığı sağlamakta ve bitkisel üretimde verim ve kaliteyi arttırmakta diğer taraftan ise bal ve diğer ürünleri ile önemli bir gelir yaratmaktadır. İnsanoğlunun arıcılıkla ilgilenmeye başlamasından bu güne kadar öncelikli ürün olarak balın dikkate alındığı bilinmektedir. Ancak son yıllarda arıcılık sektöründeki gelişmeler polen, arı sütü ve propolis gibi diğer arı ürünlerinin de üretimini ve tüketimini yaygınlaştırmıştır (Gürel 2012).

Arı sütü genç işçi (5–15 günlük yaştaki) arıların yutak altı ve alt çene (hipofarengeal ve mandibular) bezlerinden salgıladıkları ve genç yaştaki larvaları ve ana arıyı beslemede kullandıkları bir gıdadır. Oluşumu itibarıyla diğer canlıların memelerinde üretilen süt ile herhangi bir ilgisi olmamakla beraber sütü görünüşü ve yavru beslenmesinde kullanımı nedeniyle Türkçe terminolojide süt olarak, diğer dillerde ise kraliçeye özgü bir jöle olarak adlandırılmaktadır (Köseoğlu ve Doğaroğlu 2012). İşçi arı ve erkek arı larvaları larva döneminin ilk üç günü arı sütü ile beslenmesine karşın ana arı olacak larvalar bütün larva dönemi boyunca arı sütü ile beslenmektedir. Bu nedenle herhangi bir döllenmiş yumurtadan ana arı veya işçi arı oluşumunu belirleyen temel faktör larvaların arı sütüyle beslenme süresidir. Ana arının uygun koşullar altında günde yaklaşık 2000 yumurta yumurtlayabilmesinin ve 5–6 hafta yaşayan işçi arılara oranla birkaç yıl yaşamasının da temel sebebi arı sütü ile beslenmesidir. Bu özelliklerinden dolayı arı sütü, bal arısı koloni yaşamında olağanüstü etkileri olan en önemli üründür (Güler 2006).

Arı sütü; açık krem-kemik rengine, peltemsi- jöle kıvamında, keskin, mayhoş bir tada ve kokuya sahiptir. Suda kısmen çözünür ve oldukça asidik yapıdadır. Arı sütünün ana bileşenleri proteinler, karbonhidratlar ve yağlardır. Yaş ağırlığın yaklaşık üçte ikisini su oluşturmaktadır. Arı sütünün yaklaşık olarak % 65–68’ ini su, % 12–14’ ini ham protein, % 11-13’ünü şekerler, % 5’ini yağ asitleri ve % 1’ini mineral maddeler oluşturur (Münstedt ve Georgi 2003, Jianke ve Shenglu 2005). TSE (Türk Standardları Enstitüsü) ‘ye göre saf arı sütü “genç işçi arıların baş bölgesinde bulunan hypopharyngeal bezlerinin salgısı olup ana arı gözlerine aşılana larvaların beslenmesine yarayan, ancak ana arı gözlerine aşılama yapıldıktan sonra 36–48 saat süresince uygun aygıtlarla toplanan, pelte kıvamında açık krem-kemik rengine, kendine has kokuya ve yakıcı bir lezzete sahip üründür” şeklinde tanımlanmıştır. Ayrıca bu standarda üretici ve / veya satıcının TSE standartlarına uygun olarak beyan ettiği arı sütü ve arı sütü ürünleri için istendiğinde standartlara uygunluk beyannamesi vermek veya göstermek zorunda olduğu, toplanan arı sütlerinin koyu renkli temiz cam şişe veya kavanozlara hızlıca konularak – 5 °C de uygun soğutucularda muhafaza edilmesi gerektiğine ilişkin çeşitli hükümler bulunmaktadır. TSE arı sütü standartına göre arı sütünün nem içeriği % 62.5 ile % 68.5, protein içeriği % 11 ile % 14.5 arasında, 10-hidroksi- 2-dekonoik asit (10-HDA) en az % 1.40, mineral madde miktarı en fazla % 1.50 olmalıdır (Anonim 2000). Son yıllarda yapılan bazı çalışmalarda 10-HDA oranının daha yüksek olması gerektiği vurgulanmış ve en az % 1,9 ‘un üstüne çıkarılması önerilmiştir.

Arı sütü ilaç ve gıda sanayinden kozmetik ve imalat sanayine kadar birçok sektörde kullanılmaktadır. Atfedilen sıra dışı biyolojik özelliklerinden dolayı, günümüzde arı sütüne önemli miktarda ticari bir talep oluşmuştur ve bu durum kendi taleplerini karşılamada yetersiz olan ülkelerde önemli miktarlarda arı sütü ithalatına yol açmaktadır. Çin dünya arı sütü üretiminin % 60 dan fazlasını üretmekte ve bu ülkeyi Kore, Tayvan gibi Asya ülkeleri izlemektedir. En önemli ithalatçı ülkeler ise Japonya, ABD ve Avrupa Birliği ülkeleridir (Sabatini vd 2009). Türkiye arı sütü üretim ve tüketim miktarına ilişkin sağlıklı bir veri olmamasına karşın arı sütü üretiminin yıllık yaklaşık 500 kg civarında olduğu tahmin edilmektedir. Türkiye bal arısı koloni sayısı dikkate alındığında bu miktarın çok düşük olduğu açık olarak görülmektedir. Türkiye

arı sütü tüketim miktarı üretim miktarının çok üstündedir ve bu talep büyük ölçüde Çin'den ithal edilerek karşılanmaktadır.

Arı sütü için standart bir içeriğin tanımlanması ve arı sütü içindeki farklı bileşiklerin hem miktar hem de kalitesinin güvenilir bir şekilde değerlendirilebilmesi amacıyla analitik testlerin uygulanması ve arı sütü içeren ürünlerde arı sütü varlığının belirlenmesi ve böylece olası hilelerin de saptanabilmesi son yıllarda üzerinde yoğun olarak çalışılan konulardır. Arı sütünde saflığın bozulması ve tağşiş edilme en önemli kalite problemidir. Günümüzde, 10-HDA (10- Hidroksi-2-dekonoik asit) arı sütünün gerçeklik ve saflığının rutin testinde en yaygın kullanılan özelliktir (Antinelli vd 2003). Arı sütü ile ilgili 19. yüzyılın sonlarından itibaren çok sayıda çalışma yapılmıştır. Buna karşın, farklı üretim koşulları, farklı örnekleme prosedürleri gibi araştırma materyalleri arasındaki birörneklik eksikliğinden dolayı elde edilen verilerin sıklıkla karşılaştırılabilir olmaması nedeniyle farklı araştırmacıların elde ettiği bulguları uygulanabilir hale getirmek zor olmuştur. Bunun yanında kullanılan analitik metotların çeşitliliği ve bu metotların sürekli geliştirilmesi ile beraber deneysel koşullardaki farklılıklar da söz konusudur (Sabatini vd 2009). Bu nedenle son yıllarda üretilen ve ticari olarak satışa sunulan arı sütü içeriğinin tanımlanması, ticari olarak üretilmiş arı sütünün kalitesinin belirlenmesi ve arı sütü içeren ürünlerde arı sütü varlığı ve miktarının güvenilir bir şekilde saptanmasına yönelik standart yöntem ve parametrelerle ilgili çalışmalar hız kazanmıştır.

Arı sütü için henüz uluslararası bir standart geliştirilmemiştir. Günümüzde çok sayıda ülkede arı sütü için ulusal standartlar hazırlanmıştır. Uluslararası bal komisyonunda bir grup arı sütü standartı üzerinde çalışmaktadır. Ayrıca Avrupa Birliği birliğe bağlı ülkelerde geçerli olacak arı sütü standardı ve kalite kriterleri ile ilgili bir proje başlatmıştır. Türkiye'de de bu gelişmelere paralel olarak arı sütü standartlarının güncellenmesi ve kalite kriterlerine yönelik araştırmaların desteklenmesi yararlı olacaktır. Özellikle Çin'den ithal edilen arı sütlerinin kalitesi ile ilgili yoğun şüpheler bulunmaktadır. Dolayısıyla uygun kalite kriterleri saptanarak kamu araştırma kurumlarında bu kriterlerin analitik olarak uygun yöntemlerle test edilmesi gerekmektedir. Bu çalışmada Türkiye'de satışa sunulan arı sütü örneklerinin nem,

toplam protein, asitlik, pH değeri, kül ve 10-HDA içerikleri saptanarak satışa sunulan arı sütü örneklerinin saflığı ve kalitesi belirlenmeye çalışılmış ve tüketicilerin bu konuda mağdur edilmemesi için gerekli bilimsel verilerin elde edilmesi amaçlanmıştır.

## **2. KURAMSAL BİLGİLER VE KAYNAK TARAMALARI**

### **2.1. Arı Sütünün Fiziksel Özellikleri**

Arı sütü; açık krem-kemik renginde, peltemsi- jöle kıvamında olmakla birlikte homojen yapıda, keskin, fenolik bir kokuya ve ekşi bir tada sahiptir. Oldukça asidik (pH 3.4–4.5) yapıdadır. Yoğunluğu yaklaşık 1.1 g/cm<sup>3</sup> tür ve suda kısmen çözünür. Su ile karıştırılınca hafif köpüklenir. Viskozitesi su içeriğine, depolama koşullarına ve zamana göre değişir. Oda sıcaklığında ya da 5°C de tutulduğunda viskozitesi artmaktadır. Arı sütünde bulunan larvaya ait deri kalıntıları gibi partiküller saflığının göstergesidir. Mum kalıntıları ile de az veya çok karşılaşılabilir. Mikroskopik incelemelerde eser miktarda polene rastlanabilir. Fakat bu partiküllerin varlığı ve miktarı önemli ölçüde toplama yöntemiyle ilgilidir. Depolanan arı sütlerinde, içerisindeki bileşiklerin çökmesine bağlı olarak küçük parçacıklar oluşabilir. Işık altında kaldığında çok çabuk bozulur (Krell 1996, Anonim 2000, Graham 2003, Korkmaz ve Öztürk 2010).

### **2.2. Arı Sütünün Kimyasal Özellikleri**

Yıllar boyunca arı sütünün kimyasal yapısı ile ilgili çok sayıda analiz yapılmıştır. Ancak arı sütünün asit yapısı, olağandışı içeriği ve içeriğini oluşturan bileşenlerin karmaşık karışımı nedeniyle yakın zamana kadar çok ayrıntılı bilgilere ulaşılammıştır. Son yıllarda yapılan arı sütü bileşenleri ile ilgili çalışmalardan elde edilen değerler oldukça uyumludur. Ancak şekerler ve yağlar gibi bazı parametrelerde yüksek varyasyon gözlenmektedir. Elde edilen veriler farklı analiz ve metot ve örnek sayıları kullanılarak farklı bölgelerde ve farklı üretim zamanlarında üretilen arı sütü örneklerinden sağlanmıştır. Farklı coğrafik orijinlerden elde edilen örneklerde analiz

sonuçları kompozisyon bakımından bölgeleri birbirlerinden ayırmada bir farklılık göstermemiştir. Benzer şekilde çevre koşullarının ana bileşenleri önemli ölçüde etkilemediği söylenebilir. Genel olarak, arı sütü kompozisyonunun farklı koloniler, arı hatları ve zaman süresince oldukça sabit kaldığı görülmektedir. Arı sütü salgılayan işçi arıların yaşına ve beslenmesine, arı sütünün toplama ve depolama koşullarına ve analizlerde kullanılan metotlara bağlı olarak arı sütü içeriğinde bazı farklılıklar görülebilmektedir. Arı sütünü oluşturan bütün bileşenler içinde bileşenlerle ilgili en büyük varyasyon muhtemelen şekerlerdedir. Çünkü büyük ölçüde işçi arılar ana arı larvasının yaşına bağlı olarak farklı miktarlarda şekeri arı sütüne katarlar. İz mineraller de diğer bileşiklerden muhtemelen daha fazla varyasyon gösterirler. Çünkü işçi arılar tarafından tüketilen ve metabolik işlem sonucu arı sütüne dönüştürülen polenin mineral içeriği polenli bitki türleri arasında büyük ölçüde farklılık göstermektedir. Arı sütünün temel bileşenleri; su, proteinler, şekerler, lipidiler ve mineral tuzlarıdır (Graham 2003, Sabatini vd 2009). Arı sütü ayrıca çok sayıda minör bileşikler içermektedir. Bu bileşiklerden bazıları heterosiklik maddeler, bioplerin (25µg/g ) ve neoplerin (5µg/g), nükleotidler (adenosin, uridin, guanosin, iridin, sitidin), fosfatlar (AMP, ADP, ATP), asetilkolin, glukonikası arı sütünün bileşenleri arasında yer alır. Arı sütünde herhangi bir bileşiğe atfedilemeyen tanımlanmamış bir fraksiyonun olduğu da belirtilmektedir (Krell 1996, Korkmaz ve Öztürk 2010).

## **Su**

Yaş ağırlığın yaklaşık üçte ikisini su oluşturmaktadır (% 60–70). Fakat kuru ağırlığının en önemli kısmını protein ve şekerler oluşturmaktadır İşçi arılar tarafından bu maddenin sürekli taze olarak sağlanmasından dolayı nem içeriğinin çok fazla değişmediği kabul edilir (Sabatini vd 2009).

## **Proteinler**

Saf arı sütünün yaklaşık % 11–15’ ini ham protein oluşturur. Miktar olarak bakıldığında proteinler arı sütü kuru maddesi içinde en önemli oranı oluşturur (% 27–41). Proteinler daha küçük peptitler ve altı major proteinden oluşur. Nitrojenli

bileşiklerin ortalama %73,9'unu proteinler, % 2,3'ünü aminoasitler, % 0,16'sını peptitler oluşturmaktadır. Arı sütü'nde esansiyel amino asitlerin hepsi, toplam 29 amino asit ve türevleri bulunmaktadır. Aspartik asit ve glutamik asit en fazla bulunan amino asitlerdir. Serbest amino asitler içinde ise prolin ve lizin en yüksek miktardadır. Ayrıca glukozoksidaz, fosfataz ve kolinesteraz gibi çok sayıda enzim mevcuttur (Krell 1996, Boselli vd 2003, Korkmaz ve Öztürk 2010).

### **Karbonhidratlar**

Karbonhidratlar, ortalama olarak arı sütü kuru maddesinin % 30'unu oluşturur. Buna karşın, karbonhidrat bileşikleri içerik açısından yüksek ölçüde sabitken, miktar açısından bakıldığında önemli varyasyon gözlenebilir. Saf arı sütü yaş ağırlığının yaklaşık % 7-18'ini şekerler oluşturur. Baldaki gibi, monosakkaritlerden fruktoz ve glukoz başlıca şekerlerdir. Toplam şekerlerin genellikle % 90'ını bu iki şeker oluşturur ve fruktoz daha yüksektir. Sakaroz (sukroz) genellikle bulunur fakat sıklıkla yüksek değişkenlik içindedir. Arı sütünde çok düşük konsantrasyonlarda da olsa maltoz, trehaloz, melibioz, riboz ve erloz gibi oligosakkaritler de bulunur (Lercker vd 1986, Krell 1996, Sesta 2006).

### **Yağlar**

Yağlarda aynı şekilde orta ölçüde değişken konsantrasyondadır. Yaş ağırlığın % 3-6'sını, kuru maddenin % 8-19' unu yağlar oluşturur (Sabatini vd 2009). Arı sütünün kendine özgü en ilginç kimyasal bileşeni içerdiği yağ asitleridir. Yağlar esas olarak organik asitleri içerir (%80-90) bunların birçoğu serbest asitlerdir ve oldukça olağandışı yapılı ve doğada çok az bulunurlar. Birçok hayvansal ve bitkisel materyal her biri 14-20 karbon atomlu ve büyük ölçüde trigliserid yağ asitlerini içermesine karşın, arı sütü yağ asitleri 8-10 karbon atomlu kısa zincirli serbest yağ asitleridir ve bunlar genellikle hidroksi yağ asitleri ve dikarboksilik asitlerdir. Bu yağ asitleri arı sütünün birçok biyolojik özelliğinden sorumludur (Graham 2003). 10 karbonlu hidroksi asitler (10-hidroksi dekonik asit ve 10 hidroksi-2 dekonik asit) hepsinin üstünde yüksek konsantrasyonda bulunurlar. Bu fraksiyon özellikle serbest organik asitlerin miktar ve

yapı analizlerinin belirlenmesinde, kozmetik ve gıda da kullanılan ürünler içinde arı sütünün varlığı ve arı sütünün saflığını (gerçekliğini) tanımlamada tercih edilen bir ölçüttür. Arı sütü kalitesi, içeriğindeki 10-HDA (10-hidroksi-2-dekenoik asit) oranına göre değerlendirilmekte ve kaliteli bir arı sütünde % 1.4 altında olmaması beklenmektedir Bu değer, arı sütü hasadında uygulanan teknik uygulamalara göre farklılık gösterebilmektedir ( Lercker vd 1982, Bloodworth vd 1995, Genç ve Aslan 1999, Ferioli vd 2007). Taze arı sütünün bileşimi Çizelge 2.1. de, ( Karaali vd 1988, Genç ve Dodoloğlu 2003, Graham 2003) lipid kompozisyonu ise Çizelge 2.2. de verilmiştir (Lercker vd 1982, Graham 2003).

### **Mineraller**

Taze arı sütünde toplam kül miktarı yaş ağırlığın yaklaşık % 1'i, kuru ağırlığın ise % 2-3' ü arasındadır. Arı sütünde en fazla potasyum bulunur. Arı sütünde bulunan diğer önemli elementler azalan sırasıyla Ca, Na, Mg, Zn, Fe, Cu ve Mn' dır. Bu minerallerin miktarlarındaki değişimle ilgili hipotezler koloni dışındaki faktörlere (çevre koşulları, üretim zamanı, besin temini) ve bir ölçüde iç faktörlere (arılarla ilgili biyolojik faktörler) odaklanmıştır. İşçi arılar tarafından tüketilen ve metabolik olarak arı sütüne dönüştürülen polenin mineral içeriği bitki türüne göre değişmektedir (Nation ve Robinson 1971, Stocker vd 2005, Sabatini vd 2009).

### **Vitaminler**

Arı sütünde bulunan vitaminler miktar bakımından farklılık göstermektedir ve bunların miktarları ile ilgili modern analitik tekniklerin kullanıldığı ilave çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Arı sütündeki vitamin B düzeyleri özellikle pantotenik asit genellikle yüksektir. Arı sütünde diğer vitaminler yetersiz, düşük ya da çok düşük düzeydedir. Özellikle Vitamin C düzeyi düşük ve vitamin A ve E ise yok denecek kadar azdır. Vitamin D ve K arı sütünde bulunmamaktadır. Bu durum şaşırtıcı değildir. Çünkü bal arıları besinleri içinde bu yağda çözünebilen vitaminlere ihtiyaç duymazlar (Graham 2003).

Çizelge 2.1. Taze arı sütünün bileşimi (Graham 2003)

| Bileşen                          | Değişim aralığı | Ortalama |
|----------------------------------|-----------------|----------|
| Su (%)                           | 62.5–68.5       | 67.0     |
| Ham protein (%)                  | 11–14.5         | 12.5     |
| Toplam şeker (%)                 | 7–18            | 11.0     |
| Fruktoz (%)                      | 3–13            | 6.0      |
| Glukoz (%)                       | 4–8             | 4.2      |
| Sakaroz (%)                      | -               | 0.3      |
| Diğer şekerler (%)               | -               | 0.5      |
| Toplam yağ asitleri (%)          | 3–6             | 5.0      |
| 10-hidroksi- 2- dekonik asit (%) | > 1.4           | -        |
| Kül (mineraller) (%)             | 0.8–1.5         | 1.0      |
| Belirlenmemiş maddeler (%)       | 2–4             | 3.5      |
| Ph                               | 3.4–4.5         | -        |

Çizelge 2.2. Arı sütünün lipit kompozisyonu (Graham 2003)

| Bileşen                         | Miktar      |
|---------------------------------|-------------|
| Hidroksi yağ asitleri           |             |
| 3- Hidroksi oktanoik asit       | % 0.3       |
| 8- Hidroksi oktanoik asit       | % 5.5       |
| 3-Hidroksi dekanik asit         | % 1.9       |
| 10- Hidroksi dekanik asit       | % 21.6      |
| 10- Hidroksi - 2- dekanik asit  | % 31.8      |
| 3, 10- Dihidroksi dekanik asit  | % 1.8       |
| Dikarboksilik asitler           |             |
| Oktandioik asit                 | % 0.4       |
| Dekandioik asit                 | % 1.4       |
| Dekan–2-endoik asit             | % 2.7       |
| Basit yağ asitleri              |             |
| Oktanoik asit                   | % 0.1       |
| Diğer yağ asitleri              |             |
| <i>p</i> -Hidroksi benzoik asit | İz miktarda |
| Glukonik asit                   | % 24        |
| Tanımlanamayanlar ve diğerleri  | % 8.4       |

### 2.3. Arı Sütünün Biyolojik Özellikleri ve Kullanımı

Yıllar boyunca arı sütüne; kan damarlarını genişletici ve kan basıncını düşürücü, yangı giderici, tümör önleyici, yorgunluk giderici, antialerjik, antioksidatif, antibakteriyel, bağışıklık sistemini destekleyici, cinsel gücü ve döl verimini artırıcı, hücre onarıcı ve gençleştirici gibi çok çeşitli farmakolojik özellikler atfedilmiştir(Münstedt ve Georgi 2003, Jianke ve Shenglu 2005). Arı sütünün faydaları hakkında övgü dolu yayınlar olmasına karşın sıralanan bu özelliklerin bir bölümü bilimsel olarak kanıtlanmamıştır. Bu nedenle arı sütünün potansiyel faydalı özellikleri bilimsel olarak kabul görecektir metotların uygulandığı araştırmalarla sorumlu bir şekilde açıklanmış olmaya ihtiyaç duymaktadır (Graham 2003).

Arı sütüne özgü yağ asitleri faydalı bileşiklerdir ve arı sütüne olağan üstü bir yapı kazandırır. Arı sütü ve onun yağ asitleri özellikle 10-HDA güçlü bir antibakteriyel ve antifungaldır. Polen tanelerinin çimlenmesini önler ve bazı tip tümör hücrelerini öldürür. İnvitro çalışmalarda arı sütünün *Escherichia coli*, *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus*, *Micrococcus pyrogen* ve *Salmonella*'ya karşı antibakteriyel aktivite gösterdiği saptanmıştır (Yatsunami ve Echigo 1985). Ancak bu aktivitelerin hemen hemen tamamı yağ asitlerinin pH 5.6 veya daha üstünde nötralize olmasından dolayı ortadan kaybolmaktadır. Bu nedenle arı sütü ya da onun sekiz on karbonlu hidroksi yağ asitleri kan, kas ya da periton boşluğuna enjekte edildiğinde veya tüketildiğinde (arı sütünün olası beklenen aktivitesi mide içindeki asidik çevrede gerçekleşecektir) beklenen potansiyel iyileştirici etkiyi gösteremeyecektir (Blum vd 1959).

En dikkati çekici lipit olmayan bileşik pantotenik asittir ve bu bileşik yüksek düzeyde bulunur. Arı sütünün bazı gonadotropik (yumurtalık ve testisleri uyaran) ya da cinsel fonksiyonu artırıcı etkisinden sıklıkla bahsedilmektedir. Çünkü arı sütü dünyadaki en üretken organizmalardan biri olan kraliçe (ana) arının tek besin maddesidir. Ancak yapılan bilimsel araştırmalarda arı sütü dışı farelerde gonadotropik etki göstermemiş ve üremede kritik rol oynadığı bilinen en önemli yağda eriyen vitamin olan vitamin E düzeyi bakımından da çok yetersiz bulunmuştur. Benzer şekilde arı sütü erkek hormonu

testosteron içermektedir ancak 0.012 ug/g düzeyindeki testosteron içeriği de önemsiz miktardadır (Vitteck ve Slomiany 1984) . Arı sütü tüketiminin kolesterol ve trigliserit düzeyini düşürebileceği ile ilgili görüşler de ilave araştırmaları gerektirmektedir. Arı sütünün antibakteriyel ve diğer yapısal faydaları bakımından en ümit verici uygulama topikal (yüzeye uygulanan) krem şeklindeki uygulamadır. Arı sütünün yara iyileştirici, deri temizleyici ve doku onarıcı özellikleri ile ilgili çok sayıda yayın vardır. Arı sütü hem insan hem de hayvanlar için potansiyel bir diyet perhiz maddesidir. Arı sütü yüksek dozda uygulandığı zaman bile toksik ya da mutajenik değildir ve damar içine enjeksiyonunda hafif damar genişletici etkisi vardır. (Münstedt ve Georgi 2003, Jianke ve Shenglu 2005).

Arı sütü, yukarıda sıralanan yararlı özelliklerinden dolayı diyetlerde ve kozmetik endüstrisinde geniş kullanım alanı bulmuştur. Ülkemizde de son yıllarda, bazı firmaların içinde arı sütü bulunan çeşitli preparatları piyasaya sürdükleri görülmektedir. Arı sütü taze olarak, soğutma veya dondurma hariç işlenmemiş olarak, dondurularak kurutulmuş olarak ve diğer ürünlerle karıştırılmış olarak tüketicilere sunulmaktadır. Pek çok tüketici arı sütünü işlenmemiş, saf halde tüketmeyi tercih etmektedir. Bu şekilde tüketim için satışa sunulacak arı sütlerinin depolama, taşıma ve perakende satış sürecinde 5°C nin altında, koyu cam şişelerde tutulması gerekmektedir. Saf olarak tüketimde genellikle 15–20 günlük bir kür uygulaması ile sabah ve akşamları aç karnına tahta veya plastik bir malzeme kullanarak günde 250–500 mg olacak şekilde dilaltına alınması önerilmektedir. Asya ülkelerinde polen ve bal içeren şişelere katılarak tüketimi yaygındır. Türkiye’de de arı sütü saf halde ve bal, polen ve propolis ile yapılan çeşitli karışımlar içinde kullanılmaktadır. Bal ile arı sütünün karışımı (%1–3 oranında arı sütü) en genel kullanım şeklidir. Bir çay kaşığı karışım 100–300 mg arı sütü içerebilmektedir. Bu şekilde hazırlanan karışımın sabah, akşam aç karnına bir çay kaşığı alınması önerilmektedir. Bazı Avrupa ülkelerinde arı sütü ile zenginleştirilmiş olan diğer bir besin, arı sütü ile benzer asitliğe sahip yoğurttur. Yoğurtla yapılan karışım da (1kg yoğurda 2g arı sütü karıştırma; 125 gramlık kavanozda 250 mg arı sütü) buzdolabında saklanmalıdır. Arı sütünün en yaygın kullanıldığı sektörlerden birisi de kozmetik sektörüdür. Arı sütü pek çok dermatolojik preparatlarda bulunmaktadır. Fakat çoğunlukla deri yenileme ve gençleştirme amacıyla kullanılmaktadır. Ayrıca bazen yarış

atlarının performansını artırmak için de arı sütünün taze veya dondurularak kurutulmuş formu kullanılmaktadır (Krell 1996, Korkmaz ve Öztürk 2010).

## **2.4. Arı Sütünün Kalite Ölçütleri**

### **Saflık kriterleri**

Arı sütünde saflığın bozulması, taşıyıcı edilmesi en önemli kalite problemidir. Arı sütünün ana kalite faktörleri tanımlanmış ve çalışmalar yağ bileşenlerinin bir marker olarak önemini ortaya çıkarmıştır. Böylece ürünün gerçekliği, saflığını belirlemede bir ölçüt oluşturulmuştur. Günümüzde, 10-HDA (10- Hidroksi-2-dekonoik asit) arı sütünün gerçeklik, saflığının rutin testinde en yaygın kullanılan özelliktir. 10-HDA içeriğinin iki yıla kadar depolamada önemli bir değişim göstermediği saptanmıştır (Sabatini vd 2009). Bu amaçla yapılan bir çalışmada -18 °C, 4 °C ve oda koşullarında 12 ay boyunca depolanan arı sütü örneklerinin 10- HDA içerikleri sırasıyla % 0.1, % 0.2 ve % 0.4–0.6 oranında azalmıştır (Antinelli vd 2003). Hem arı sütü içerisindeki 10-HDA miktarının geniş sınırlar içerisinde varyasyon göstermesi hem de uzun süre depolamadan fazla etkilenmemesi nedeniyle 10- HDA içeriği bir tazelik kriteri olarak kullanılmamaktadır (Ferioli vd 2007). Son zamanlarda arı sütü saflığının C ve N elementlerin kararlı izotoplarının oranının ölçülmesiyle belirlenebileceği belirtilmiştir. Ancak bu konuda daha fazla çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır (Sabatini vd 2009). Arı sütü saflığını belirlemede diğer dikkati çeken bir parametre de apalbumin varlığıdır. Bu marker gelecekteki araştırmalarla da onaylanır, desteklenirse çok fazla önem kazanabilir (Simuth vd 2004). Arı sütünün işçi ve erkek arı larvalarına verilen besinle karıştırılarak, saflığının bozulması bu besinlerin çok az miktarda hasat edilebilmesinden dolayı mümkün değildir. Arı sütü saflığının bal karıştırılarak bozulması daha olasıdır. Bal katarak arı sütü saflığının bozulması protein ve yağ değerlerinde düşme, şeker değerlerinde ise oransal bir artışa yol açmaktadır (Serra Bonvehi 1991). Arı sütüne % 25’ den fazla yoğurt, yumurta akı, su ve mısır nişastası vb. maddeler karıştırılması nem artışı, yağ, protein ve 10-HDA azalışı ile belirlenebilir (Garcia Amoedo ve Almeida Muradin 2007).

## **Tazelik kriterleri**

Tazelik ölçütü olarak, arı sütünde bulunan glukoz oksidaz enzimindeki değişim dikkate alınmış ve bu amaçla arı sütü örnekleri 24 aylık bir dönem boyunca 4 ve 20 °C de depolanmıştır. Arı sütü içindeki enzim hem depolama sıcaklığından hem de depolama süresinden etkilenmiştir. Enzim 20°C de bir aydan sonra önemli miktarda azalmıştır. Bir yıldan sonra ise tamamen yok olmuştur. Hatta 4°C de orta derecede de olsa belirgin bir enzim azalması görülmüştür. Arı sütünde glukoz oksidaz enziminin belirlenmesi analitik olarak kolaydır ve bu nedenle laboratuvarlarda yapılabilir. Bu metot ürünün tazeliğini değerlendirmede kullanılabilir buna karşın, taze ürün içindeki bu maddenin doğal değişkenliği ile ilgili ilave araştırmalara ihtiyaç duyulmaktadır (Sabatini vd 2009).

Son yıllarda arı sütü içinde bulunan furosin miktarının arı sütü tazeliği ile ilgili bir marker olarak kullanılma olasılığını değerlendirmek amacıyla birkaç araştırma yürütmüştür. Furosin, Maillard reaksiyonu sonucunda orta çıkmaktadır. Taze üretilmiş arı sütü örneklerinde çok düşük (0–10 mg/100 gram of protein) bulunmuş fakat zaman içinde ve sıcaklığa bağlı olarak artmıştır. Spesifik olarak Furosin içeriği oda koşullarında 18 aylık depolama sonucunda 100 gram proteinde 500 mg yüksekliğe kadar, 4°C de ise 50 mg değerine kadar çıkmıştır. Market raflarından alınan örneklerde furosin içeriği 40–100 mg/100 gram protein arasında değişmiştir. Buna karşın dondurularak kurutulmuş arı sütü örnekleri depolama süreci boyunca güçlü bir sabit kalma eğilimi göstermiştir (Marconi vd 2002, Messia vd 2005). Yeni yayınlanan bir araştırma ise arı sütü tazeliğinin belirlenmesinde arı sütü örneklerinin hidroklorik asit (HCl) ile muamele edilmesi sonucunda oluşan renk değişimi reaksiyonunun (chromogenic reaction) arı sütünün depolama süresi hakkında pratik ve hızlı sonuç alınabilecek bir yöntem olabileceğini göstermektedir (Zheng vd 2012).

Arı sütü uygun koşullarda depolanmazsa protein bileşiklerinde dereceli olarak parçalanma, viskozite ve asit içeriğinde artış olabileceği, bozulabileceği ve ticari değerini kaybedebileceği bildirilmiştir. Bu değişiklikler Maillard reaksiyonundan ve yağların oksidasyonundan kaynaklanabilir. Taze arı sütünde bulunan proteinler suda çözünebilir proteinler ve suda çözünemeyen fraksiyonları içerir. Ekstraksiyon koşullarına bağlı olarak suda çözünebilir proteinler ana fraksiyondur ve toplam proteinin % 46–89 u nu oluşturur. Arı sütünün kalitesini değerlendirmede kullanılabilecek bir marker geliştirmek için kompozisyon, fizyolojik aktivite ve tazelik arasındaki ilişkiler incelenmiştir. Tazelik ile ilgili bir marker bulmak için depolama süresi boyunca arı sütü kompozisyonundaki değişimler incelenmiştir. Arı sütünün bio- aktif bileşeni olan 10-hydroxy-2- deonoik asit ve vitamin içeriği 40 °C 7 gün depolama sürecinde değişmemiştir. Arı sütünün özel bir proteini (RJP–1) çeşitli koşullar altındaki depolama sürecinde dereceli olarak azalmıştır (4–50 °C 7 güne kadar). RJP–1 in parçalanması hem depolama sürecine hem de depolama sıcaklığına bağlı olarak değişmiştir. RJP-1 homojenize edilmek için saflaştırılmış ve 57 kDa lik bir moleküler kütle ağırlığı ile bir monomerik glyco protein olarak karakterize edilmiştir (Kamakura vd 2001).

Son yıllarda taze arı sütünün -10 °C de depolanması için uluslararası kriter geliştirilmiştir. Japonya taze arı sütünün -15–20 °C arasında depolanmasını şart koşmuştur. Çin de 2002 yılında arı sütünün dondurulması ve toz halindeki arı sütünün depolanması ile ilgili ulusal standardını yayınlamıştır. Buna göre taze arı sütünün – 18 °C nin altında depolanması gerekmektedir. Bu derecede 24 ay için kalitesi garanti edilmiştir. Bu verilerden de anlaşılacağı üzere arı sütünün kalitesini korumak için (özellikle aktif peptitler, insülin, steroid, enzimler, gamma globülin gibi bio aktif maddeleri korumak için) dondurmadan başka yöntem bulunmamaktadır. Bu koşullar altında tutulan arı sütünün etkenliği sağlık koruma ve tedavi için garanti altına alınmaktadır (Jianke vd 2005).

### 3. MATERİYAL ve METOT

#### 3.1. Materyal

##### 3.1.1. Arı sütü materyali ve örnekleme

Araştırmada Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü'nde üretilen saf arı sütü örneği ile Türkiye'de satışa sunulan firmalardan ve arı sütü üretimi yapan arıcılardan alınan 12 adet arı sütü örneği olmak üzere toplam 13 adet arı sütü örneği analiz edilmiştir (Çizelge 3.1.). Her örnek 50 gram arı sütü içermiştir. Arı sütü örnekleri elde edildikten hemen sonra derin dondurucuya konularak analiz anına kadar -18°C'de muhafaza edilmiştir.

Çizelge 3.1. Araştırmada kullanılan arı sütü örneklerine ilişkin bilgiler

| Örnek No | Orijini                                     |
|----------|---------------------------------------------|
| 1        | Ticari firma, yerli üretim, Aydın           |
| 2        | Akdeniz üniversitesi, yerli üretim, Antalya |
| 3        | Ticari firma, ithal, Çin                    |
| 4        | Ticari firma, yerli üretim, Bursa           |
| 5        | Ticari firma, yerli üretim, Bursa           |
| 6        | Ticari firma, ithal, Almanya                |
| 7        | Ticari firma, yerli üretim, Bursa           |
| 8        | Ticari firma, ithal, Çin                    |
| 9        | Ticari firma, ithal, Çin                    |
| 10       | Ticari firma, ithal, Çin                    |
| 11       | Ticari firma, ithal, Çin                    |
| 12       | Ticari firma, ithal, Çin                    |
| 13       | Ticari firma, ithal, Çin                    |

Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü'nde üretilen saf arı sütü örneği aşılama yöntemi ile elde edilmiştir. Ana arı yetiştiriciliğinde olduğu gibi yapay ana arı yüksüklerine 12–24 saat yaşı larvalar aşılınmış ve bu aşılma çerçeveleri ana arısı alınmış kolonilere yerleştirilmiştir. Üç gün sonra aşılama çerçeveleri alınarak arı sütü hasadı yapılmıştır. Ana arı yüksükleri dar kısımdan enine kesilmiş, içlerindeki larvalar forsepsle çıkartılarak atılmış ve yüksüklerdeki (gözlerdeki) arı sütleri vakum pompası ile toplanıp, ışık almayacak şekilde koyu cam kaplara doldurulmuştur.



Şekil 2.1. 5–15 günlük yaştaki işçi arıların arı sütü üretimi



Şekil 2.2. 3-4 günlük yaştaki ana arı yüksükleri (gözleri)



Şekil 2.3. Larva transferinden sonraki 1.gün



Şekil 2.4. Larva transferinden sonraki 2.gün



Şekil 2.5. Larva transferinden sonraki 3. gün



Şekil 2.6. Larva transferinden sonraki 4. gün



Şekil 2.7. Ana arı yüksüklerinden arı sütünün toplanması

### 3.1.2. Çalışmada kullanılan araç ve gereçler

Arı sütü örneklerinin kimyasal özelliklerine ilişkin analizler Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü Hayvan Besleme Anabilim Dalı, Akdeniz Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü ve Akdeniz Üniversitesi Gıda Güvenliği ve Tarımsal Araştırmalar Merkezi Laboratuvarlarında yapılmıştır. Yukarıda belirtilen laboratuvarlarda bulunan ve araştırmada kullanılan donanımların bazıları; steril kabin, iklimlendirme dolabı, saf su cihazı, ultrasonik su banyosu, su aktivitesi ölçer, fermentör, çalkalamalı inkübatör, girdap ve manyetik karıştırıcı, hassas terazi, spektrofotometre, homojenizatör, ultra santrifüj, HPLC (Shimadzu, LC 20A Serisi), UHPLC-MS-MS (Thermo TSQ Quantum Access MAX) ve çeşitli cam ve kimyasal malzemelerdir.

### **3.2. Metot**

#### **3.2.1. Nem tayini**

Arı sütü örneklerinde nem tayini için her örnekten 1'er gram alınan numuneler TS 6666 'da verilen yönteme uygun olarak 70 °C deki etüvde sabit tartıma gelinceye kadar tutulmuş ve yöntemde belirtilen şekilde örneklerin nem miktarı hesaplanmıştır (Anonim 2010).

#### **3.2.2. Kül tayini**

Arı sütü örneklerinde kül tayini için 1'er gram alınan numuneler TS 4717 ISO 5983 'de verilen yönteme uygun olarak 550 °C deki yakma fırınında beyaz grimsi renkte kül haline gelene kadar yakılmış ve kül miktarı hesaplanmıştır (TS 2131 ISO 928).

#### **3.2.3. pH tayini**

Her örnekten yaklaşık 1g numune alınmış ve oda sıcaklığında dijital pH metre (WTW 537) ile ölçüm yapılarak örneklerin pH değerleri belirlenmiştir (Cemeroğlu 2007).

#### **3.2.4. Asitlik tayini**

Titrasyon asitliği tayini için 1 g numune alınarak bu numuneler ayarlı 0.1 N NaOH çözeltisi ile pH 8.1 noktasına kadar titre edilmiş ve harcanan asit miktarı belirlenmiştir (Cemeroğlu 2007). Asitlik miktarı 100 g arı sütü için 1 N NaOH sarfiyatına göre hesaplanmıştır.

### **3.2.5. Ham protein tayini**

Ham protein analizi için arı sütü örneklerinden yaklaşık 1g numune alınmış ve TS 4717 ISO 5983'de belirtilen Kjeldahl Yöntemi ne göre ham protein analizi yapılmıştır (TS 4717 ISO 5983).

### **3.2.6. Şeker tayini**

Arı sütü örnekleri su (Milli-Q) ile seyreltildikten sonra 0.45 µm gözenekli membran filtreden süzülüp HPLC sistemine enjekte edilmiştir. Elüsyonda kolon sıcaklığı 85°C, dedektör hücresi sıcaklığı 60°C ve akış hızı 0.6 ml/dk olarak ayarlanmıştır. Glukoz, fruktoz ve sakaroz için standart maddelerden elde edilen kalibrasyon kurveleri kullanılarak elde edilen pik alanlarından konsantrasyon hesabı yapılmıştır (Sesta 2006, Tetik vd 2011).

Kromatografi koşulları (Shimadzu, LC 20A Serisi); Hareketli faz; Milli-Q su (izokratik), 0.6 ml/dakika, Analitik ve koruyucu kolon: Nucleogel 87P (300x7.8 mm ID, 20x4.0 mm ID), Enjeksiyon hacmi: 20 µl, Kolon fırını sıcaklığı: 85°C, Dedektör: RID, Hücre sıcaklığı: 60°C.

### **3.2.7. 10-HDA tayini**

Arı sütü örneklerinde 10-hidroksi 2-dekenoik asit (10-HDA) analizi ultra yüksek performanslı sıvı kromatografisi-tandem kütle spektrometresi (Thermo marka UHPLC-MS/MS) cihazında yapılmıştır.

10-HDA standardı (Cayman, 10976) ile analitik çalışmaların gerçekleştirilebileceği bir ana stok çözelti hazırlandı. 12,6 mg 10-HDA standardı 10 ml'lik balon jöjeye tartılarak ultra saf su ile üzeri 10 ml'ye tamamlanmıştır. Bu sayede elde edilen ana stok çözelti 1234,8 mg/kg konsantrasyona sahip olmuştur. Daha sonra genel analiz çalışmalarında kullanılmak üzere 10 mg/kg konsantrasyona sahip olan çalışma standart

  zeltisi hazırlanmıştır. Nihai  alışma çözeltisinden 1 mg/kg konsantrasyonunda tandem k t le spektrometrisine (MS/MS) infizyon yapılmak üzere yeni bir çözelti hazırlanmıştır. Daha sonra 10  l/dakika akış hızıyla infizyon yöntemiyle doğrudan MS/MS'e verilmiştir. Analitin negatif modda iyonlaştığı gözlemlenmiştir. Ana k t lesi 186,3 m/z (k t le/y k) olan 10-HDA, bir hidrojen kaybedip negatif hale geçerek 185,2 m/z (k t le/y k) şeklinde tespit edilmiştir. MS/MS cihazında 185,2 m/z ana k t lesinden 111,4 m/z ve 134,2 m/z k t lelerine ait parçalanma iyonları elde edildi. Bu iyonları içeren bir analiz metodu oluşturuldu (şekil 3.1.). Daha sonra 1 mg/kg konsantrasyona sahip olan 10-HDA standardı C18 kolona sahip olan UHPLC'ye enjekte edildi ve MS/MS için geliştirilen metot ile dedekte edildi. C18 kolonda 10-HDA standardı için alıkonulma zamanı 0,68 dakika olarak tespit edildi. Bu işlemden sonra 10-HDA analizi için UHPLC-MS/MS cihazına ait yazılım ile bir kuantifikasyon metodu oluşturulmuştur (şekil 3.2.). Elde edilen metotta UHPLC mobil fazı olarak izokrotik asetonitril kullanıldı. Akış hızı 400  l/dakika ve toplam analiz süresi 5 dakika olarak ayarlanmıştır.

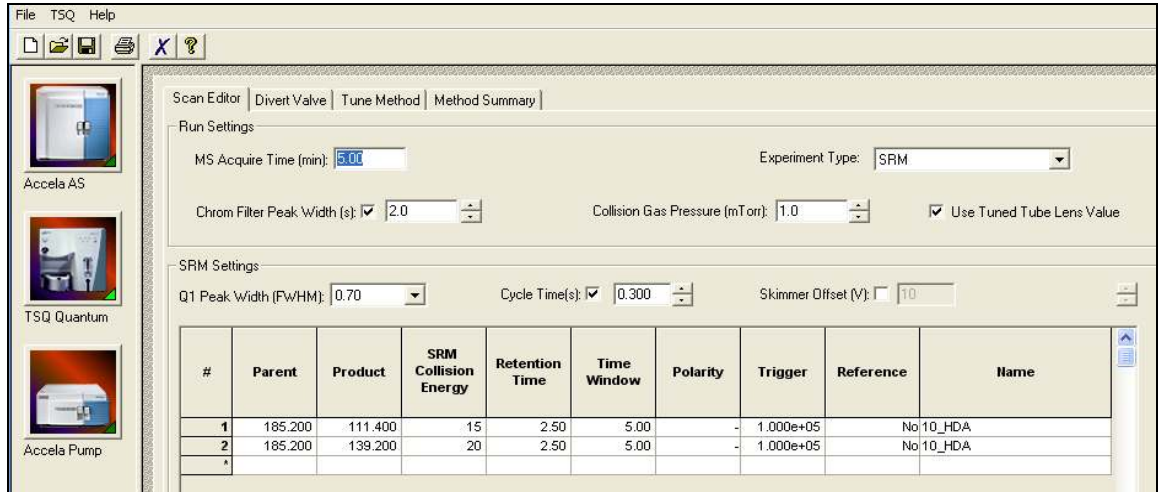
Daha önceden hazırlanan 10 mg/kg konsantrasyona sahip 10-HDA standart çözeltisi kullanılarak 50  g/kg, 100  g/kg, 200  g/kg, 300  g/kg, 500  g/kg, 1 mg/kg ve 2 mg/kg konsantrasyonlara ait standart çözeltileri elde edilmiştir. Kalibrasyon doğrusu, 7 değisik konsantrasyon seviyesi UHPLC-MS/MS cihazında önceden elde edilen analiz metodu ile okutularak oluşturulmuştur. Çizilen kalibrasyon doğrusunun regrasyon sabiti  $r = 0,9997$  olarak elde edilmiştir (şekil 3.3.).

10-HDA analizi için aşağıda basamak basamak anlatılan ekstraksiyon yöntemi kullanılmıştır. 50 ml'lik balon jojeye 200 mg arı sütü numunesi tartılmış (250 kat seyreltme) ve üzerine 25 ml ultra saf su eklenerek arı sütünün çözünmesi sağlanmıştır. Daha sonra 2 Molar NaOH çözeltisinden 0,5 ml eklenmiş ve 10 dakika bekletildikten sonra balon joje 50 ml'ye ultra saf su ile tamamlanmıştır. Elde edilen bu çözeltiden 4 ml alınarak 50 ml'lik falkon tüpüne konmuş ve üzerine 27 ml doğgun NaCl   zeltisi eklenmiştir. Bu çözeltiye pH 1 ml 0.1 Molar Hidroklorik asit eklenerek 2-2,5 aralığına ayarlanmıştır. Daha sonra üzerine 8 ml Dietileter eklenmiş ve kuvvetlice çalkalanmıştır (4 ml numune çözeltisi + 27 ml NaCl   zeltisi + 1 ml HCl   zeltisi + 8 ml Dietileter = Toplam 40 ml, böylece 10 katı seyreltme yapılmıştır). Çözelti 3000 rpm hızda santrifüj

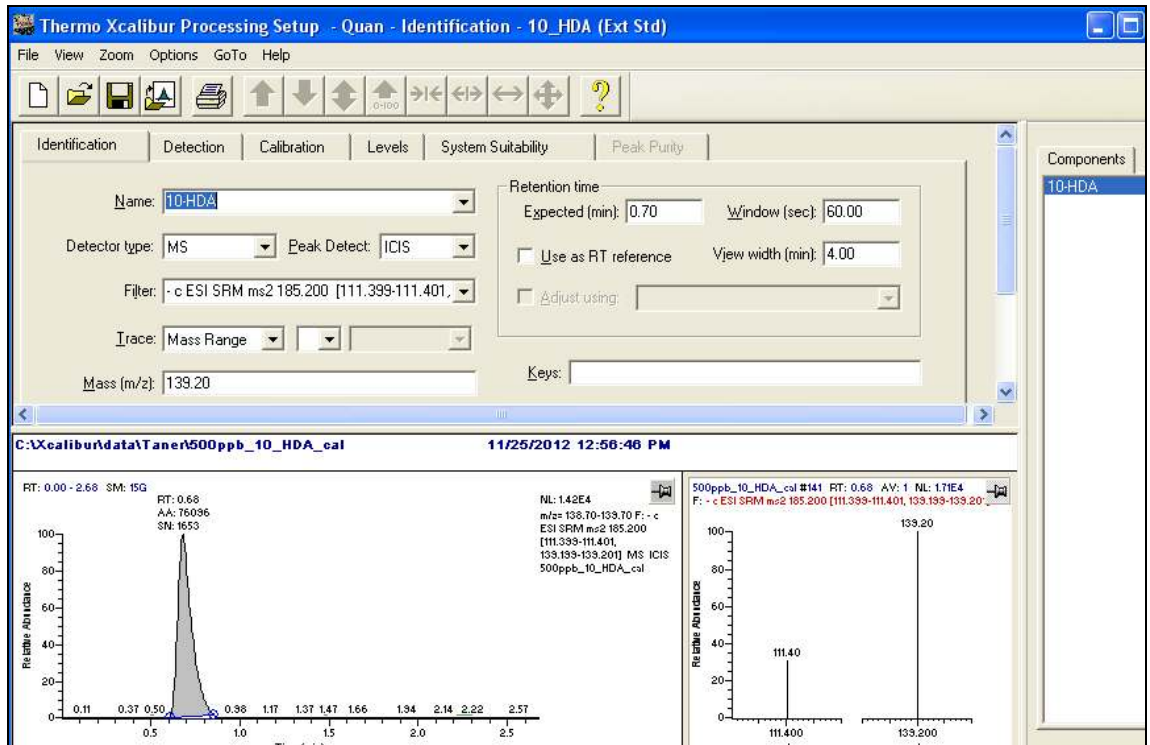
edilmiş ve fazların ayrırımı sağlanmıştır. Organik fazdan 4 ml 15 ml'lik falton tüpe alınmış ve Azot gazı altında tamamen kuruluğa kadar uçurulmuştur. Daha sonra 1,6 ml asetonitril içerisinde çözölmüştür. (4 ml Dietileterde çözünen analit 1,6 ml asetonitril içerisinde çözümdürölmüş böylece  $4/1,6 = 2,5$  kat deriştirme yapılmıştır). 1 ml'ye tamamlanan vialden alınarak asetonitril ile 150 kat daha seyreltilip 2 ml'lik vial içine 1 ml alınmış ve UHPLC-MS/MS cihazına enjekte edilmiştir. Bu ekstraksiyon yönteminde 1000 kat seyreltme gerçekleştirilmiştir ( $250 \times 10 \times 1,6/4$ ). Buna ek olarak en son kurutularak 1,6 ml asetonitril içerisinde çözdürölen numune cihaza verilmeden önce asetonitril ile 150 kat daha seyreltilmiştir. Bu şekilde elde edilen analitik sonuçlar  $1000 \times 150 = 15000$  seyreltme faktörü ile çarpılarak nihai konsantrasyon olan % 10-HDA miktarı tespit edilmiştir (Anonim 2000, Antinelli vd 2003, Ferioli vd 2007).

### **3.2.8. İstatistiksel analizler**

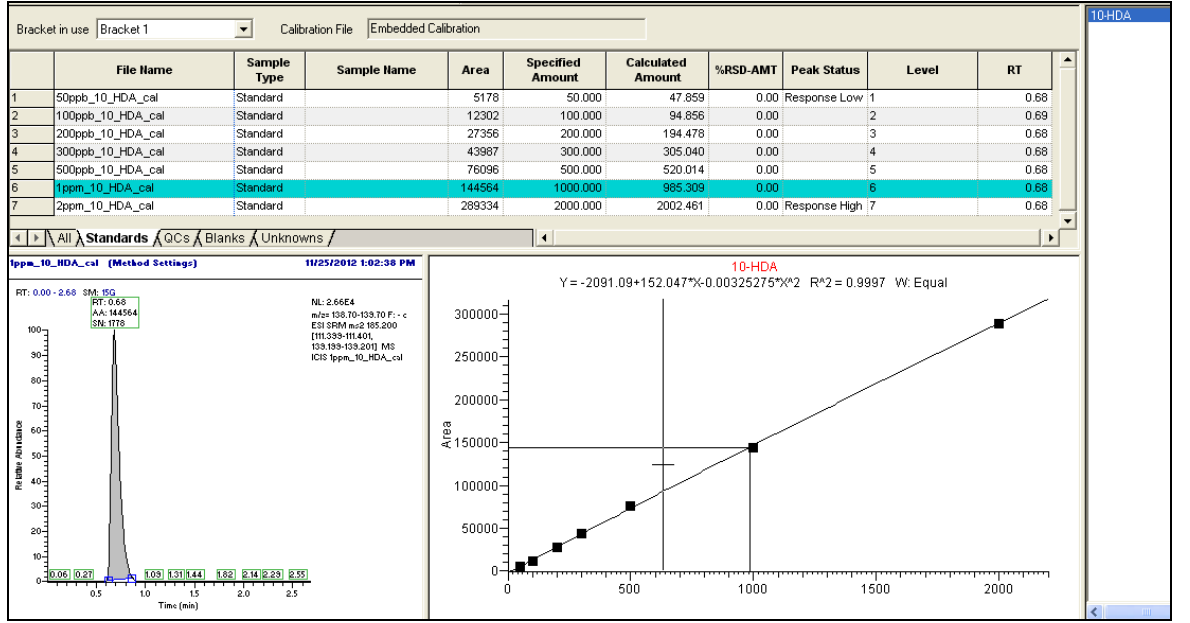
Denemeye ait veriler MINITAB istatistik paket programı kullanılarak analiz edilmiştir. Her özellik için tüm örneklere ait tanımlayıcı değerler saptanmış, varyans analizi için de ANOVA analiz yöntemi kullanılmıştır. Her bir ortalama 4 ölçömden elde edilmiştir.



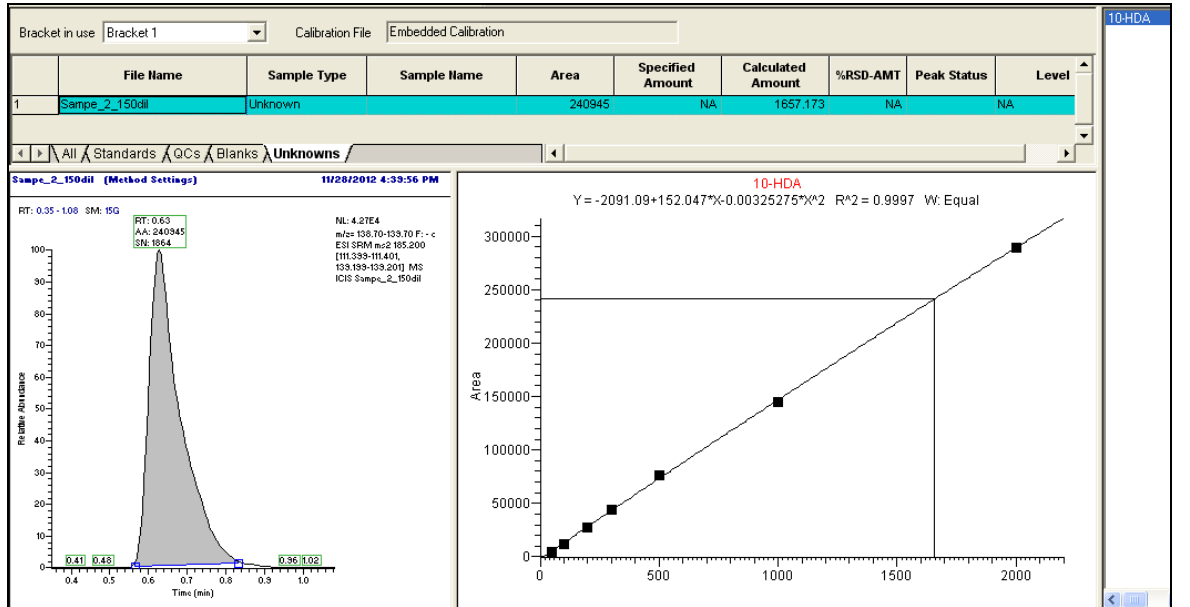
Şekil 3.1. UHPLC-MS/MS cihazında 10- HDA analizi için geliştirilen metot



Şekil 3.2. 10- HDA analizi için geliştirilen UHPLC-MS/MS kuantifikasyon metodu



Şekil 3.3. 10- HDA kalibrasyon doğrusu



Şekil 3.4. İki numaralı örneğe ait 10- HDA analizinden elde edilen cihaz verileri

## 4. BULGULAR

### 4.1. Nem

Arı sütü örneklerinin nem içeriklerine ait tanımlayıcı değerleri Çizelge 4.1 'de gösterilmektedir. Nem içeriği bakımından arı sütü örnekleri arasındaki farklılıklar önemli bulunmuştur ( $n=4$ ,  $F= 579.97$ ,  $P < 0.01$ ). Arı sütü örneklerinin nem içerikleri % 63.10 ile % 73.55 arasında değişim göstermiştir. TSE arı sütü standardında saf arı sütünün nem içeriğinin % 62.5 ile 68.5 arasında olması gerektiği belirtilmiştir (Anonim 2000). Bu kritre göre incelenen örnekler içinde alt sınır olan % 62.5 in altında nem içeren örnek bulunmamaktadır. Ancak üst sınır olan % 68.5 in üstünde nem içeriğine sahip 5 örnek (1, 3, 9,10,11, 12 numaralı örnekler) bulunmaktadır.

Çizelge 4.1. Arı sütü örneklerinin nem içeriklerine ait tanımlayıcı değerleri (%)

| Örnek No | Ortalama | Standart Hata | Minimum | Maksimum |
|----------|----------|---------------|---------|----------|
| 1        | 71.025   | 0.217         | 70.400  | 71.400   |
| 2        | 64.500   | 0.091         | 64.300  | 64.700   |
| 3        | 72.125   | 0.165         | 71.700  | 72.500   |
| 4        | 66.800   | 0.108         | 66.600  | 67.100   |
| 5        | 66.025   | 0.138         | 65.700  | 66.300   |
| 6        | 65.250   | 0.132         | 64.900  | 65.500   |
| 7        | 63.100   | 0.147         | 62.800  | 63.500   |
| 8        | 65.375   | 0.125         | 65.100  | 65.700   |
| 9        | 70.675   | 0.131         | 70.300  | 70.900   |
| 10       | 71.850   | 0.126         | 71.600  | 72.200   |
| 11       | 70.800   | 0.147         | 70.400  | 71.100   |
| 12       | 73.550   | 0.132         | 73.300  | 73.900   |
| 13       | 67.350   | 0.155         | 67.100  | 67.800   |

#### 4.2. Kül

Arı sütü örneklerinin kül içeriklerine ait tanımlayıcı değerleri Çizelge 4.2 'de gösterilmektedir. Kül içeriği bakımından arı sütü örnekleri arasındaki farklılıklar önemli bulunmuştur ( $n=4$ ,  $F= 9.98$ ,  $P < 0.01$ ). Arı sütü örneklerinin kül içerikleri % 0.92 ile % 1.17 arasında değişim göstermiştir. TSE arı sütü standardında saf arı sütünde kül'ün en fazla % 1.5 olması gerektiği belirtilmiştir (Anonim 2000). İncelenen tüm örneklerin kül değeri bu standarda uygun bulunmuştur.

Çizelge 4.2. Arı sütü örneklerinin kül içeriklerine ait tanımlayıcı değerleri (%)

| Örnek No | Ortalama | Standart Hata | Minimum | Maksimum |
|----------|----------|---------------|---------|----------|
| 1        | 0.953    | 0.006         | 0.943   | 0.964    |
| 2        | 1.046    | 0.047         | 0.964   | 1.127    |
| 3        | 1.170    | 0.055         | 1.074   | 1.266    |
| 4        | 0.923    | 0.012         | 0.902   | 0.945    |
| 5        | 1.003    | 0.030         | 0.951   | 1.056    |
| 6        | 1.087    | 0.004         | 1.079   | 1.094    |
| 7        | 1.062    | 0.021         | 1.026   | 1.098    |
| 8        | 1.119    | 0.011         | 1.100   | 1.138    |
| 9        | 1.142    | 0.010         | 1.125   | 1.159    |
| 10       | 1.136    | 0.006         | 1.126   | 1.146    |
| 11       | 1.142    | 0.030         | 1.089   | 1.194    |
| 12       | 1.145    | 0.021         | 1.109   | 1.181    |
| 13       | 1.158    | 0.010         | 1.142   | 1.175    |

#### 4.3. pH

Arı sütü örneklerinin pH değerlerine ait tanımlayıcı değerleri Çizelge 4.3 'de gösterilmektedir. pH değeri bakımından arı sütü örnekleri arasındaki farklılıklar önemli bulunmuştur ( $n=4$ ,  $F= 91.61$ ,  $P < 0.01$ ). Arı sütü örneklerinin pH değerleri 3.66 ile 4.02 arasında değişim göstermiştir.

Çizelge 4.3. Arı sütü örneklerinin pH değerlerine ait tanımlayıcı değerleri

| Örnek No | Ortalama | Standart Hata | Minimum | Maksimum |
|----------|----------|---------------|---------|----------|
| 1        | 3.925    | 0.026         | 3.880   | 3.970    |
| 2        | 3.800    | 0.023         | 3.760   | 3.840    |
| 3        | 3.975    | 0.003         | 3.970   | 3.980    |
| 4        | 3.695    | 0.003         | 3.690   | 3.700    |
| 5        | 3.815    | 0.014         | 3.790   | 3.840    |
| 6        | 4.010    | 0.006         | 4.000   | 4.020    |
| 7        | 3.830    | 0.006         | 3.820   | 3.840    |
| 8        | 3.660    | 0.000         | 3.660   | 3.660    |
| 9        | 3.815    | 0.003         | 3.810   | 3.820    |
| 10       | 3.820    | 0.011         | 3.800   | 3.840    |
| 11       | 3.850    | 0.006         | 3.840   | 3.860    |
| 12       | 4.025    | 0.003         | 4.020   | 4.030    |
| 13       | 3.890    | 0.006         | 3.880   | 3.900    |

#### 4.4. Asitlik

Arı sütü örneklerinin asitlik değerlerine ait tanımlayıcı değerleri Çizelge 4.4 'de gösterilmektedir. Asitlik değeri bakımından arı sütü örnekleri arasındaki farklılıklar önemli bulunmuştur ( $n=4$ ,  $F= 56.69$ ,  $P < 0.01$ ). Arı sütü örneklerinin asitlik değerleri 27.94 ile 43.81 arasında değişim göstermiştir. TSE arı sütü standardında saf arı sütünde asitlik değerinin 100 g saf arı sütü için 1 M NaOH sarfiyatının en az 32 ml en çok 53 ml olması gerektiği belirtilmiştir.(Anonim 2000). Bu kritere göre analizi yapılan arı sütü örnekleri içinde üst limit değer olan 53 ml' yi geçen değer bulunmamaktadır. Ancak alt limit değer olan 32 ml'nin altında 2 örnek (3 ve 12 numaralı örnekler) bulunmaktadır.

Çizelge 4.4. Arı sütü örneklerinin asitlik değerlerine ait tanımlayıcı değerleri

| Örnek No | Ortalama | Standart Hata | Minimum | Maksimum |
|----------|----------|---------------|---------|----------|
| 1        | 36.020   | 0.647         | 34.900  | 37.140   |
| 2        | 40.365   | 0.234         | 39.960  | 40.770   |
| 3        | 28.360   | 0.121         | 28.150  | 28.570   |
| 4        | 43.815   | 0.061         | 43.710  | 43.920   |
| 5        | 41.985   | 0.765         | 40.660  | 43.310   |
| 6        | 35.880   | 1.280         | 33.670  | 38.090   |
| 7        | 41.055   | 0.609         | 40.000  | 42.110   |
| 8        | 40.530   | 0.012         | 40.510  | 40.550   |
| 9        | 37.490   | 0.370         | 36.850  | 38.130   |
| 10       | 37.460   | 1.010         | 35.710  | 39.210   |
| 11       | 35.735   | 0.130         | 35.510  | 35.960   |
| 12       | 27.940   | 0.485         | 27.100  | 28.780   |
| 13       | 37.655   | 0.846         | 36.190  | 39.120   |

#### 4.5. Ham Protein

Arı sütü örneklerinin ham protein içeriğine ait tanımlayıcı değerleri Çizelge 4.5 'de gösterilmektedir. Ham protein değeri bakımından arı sütü örnekleri arasındaki farklılıklar önemli bulunmuştur ( $n=4$ ,  $F= 21.89$ ,  $P < 0.01$ ). Arı sütü örneklerinin ham protein değerleri % 9.76 ile % 12.57 arasında değişim göstermiştir. TSE arı sütü standardında saf arı sütünde ham protein değerinin en az % 11 en çok % 14.5 olması gerektiği belirtilmiştir (Anonim 2000). Bu kritere göre analizi yapılan arı sütü örnekleri içinde üst limit değer olan % 14.5 değerini geçen örnek bulunmamaktadır. Ancak alt limit değer olan % 11'in altında 2 örnek (4 ve 5 numaralı örnekler) bulunmaktadır.

Çizelge 4.5. Arı sütü örneklerinin ham protein içeriklerine ait tanımlayıcı değerleri (%).

| Örnek No | Ortalama | Standart Hata | Minimum | Maksimum |
|----------|----------|---------------|---------|----------|
| 1        | 11.190   | 0.035         | 11.130  | 11.250   |
| 2        | 11.260   | 0.075         | 11.130  | 11.390   |
| 3        | 12.555   | 0.014         | 12.530  | 12.580   |
| 4        | 9.760    | 0.046         | 9.680   | 9.840    |
| 5        | 10.650   | 0.058         | 10.550  | 10.750   |
| 6        | 11.970   | 0.139         | 11.730  | 12.210   |
| 7        | 12.100   | 0.531         | 11.180  | 13.020   |
| 8        | 12.565   | 0.176         | 12.260  | 12.870   |
| 9        | 12.475   | 0.003         | 12.470  | 12.480   |
| 10       | 12.350   | 0.156         | 12.080  | 12.620   |
| 11       | 12.040   | 0.110         | 11.850  | 12.230   |
| 12       | 12.145   | 0.176         | 11.840  | 12.450   |
| 13       | 12.210   | 0.098         | 12.040  | 12.380   |

#### 4.6. Şeker

Arı sütü örneklerinin toplam şeker içeriğine ait tanımlayıcı değerleri Çizelge 4.6 'da gösterilmektedir. Arı sütü şeker içeriğinin yaklaşık % 99.5 'ini fruktoz, glukoz ve sakaroz şekerleri oluşturmaktadır (Bkz. Çizelge 2.1.). Bu nedenle incelenen arı sütü örneklerinde fruktoz, glukoz ve sakaroz şekerlerinin toplamı alınarak toplam şeker içerikleri belirlenmiştir. Toplam şeker içeriği bakımından arı sütü örnekleri arasındaki farklılıklar önemli bulunmuştur ( $n=4$ ,  $F= 8.27$ ,  $P < 0.01$ ). Arı sütü örneklerinin toplam şeker değerleri % 7.68 ile % 11.66 arasında değişim göstermiştir. Benzer şekilde arı sütü örneklerinin fruktoz içeriğine ait tanımlayıcı değerleri Çizelge 4.7 'de gösterilmektedir. Fruktoz içeriği bakımından arı sütü örnekleri arasındaki farklılıklar önemli bulunmuştur ( $n=4$ ,  $F= 3.91$ ,  $P < 0.01$ ). Arı sütü örneklerinin fruktoz değerleri % 3.53 ile % 4.87 arasında değişim göstermiştir.

Çizelge 4.6. Arı sütü örneklerinin toplam şeker içeriklerine ait tanımlayıcı değerleri (%)

| Örnek No | Ortalama | Standart Hata | Minimum | Maksimum |
|----------|----------|---------------|---------|----------|
| 1        | 7.677    | 0.464         | 6.849   | 8.541    |
| 2        | 9.114    | 0.865         | 7.628   | 10.978   |
| 3        | 11.366   | 0.195         | 11.127  | 11.949   |
| 4        | 9.414    | 0.709         | 8.145   | 10.744   |
| 5        | 9.488    | 0.140         | 9.220   | 9.740    |
| 6        | 11.659   | 0.152         | 11.363  | 11.952   |
| 7        | 10.245   | 0.050         | 10.164  | 10.384   |
| 8        | 8.691    | 0.108         | 8.455   | 8.892    |
| 9        | 9.659    | 0.162         | 9.297   | 9.945    |
| 10       | 9.885    | 0.241         | 9.388   | 10.320   |
| 11       | 8.641    | 0.152         | 8.353   | 8.905    |
| 12       | 10.041   | 0.048         | 8.959   | 10.170   |
| 13       | 9.539    | 0.364         | 8.851   | 10.178   |

Çizelge 4.7. Arı sütü örneklerinin fruktoz içeriğine ait tanımlayıcı değerleri (%)

| Örnek No | Ortalama | Standart Hata | Minimum | Maksimum |
|----------|----------|---------------|---------|----------|
| 1        | 4.523    | 0.226         | 4.107   | 4.938    |
| 2        | 4.386    | 0.461         | 3.607   | 5.484    |
| 3        | 4.415    | 0.171         | 4.235   | 4.927    |
| 4        | 4.530    | 0.281         | 4.017   | 5.034    |
| 5        | 4.567    | 0.104         | 4.378   | 4.760    |
| 6        | 4.874    | 0.076         | 4.703   | 5.022    |
| 7        | 4.704    | 0.014         | 4.672   | 4.732    |
| 8        | 3.530    | 0.068         | 3.377   | 3.661    |
| 9        | 4.561    | 0.057         | 4.395   | 4.647    |
| 10       | 4.573    | 0.093         | 4.359   | 4.744    |
| 11       | 4.008    | 0.057         | 3.873   | 4.118    |
| 12       | 3.932    | 0.015         | 3.907   | 3.972    |
| 13       | 4.445    | 0.159         | 4.126   | 4.751    |

Arı sütü örneklerinin glukoz içeriğine ait tanımlayıcı değerleri Çizelge 4.8 'de gösterilmektedir. Glukoz içeriği bakımından arı sütü örnekleri arasındaki farklılıklar önemli bulunmuştur ( $n=4$ ,  $F= 37,79$ ,  $P < 0.01$ ). Arı sütü örneklerinin glukoz değerleri % 2.95 ile % 6.78 arasında değişim göstermiştir. Benzer şekilde arı sütü örneklerinin sakaroz içeriğine ait tanımlayıcı değerleri Çizelge 4.9 'da gösterilmektedir. Sakaroz içeriği bakımından arı sütü örnekleri arasındaki farklılıklar önemli bulunmuştur ( $n=4$ ,  $F= 636.62$ ,  $P < 0.01$ ). Arı sütü örneklerinin sakaroz değerleri % 0.00 ile % 1.93 arasında değişim göstermiştir. Şeker bileşenleri içerisinde en yüksek varyasyon sakaroz şekerinde görülmüştür. Örneklerin yaklaşık yarısında (6 adedinde) sakaroz değeri sıfır veya sıfıra çok yakın bulunmuşken kalan 7 adedinde ise % 1-2 arasında değerler görülmüştür.

Çizelge 4.8. Arı sütü örneklerinin glukoz içeriğine ait tanımlayıcı değerleri (%)

| Örnek No | Ortalama | Standart Hata | Minimum | Maksimum |
|----------|----------|---------------|---------|----------|
| 1        | 2.949    | 0.234         | 2.547   | 3.436    |
| 2        | 4.692    | 0.389         | 4.016   | 5.381    |
| 3        | 4.973    | 0.023         | 4.933   | 5.034    |
| 4        | 4.597    | 0.367         | 3.955   | 5.252    |
| 5        | 4.921    | 0.037         | 4.841   | 4.988    |
| 6        | 6.785    | 0.080         | 6.636   | 6.929    |
| 7        | 5.542    | 0.060         | 5.445   | 5.693    |
| 8        | 3.228    | 0.032         | 3.166   | 3.300    |
| 9        | 3.513    | 0.122         | 3.300   | 3.735    |
| 10       | 3.700    | 0.143         | 3.438   | 3.978    |
| 11       | 3.306    | 0.068         | 3.176   | 3.433    |
| 12       | 4.319    | 0.022         | 4.270   | 4.367    |
| 13       | 3.501    | 0.137         | 3.248   | 3.759    |

Çizelge 4.9. Arı sütü örneklerinin sakaroz içeriğine ait tanımlayıcı değerleri (%)

| Örnek No | Ortalama | Standart Hata | Minimum | Maksimum |
|----------|----------|---------------|---------|----------|
| 1        | 0.206    | 0.006         | 0.192   | 0.217    |
| 2        | 0.037    | 0.0037        | 0.000   | 0.146    |
| 3        | 1.979    | 0.038         | 1.917   | 2.089    |
| 4        | 0.287    | 0.073         | 0.174   | 0.495    |
| 5        | 0.000    | 0.000         | 0.000   | 0.000    |
| 6        | 0.000    | 0.000         | 0.000   | 0.000    |
| 7        | 0.000    | 0.000         | 0.000   | 0.000    |
| 8        | 1.935    | 0.015         | 1.896   | 1.971    |
| 9        | 1.585    | 0.005         | 1.576   | 1.599    |
| 10       | 1.611    | 0.008         | 1.591   | 1.627    |
| 11       | 1.327    | 0.030         | 1.270   | 1.385    |
| 12       | 1.790    | 0.018         | 1.751   | 1.829    |
| 13       | 1.592    | 0.070         | 1.463   | 1.716    |

#### 4.7. Arı Sütünde 10-HDA konsantrasyonunun belirlenmesi

Arı sütü örneklerinin 10-HDA içeriğine ait tanımlayıcı değerleri Çizelge 4.10 'da gösterilmektedir. 10-HDA değeri bakımından arı sütü örnekleri arasındaki farklılıklar önemli bulunmuştur ( $n=4$ ,  $F= 3492,86$ ,  $P < 0.01$ ). Arı sütü örneklerinin 10-HDA değerleri % 0.57 ile % 3.11 arasında değişim göstermiştir. TSE arı sütü standardında saf arı sütünde 10-HDA değerinin en az % 1.4 olması gerektiği belirtilmiştir (Anonim 2000). Bu kritere göre analizi yapılan arı sütü örneklerinden 6 adedi (1, 3, 9, 10, 11, 12 numaralı örnekler) TSE arı sütü standardına uygun görünmemektedir.

Çizelge 4.10. Arı sütü örneklerinin 10-HDA içeriklerine ait tanımlayıcı değerleri (%)

| Örnek No | Ortalama | Standart Hata | Minimum | Maksimum |
|----------|----------|---------------|---------|----------|
| 1        | 0.750    | 0.012         | 0.730   | 0.780    |
| 2        | 2.475    | 0.018         | 2.430   | 2.520    |
| 3        | 0.685    | 0.012         | 0.660   | 0.710    |
| 4        | 2.290    | 0.020         | 2.240   | 2.330    |
| 5        | 2.422    | 0.017         | 2.380   | 2.460    |
| 6        | 2.382    | 0.020         | 2.330   | 2.420    |
| 7        | 3.112    | 0.013         | 3.090   | 3.150    |
| 8        | 2.360    | 0.020         | 2.320   | 2.400    |
| 9        | 0.882    | 0.011         | 0.860   | 0.910    |
| 10       | 0.745    | 0.015         | 0.710   | 0.780    |
| 11       | 0.762    | 0.011         | 0.740   | 0.790    |
| 12       | 0.567    | 0.011         | 0.540   | 0.590    |
| 13       | 2.142    | 0.015         | 2.110   | 2.180    |

## 5. TARTIŞMA

Bu tez çalışmasında, kalite özelliklerini belirlemek için 12 adedi ticari firmalardan alınan bir adedi ise Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü bal arısı kolonilerinden üretilen (kaynağı bilinen, saf) olmak üzere toplam 13 farklı arı sütü örneği nem, ham protein, asitlik, pH, kül, toplam şeker, fruktoz, glukoz, sakaroz ve 10-HDA içeriği bakımından analiz edilmiştir. İncelenen tüm kimyasal özellikler bakımından arı sütü örnekleri arasındaki farklılıklar önemli bulunmuştur. ( $P<0.01$ ). İncelenen tüm kimyasal özelliklere ait analiz sonuçlarından elde edilen değerler yürürlükte olan TSE Türk arı sütü standardı ile karşılaştırılmıştır (Anonim 2000). TSE arı sütü standardı hazırlanırken birçok ülkenin özellikle Avrupa Birliğine üye ülkelerin standartları temel alınmıştır. Diğer bir ifade ile TSE Türk arı sütü standardı dünyadaki birçok ülkenin özellikle Avrupa ülkelerinin standartlarına benzerdir. Bu nedenle araştırmada elde edilen analiz sonuçları TSE arı sütü standardı ile karşılaştırılırken büyük ölçüde Avrupa Birliği ülkelerinin arı sütü standardıyla da karşılaştırılmış olmaktadır.

İncelene tüm örneklerin (toplam 13 örneğin) pH, kül ve toplam şeker değerleri TSE Türk arı sütü standardına uygun bulunmuştur (Anonim 2000). Arı sütü örneklerinin pH değerleri 3.66 ile 4.02 arasında, kül içerikleri % 0.92 ile % 1.17 arasında ve toplam şeker içerikleri % 7.68 ile % 11.66 arasında değişim göstermiştir. Saf arı sütünde toplam şeker oranının (fruktoz, glukoz, sakaroz) % 7 – 18 arasında, şeker bileşenlerinin ise; fruktoz % 3–13, glukoz % 4–8, sakaroz % 0,5–2,0 arasında değiştiği bildirilmektedir (Sabatini vd 2009). Analiz edilen arı sütü örneklerinin fruktoz değerleri % 3.53 ile % 4.87 arasında, glukoz değerleri % 2.95 ile % 6.78 arasında, sakaroz değerleri % 0.00 ile % 1.93 arasında değişim göstermiştir. Şeker bileşenleri içerisinde en yüksek varyasyon sakaroz şekerinde görülmüştür. Örneklerin yaklaşık yarısında (6 adedinde) sakaroz değeri sıfır veya sıfıra çok yakın bulunmuşken kalan 7 adedinde ise % 1–2 arasında değerler görülmüştür. Arı sütünün şeker bileşenleri arasında büyük varyasyon olduğu gözlenmektedir. Bu varyasyonda işçi arıların ana arı larvasının yaşına bağlı olarak farklı kompozisyonda şekeri arı sütüne katmaları ve şeker bileşenlerini parçalayan enzim aktivitesindeki farklılığın etkili olduğu tahmin edilmektedir.

Çalışmada incelenen arı sütü örneklerinin nem içerikleri % 63.10 ile % 73.55 arasında değişim göstermiştir. Arı sütü su içeriğinin % 60 ile % 70 arasında değişebileceği belirtilmektedir (Sabatini vd 2009). TSE arı sütü standardında saf arı sütünün nem içeriğinin % 62.5 ile 68.5 arasında olması gerektiği bildirilmiştir (Anonim 2000). Bu kritere göre incelenen örnekler içinde alt sınır olan % 62.5 in altında nem içeren örnek bulunmamaktadır. Ancak üst sınır olan % 68.5 in üstünde nem içeriğine sahip 5 örnek (1, 3, 9,10,11, 12 numaralı örnekler) saptanmıştır.

TSE arı sütü standardında saf arı sütünde asitlik değerinin 100 g saf arı sütü için 1 M NaOH sarfiyatının en az 32 ml en çok 53 ml olması gerektiği belirtilmiştir.(Anonim 2000). Bu kritere göre analizi yapılan arı sütü örnekleri içinde üst limit değer olan 53 ml' yi geçen değer bulunmamaktadır. Ancak alt limit değer olan 32 ml'nin altında 2 adet örnek (3 ve 12 numaralı örnekler) bulunmaktadır.

Arı sütü örneklerinin ham protein değerleri % 9.76 ile % 12.57 arasında değişim göstermiştir. TSE arı sütü standardında saf arı sütünde ham protein değerinin en az % 11 en çok % 14.5 olması gerektiği belirtilmiştir (Anonim 2000). Bu kritere göre analizi yapılan arı sütü örnekleri içinde üst limit değer olan % 14.5 değerini geçen örnek bulunmamaktadır. Ancak alt limit değer olan % 11'in altında 2 adet örnek (4 ve 5 numaralı örnekler) bulunmaktadır. Ancak birçok kaynakta arı sütü protein oranının % 9– 18 arasında değiştiği belirtilmektedir (Graham 2003, Sabatini 2009).

Arı sütü örneklerinin 10- HDA içeriği % 0.57 ile % 3.11 arasında oldukça büyük değişim göstermiştir. Bu araştırmada analiz edilen arı sütü örneklerinin 10-HDA değerleri yürürlükte olan Türk arı sütü standardı ile karşılaştırıldığında toplam 13 örnekten 6 adedinin % 1.4 olarak belirtilen Türk arı sütü 10-HDA standardı sınırının altında olduğu saptanmıştır. Standardın altında olduğu saptanan bu 6 örnekten bir adedi Türkiye'de üretilmiş yerli ürün, kalan 5 adedi ise Çin orijinli ithal arı sütüdür. Standardın üstünde olan 7 örneğin ise 3 adedi yerli üretim, 3 adedi Çin orijinli ithal ürün, 1 adedi ise Almanya orijinli ithal üründür.

Arı sütünün ana kalite faktörlerinden yağ bileşenlerinin bir marker olarak ele alındığı bilinmektedir. 10-HDA (10- Hidroksi-2-dekonoik asit) arı sütünün gerçeklik, saflığının rutin testinde en yaygın kullanılan özelliktir. Arı sütünün işçi ve erkek arı larvalarına verilen besinle karıştırılarak, saflığının bozulması bu besinlerin çok az miktarda hasat edilebilmesinden dolayı mümkün değildir. Arı sütü saflığının bal karıştırılarak bozulması daha olasıdır. Bal katarak arı sütü saflığının bozulması protein ve yağ değerlerinde düşme, şeker değerlerinde ise oransal bir artışa yol açmaktadır (Serra Bonvehi 1991). Arı sütüne % 25' den fazla yoğurt, yumurta akı, su ve mısır nişastası vb. maddeler karıştırılması nem artışı, yağ, protein ve 10-HDA azalışı ile belirlenebilir (Garcia Amoedo ve Almeida Muradin 2007). Bu araştırmada analiz edilen arı sütü örneklerinin 10-HDA içeriği ve nem oranı arasında dikkat çekici bir ilişki bulunmuştur.

Arı sütü örneklerinden 1, 3, 9, 10, 11, 12 numaralı örnekler içerdikleri nem oranları bakımından TSE arı sütü standardında belirtilen % 62.5–68.5 arasındaki değerlerin dışında % 70'in üstünde nem içermektedir. Aynı örnekler TSE arı sütü standardında belirtilen % 1.4 10- HDA değerinin çok altında 10-HDA değerleri içermektedir. Bu örneklerde yukarda belirtildiği gibi bir taraftan nem değerlerinde standardın üstünde bir artış diğer taraftan 10-HDA değerlerinde ise standardın altında bir düşüş saptanmıştır. Bu arı sütlerinin nem oranları ve 10-HDA oranlarına bakıldığında çeşitli yöntemler uygulanarak tağşiş edildiği ve saf arı sütü olmadıkları sonucuna varılmaktadır.

## 6. SONUÇ

Zengin bitki örtüsü, iklimsel özellikleri ve insan kaynağı dikkate alındığında Türkiye’de arıcılık, hem ülke insanına sağlıklı ürünler sunabilecek hem de önemli ihracat geliri sağlayabilecek potansiyeli olan bir sektördür. Ancak Türkiye sahip olduğu arıcılık potansiyelini yeteri kadar değerlendirememekte ve arıcılıkla ilgili en önemli sorunları verimlilikte, kalitede ve uluslar arası standartlara uygun üretim konularında yaşamaktadır. Gezgin arıcılığın da geniş oranda yapıldığı ülkemizde geleneksel ürün olan bala dayalı üretim yoğun bir şekilde yapılmaktadır. Ancak son yıllarda arıcılık sektöründeki gelişmeler polen, arı sütü, propolis gibi diğer arı ürünlerinin de üretimini ve tüketimini yaygınlaştırmıştır. Arı ürünlerinin tüketiminin hızlı bir şekilde artmasında bu ürünlerin bir ilaç gibi sunulması ve özelliklerinin gereğinden fazla abartılması da önemli rol oynamıştır. Belirsiz, bilimsel olarak kanıtlanmamış, abartılı iddialardan kaçınılmalıdır. Arı ürünlerinin birçok yararı olduğu bilinmektedir. Bu ürünler sağlıklı yaşama katkı yapan ürünler olarak değerlendirilmeli ve sunulmalıdır.

Arı sütü üretimi arıcılarımız tarafından bilinmekle birlikte üretimi zor ve yoğun emek gerektirdiğinden dolayı yaygın olarak yapılamamaktadır. Türkiye arı sütü üretim ve tüketim miktarına ilişkin sağlıklı bir veri olmamasına karşın arı sütü üretiminin yıllık yaklaşık 500 kg civarında olduğu tahmin edilmektedir. Türkiye bal arısı koloni sayısı dikkate alındığında bu miktarın çok düşük olduğu açık olarak görülmektedir. Türkiye’de arı sütü tüketimi üretim miktarının çok üstündedir ve bu talep büyük ölçüde Çin’den ithal edilmektedir. Türkiye’de arı sütü üretiminin yaygınlaştırılmasıyla birlikte hem ürün çeşitliliği sağlanmış hem de arıcılıktan elde edilecek toplam gelir artmış olacak böylece ulusal ekonomiye ve arı yetiştiricilerinin bütçesine önemli katkılar sağlanacaktır.

Arı sütü ve diğer arı ürünlerinin sağlık koruma amaçlı kullanımında beklenen olumlu etkilerin görülebilmesi için ürünlerin hakiki ve doğal her açıdan saf ve temiz olması bir diğer ifadeyle kalite kriterlerine, standartlara uygun olması gerekmektedir. Arı ürünlerinde özellikle arı sütünde yapılan hilelerin, tağşişin tespit edilmesi de çok kolay değildir. Arı sütü için henüz uluslararası bir standart geliştirilmemiştir. Farklı ülkelerin kendi ulusal standartları vardır. Uluslararası bal komisyonunda bir grup arı sütü

standartı ile ilgili çalışmaktadır. Ayrıca Avrupa Birliği birliğe bağlı ülkelerde geçerli olacak arı sütü standardı ve kalite kriterleri ile ilgili bir proje başlatmıştır. Türkiye’de de bu gelişmelere paralel olarak arı sütü standartlarının güncellenmesi ve kalite kriterlerine yönelik araştırmaların desteklenmesi yararlı olacaktır. Özellikle Çin’den ithal edilen arı sütlerinin kalitesi ile ilgili yoğun şüpheler bulunmaktadır. Bu nedenle uygun kalite kriterleri saptanarak kamu araştırma kurumlarında bu kriterlerin analitik olarak uygun yöntemlerle test edilmesi gerekmektedir.

Günümüzde, 10-HDA (10- Hidroksi-2-dekonoik asit) arı sütünün gerçeklik, saflığının rutin testinde en yaygın kullanılan özelliktir. Mevcut TSE arı sütü standardında arı sütünde 10-HDA içeriğinin en az % 1.4 olması gerektiği belirtilmiştir. Bu standart birçok Avrupa ülkesindeki arı sütü standardına uygun olarak hazırlanmıştır. Araştırmada Türkiye’de arı sütü satışı yapan firmaların büyük bir bölümünden arı sütü örnekleri alınmıştır. Analiz edilen 13 örnekten 6 adedinde (yaklaşık % 50 ‘sinde) 10-HDA değeri TSE arı sütü standardının çok altında bulunmuştur. Diğer bir ifadeyle incelenen örneklerin yaklaşık yarısı tağşiş edilmiştir, saf ve standartlara uygun bulunmamıştır. Ülkemizde arı sütü saf olarak satıldığı gibi balla, bal ve polenle ve bal, polen ve propolisle karışım halinde de satılmakta ve bu karışım ürünlerinde birkaç gram arı sütü bulunmaktadır. Gerçekten bu karışım ürünlerinin içerisinde arı sütü olup olmadığı ve beyan edilen gerçek miktarında bulunup bulunmadığını saptamak da oldukça zordur. Arı sütü doğası gereği pahalı bir üründür. Türkiye’de standart bir fiyatının olmadığı ve zaman zaman çok yüksek fiyatlarla satıldığı da düşünüldüğünde tüketicilerin ayrıca ekonomik olarak da önemli kayıplar yaşadığı görülmektedir.

Dünya arıcılığında çok önemli bir konumda olan ülkemizde başta arı sütü olmak üzere arı ürünlerinin üretim tekniklerinin geliştirilmesi, verimliliğinin ve kalitesinin artırılması için özel sektör, arıcı örgütleri, üniversiteler ve ilgili kamu kuruluşlarınca gerekli işbirlikleri kurulmalı ve bu amaçlara uygun araştırmalar desteklenmelidir. Türkiye’ de arı sütü içindeki farklı bileşiklerin hem miktar hem de kalitesinin güvenilir bir şekilde değerlendirilebilmesi amacıyla analitik testlerin uygulanması ve arı sütü içeren ürünlerde arı sütü varlığının belirlenmesi ve böylece olası hilelerin (tağşişlerin) de

saptanabilmesi tüketicilerin mağduriyetinin önlenmesi açısından çok büyük öneme sahiptir.

Son zamanlarda görsel ve yazılı medyada bal konusunda yapılan tartışmalar Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığını harekete geçirmiş ve balla ilgili denetimler artırılmıştır. Ancak bu çalışma da göstermiştir ki arı sütü konusunda etkin bir denetim yapılmamaktadır. Arıcılık sektöründeki bazı insanların bilgisizliği, açgözlülüğü ve sorumsuzluğu hem arıcılık sektörü hem de tüketiciler açısından kaygı verici sorunlara yol açmaktadır. Arıcılığın profesyonelce yapılan bir meslek olarak değerlendirilmesi ve arı ürünlerinin üretiminden tüketimine kadar geçen süreçteki tüm faaliyetlerin sektör içindeki her kesimin kabul edeceği ilke ve kurallara uygun olarak sürdürülmesi gerekmektedir. Bu araştırmada elde edilen sonuçlar Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı ve diğer ilgili kurumlara iletilecektir. Bu konuda sürekli ve yoğun denetimler yapılarak kamuoyunun ve arıcılık sektörünün bilgilendirilmesi sağlanmalıdır. Özellikle ithalatçı firmalardan ve piyasada satışa sunulan saf arı sütü ve arı sütü karışımlarından düzenli olarak alınacak örnekler akredite olmuş laboratuvarlarda analiz edilmeli ve tüketicilerin bu konudaki mağduriyeti önlenmelidir.

## 7. KAYNAKLAR

- ANONİM, 2000. Arı sütü. TSE, Türk Standard; TS 6666 / Aralık 2000, ICS 65.140;67.230, 1–9.
- ANTINELLI, J.F., ZEGGANE, S., DAVICO, R., ROGNONE, C., FAUCON, J.P and LIZZANI, L. 2003. Evaluation of (E)-10-hydroxydec-2-enoic acid as a freshness parameter for royal jelly. *Food Chem.*, 80: 85–89.
- BLOODWORTH, B.C., HARN, C.S., HOCK, C.T and BOON, Y.O. 1995. Liquid chromatographic determination of trans-10-hydroxy -2-decenoic acid content of commercial products containing royal jelly. *J. A.O.A.C. Int.*, 78 (4): 1019–1023.
- BLUM, M.S., NOVAK, A.F. and TABER, S. 1959. 10-hydroxy -2-decenoic acid, an antibiotic found in royal jelly. *Science*, 130: 452–453.
- BOSELLI, E., CABONI, M. F., SABATINI, A. G., MARCAZZAN, G. L and LERCKER, G. 2003. Determination and changes of free amino acids in royal jelly during storage. *Apidologie*, 34: 1–7.
- CEMEROĞLU, B. 2007. Gıda Analizleri. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları No:34, Ankara, 535 ss.
- FERIOLI, F., MARCAZZAN, G. L. and CABONI, M. F. 2007. Determination of (E)-10-hydroxy-2-decenoic acid content in pure royal jelly: a comparison between a new CZE method and HPLC. *Journal of Separation Science*, 30, 1061 – 1069.
- GARCIA-AMOEDO, L. H and ALMEIDA-MURADIAN, L. B. 2007. Physicochemical composition of pure and adulterated royal jelly. *Química Nova*, 30(2): 257-259.
- GENC, M ve ASLAN, A. 1999. Determination of trans-10-hydroxy-2- decenoic acid content in pure royal jelly and royal jelly products by column liquid chromatography. *J. Chromatogr. A*, 839 (1–2): 265–268.
- GENÇ, F. ve DODOLOĞLU, A. 2003. Arıcılığın temel esasları. Atatürk Üniversitesi Yayınları No:19, Ziraat Fakültesi Yayın No: 341, Erzurum, 338 ss.
- GRAHAM, J.M. 2003. The hive and honey bee. Dadant & Sons, Hamilton, Illinois, 1324 pp.
- GÜLER, A. 2006. Bal Arısı. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitabı No: 55, Samsun, 574 ss.
- GÜREL, F. 2012. Arıcılık sektörü ve etik ilkeler. *TSE Standard, Ekonomik ve Teknik Dergi*, 601: 74–79.

- JIANKE, L. and SHENGLU, C. 2005. Royal jelly and human health. *Am. Bee. J.*, 145 (5): 398-402.
- JIANKE, L., LA, Z., BOXIONG, Z and SHENGLU, C. 2005. How royal jelly maintains its quality within the colony. *Am. Bee. J.*, 145 (9): 736-738.
- KAMAKURA, M., FUKUDA, T., FUKUSHIMA, M. and YONEKURA, M. 2001. Storage-dependent degradation of 57-kDa protein in royal jelly: possible marker for freshness. *Biosci Biotech Biochem*, 65 (2): 277-284.
- KARACAOĞLU, M. 2012. Türkiye arıcılığının yapısal analizi. *TSE Standard, Ekonomik ve Teknik Dergi*, 601: 27–33.
- KARAALI, A., MEYDANOĞLU, F. and EKE, D. 1988. Studies on composition, freeze-drying and storage of Turkish royal jelly. *J. Apic. Res.*, 27(3): 182–185.
- KORKMAZ, A. ve ÖZTÜRK, C. 2010. Arı Sütü. Samsun İl Tarım Müdürlüğü, Kardeşler Ofset, Samsun, 43 ss.
- KÖSEOĞLU, M. ve DOĞAROĞLU, M. 2012. Arı ürünleri. *TSE Standard, Ekonomik ve Teknik Dergi*, 601: 94–98.
- KRELL, R. 1996. Value added products from beekeeping. FAO Agricultural Services Bulletin No:124, Rome, Italy.
- LERCKER, G., CAPELLA, P., CONTE, L.S., RUINI, F. and GIORDANI, G. 1982. Components of royal jelly: II. The lipid fraction, hydrocarbons and sterols. *J. Apic. Res.*, 21(3): 178–184.
- LERCKER, G., SAVIOLI, S., VECCHI, M.A., SABATINI, A.G., NANETTI, A. and PIANA, L. 1986. Carbohydrate determination of royal jelly by high resolution gas chromatography (HRGC). *Food Chem.*, 19: 255–264.
- MARCONI, E., CABONI, M.F., MESSIA, M.C. and PANFILI, G. 2002. Furosine: a suitable marker for assessing the freshness of Royal Jelly. *J. Agri. Food Chem.*, 50: 2825–2829.
- MESSIA, M.C., CABONI, M.F. and MARCONI, E. 2005. Storage stability assessment of freeze dried RJ by furosine determination. *J. Agri. Food Chem.*, 53: 4440–4443.
- MÜNSTEDT, K. and GEORGI, R.V. 2003. Royal jelly, a miraculous product from the bee hive?. *Am. Bee. J.*, 143 (8): 647-650.
- NATION, J.L. and ROBINSON, F.A. 1971. Concentration of some major and trace elements in honeybees, royal jelly and pollen, determined by atomic absorption spectrophotometry. *J. Apic. Res.*, 10 (1): 35–43.

- SABATINI, A.G., MARCAZZAN, G.L., CABONI, M.F., BOGDANOV, S.F. and MURADIAN, L.B.C. 2009. Quality and standardization of royal jelly. *JAAS*, 1(1): 16–21.
- SERRA BONVEHI, J. 1991. Study of adulteration of royal jelly with other honey bee products and water. *Prod. Sanidad Anim*, 6(2): 99-111.
- SESTA, G. 2006. Determination of sugars in royal jelly by HPLC. *Apidologie*, 37: 84-90.
- SIMUTH, J., BILIKOVA, K., KOVACOVA, E., KUZMOVA, Z. and SCHRODER W. 2004. Immunochemical approach to detection of adulteration in honey: Physiologically active royal jelly protein stimulating TNF- alpha release is a regular component of honey. *J Agric Food Chem*, 52 (8): 2154–2158.
- STOCKER, A., SCHRAMMEL, P., KETTRUP, A. and BENGSCHE E. 2005. Trace and mineral elements in royal jelly and homeostatic effects. *J Trace Elem Med Biol*, 19 (2–3):183–189.
- TETIK, N., TURHAN, I., OZIYICI, H.R. and KARHAN, M. 2011. Determination of D-pinitol in carob syrup. *Int J Food Sci Nutr*, 62(6):572–576.
- VITTEK, J. and SLOMIANY, B.L. 1984. Testosterone in royal jelly. *Experientia*, 40: 104–106.
- YATSUNAMI, K. and ECHIGO, T. 1985. Antibacterial action of royal jelly. *Bull. Fac. Agr.*, Tamagawa University, 25: 13–22.
- ZHENG, H.Q., WEI, W.T., WU, L.M., HU, F.L. and DIETEMANN, V. 2012. Fast determination of royal jelly freshness by a chromogenic reaction. *J Food Sci*, 77 (6):247-252.

## **ÖZGEÇMİŞ**

İbrahim YAVUZ, 07.05.1985 tarihinde Antalya ilinin Elmalı ilçesinde doğmuştur. İlk ve orta öğrenimini Elmalı’ da Lise öğrenimini Antalya’ da tamamlamış, 2003 yılında Antalya Anadolu Lisesinden mezun olmuştur. 2004 yılında Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü’nde lisans öğrenimine başlamış ve 2009 yılında Gıda Mühendisi ünvanı ile mezun olmuştur. 2010 yılında Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Zootekni Anabilim Dalı’ nda açılan Yüksek Lisans sınavını kazanarak, Hayvan Yetiştirme Anabilim Dalı’ nda Yüksek Lisans eğitime başlamıştır. Halen aynı anabilim dalında lisansüstü eğitime devam etmektedir.