



Anadolu Arısı Muğla Ekotipi ve Kafkas Melezi Kolonilerde Üretilen Arı Sütlerinde 10-Hidroksi-2-Dekanoik Asit, Toplam Protein ve Majör Arı Sütü Proteinlerinin Belirlenmesi

Emine ASLAN UZGÖREN¹, Aytül UÇAK KOÇ²

¹Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 09000, Aydın, Türkiye

²Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, 09100, Aydın, Türkiye

Emine ASLAN UZGÖREN, ORCID No: [0000-0002-7367-6883](https://orcid.org/0000-0002-7367-6883), Aytül UÇAK KOÇ, ORCID No: [0000-0001-5969-1609](https://orcid.org/0000-0001-5969-1609)

MAKALE BİLGİSİ

ÖZ

Araştırma Makalesi

Çalışmanın bir kısmı kongrede sunulmuş ve tez çalışmasından özetlenmiştir.

Geliş: 24.03.2024

Kabul: 26.04.2024

Anahtar Kelimeler

Bal arısı

10-HDA

Toplam protein

MASP

Sınırlandırma kafesi

* Sorumlu Yazar

aucak@adu.edu.tr

Bu araştırma ile farklı genotipteki kolonilerde üretilen arı sütlerinde 10-Hidroksi Dekanoik Asit (10-HDA), toplam protein oranları ve majör arı sütü proteinlerinin molekül ağırlıkları belirlenmiştir. Çalışmada, Kafkas melezi (KM) ve Muğla Ekotipi (ME) kolonilerin ana arıları, arı sütü üretiminden iki gün önce ana arı sınırlandırma kafesine alınmış, aşılama günü koloniler düzenlenmiştir. Her koloniye 40'ar adet larva transferi yapılmış ve 72 saat sonra arı sütü hasat edilmiştir. Aşılama randımanı (AR), koloni başına arı sütü verimi (ASV), yüksek başına arı sütü verimi (YBASV), 10-HDA ve toplam protein oranları (TP) majör arı sütü proteinlerinin (MASP) molekül ağırlıkları belirlenmiştir. ME kolonilerinde ASV, YBASV, TP ve 10-HDA sırasıyla ortalama 8,4±0,87 g; 386,5±26,5 mg ve %13,4±0,62 %2,47±0,16 olarak; KM kolonilerinde ASV, YBASV, TP ve 10-HDA sırasıyla ortalama 8,5±0,92 g; 354,9±28,3 mg; % 12,8±0,66; %2,34±0,18 olarak saptanmıştır. Arı sütünün majör arı sütü proteinleri KM ve ME'de sırasıyla; MASP1, 46,8 kDa ve 47,5 kDa; MASP2, 68,2 kDa ve 68,8 kDa; MASP3, 83,2 kDa ve 83,9 kDa; MASP4 61,6 ve 62,2 kDa, MASP5, 107,2 kDa ve 105 kDa olarak belirlenmiştir. Sonuç olarak, ana arılı kolonilerde üretilen arı sütü üretiminde aşılama randımanı, koloni başına arı sütü verimleri, 10-HDA, toplam protein içerikleri ve MASP molekül ağırlıkları bakımından genotip grupları birbirine benzer bulunmuş, arı sütü hasat dönemlerinin TP oranları üzerine erkisi önemli bulunmuştur (P<0.05).

Determination of 10-hydroxydec-2-enoic acid, Total Protein and Major Royal Jelly Proteins in Royal Jelly Produced in Anatolian Bee Muğla Ecotype and Caucasian Crossbreed Colonies

ARTICLE INFO

ABSTRACT

Research Article

A part of the study was presented at the congress and summarized from the thesis.

Received : 24.03.2024

Accepted : 26.04.2024

With this research, 10-hydroxydec-2-enoic acid (10-HDA), total protein ratios and molecular weights of major royal jelly proteins were determined in royal jelly produced in colonies with different genotypes. In the study, queens of Caucasian crossbreed (KM) and Muğla Ecotype (ME) colonies were taken to the queen confinement cage two days before royal jelly production, and the colonies were arranged on the vaccination day. 40 larvae were transferred to each colony and royal

Lütfen aşağıdaki şekilde atıf yapınız / Please cite this paper as following;

Aslan Uzgören, E., Uçak Koç, A., 2024. Anadolu Arısı Muğla Ekotipi ve Kafkas Melezi kolonilerde üretilen arı sütlerinde 10-hidroksi-2-dekanoik asit, toplam protein ve majör arı sütü proteinlerinin belirlenmesi, Journal of Animal Science and Products (JASP) 7 (1):19-29. DOI: [10.51970/jasp.1457614](https://doi.org/10.51970/jasp.1457614)

Keywords

Honey bee
10-HDA
Total protein
MRJPs
Confinement cage

* **Corresponding Author**
aucak@adu.edu.tr

jelly was harvested after 72 hours. Grafting efficiency, royal jelly yield per colony (ASV), royal jelly yield queen cell (YBASV), 10-HDA and total protein ratios (TP) and molecular weights of major royal jelly proteins were determined. ASV, YBASV, TP and 10-HDA in ME colonies averaged 8.4±0.87 g, respectively; 386.5±26.5 mg and 13.4±0.62% as 2.47±0.16%; ASV, YBASV, TP and 10-HDA in KM colonies averaged 8.5±0.92 g, respectively; 354.9±28.3 mg; 12.8±0.66%; It was found to be 2.34±0.18%. The major royal jelly proteins of royal jelly are KM and ME, respectively; MASP1, 46.8 kDa and 47.5 kDa; MASP2, 68.2 kDa and 68.8 kDa; MASP3, 83.2 kDa and 83.9 kDa; MASP4 was determined as 61.6 and 62.2 kDa, MASP5 was determined as 107.2 kDa and 105 kDa. As a result, genotype groups were found to be similar to each other in terms of grafting efficiency, royal jelly yields per colony, 10-HDA, total protein contents and MASP molecular weights in royal jelly production produced in colonies with queen bees. The effect of royal jelly harvest periods on TP rates was found to be significant (P<0.05).

Giriş

Amacı farklı olsa da, arıcılık hem gelişmiş hem de gelişmekte olan toplumların önemli tarımsal bir faaliyetidir. Arıcılık, gelişmiş ülkelerde öncelikle bitkisel üretimin bir girdisi olarak ele alınmaktadır (Karacaoğlu ve ark., 2020). Arıların polinasyona katkısının bir sonucu olarak, bitkisel üretimden elde edilen gelir, arı ürünlerinden elde edilen gelirden en az on kat daha fazladır. Dünya çapındaki çiçekli bitkilerin %70'i arılar tarafından tozlanmaktadır ve bu tozlaşmanın %80'inden fazlası bal arıları tarafından gerçekleştirilmektedir. Bu nedenle, böceklerle tozlaşan bitkilerin üremesinde arıların oynadığı rol çok önemlidir (McGregor, 1976). İnsan gıdası olarak kullanılan 82 bitki türünden 63'ünün bal arıları tarafından tozlandığı ifade edilmiştir (Delaplane ve Mayer, 2000).

Arıcılık, gelişmekte olan ülkelerde kırsal nüfusa iş, gelir ve sağlıklı beslenme sağlama aracı olarak kabul edilmektedir. Bunun nedeni, diğer tarımsal faaliyetlere göre daha az işgücü kullanılması, yatırım ve işletme maliyetlerinin düşük olması ve yurt içi kaynaklardan her türlü materyal ve ekipmanın sağlanabilmesidir. Arıcılıkta ilk akla gelen ürün baldır. Bununla birlikte, arı sütü (AS), polen, propolis, perga, arı zehri ve apilarnil üzerine yapılan araştırmalarla birlikte son zamanlarda bu ürünlere olan ilgi artmıştır. Ülkemiz, başta Ege ve Akdeniz Bölgeleri olmak üzere, ekolojisi ve koloni varlığı arı ürünleri üretimine son derece uygun olmasına karşın bal üretimi ile karşılaştırıldığında polen, arı sütü, propolis gibi diğer arı ürünlerinin üretimi yeter düzeyde değildir (Karacaoğlu ve ark., 2020). Türkiye, yılda ortalama 10 ton kadar arı sütü ithal etmekte ve yaklaşık olarak 500 kg arı sütü üretmektedir (Yavuz, 2021).

Çin'de ticari arı sütü üretimi belirli bölgede, erken ilkbaharda başlayıp kasım ayına dek sürdürülür. Bu nedenle arı sütü üretimi için erken ilkbaharda güçlü koloniler ve uygun ekoloji gerekir. Ülkemizde, arı sütü üretimi için Akdeniz ikliminin egemen olduğu İzmir, Aydın, Muğla ve Antalya illeri en uygun yörelerdir. Ayrıca bölgede yetiştirilen, Anadolu Arısı'nın Ege Ekotipi (Muğla arısı), Kafkas ve Anadolu Arısı'nın diğer ekotiplerinden daha fazla yavru yetiştirdiği ve ilkbaharda daha hızlı gelişme gösterdiği bildirilmiştir (Güler ve Kaftanoğlu, 1999; Karacaoğlu ve Uçak, 2002; Gençer ve Karacaoğlu, 2003). Ege ekotipinin (Muğla arısı), Kafkas ırkı ve melezlere kıyasla daha fazla miktarda arı sütü ürettiği yapılan birkaç çalışmada bildirilmiştir (Karacaoğlu ve ark., 2004; Erdoğan ve ark., 2017). Bu çalışmada ise, Anadolu Arısı Muğla Ekotipi ve Kafkas melezi kolonilerde üretilen arı sütlerinde 10-Hidroksi Dekanoik Asit (10-

HDA), toplam protein ve majör arı sütü proteinlerinin molekül ağırlıkları belirlenmiştir.

Materyal ve Yöntem

Bu çalışma Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Arı ve İpekböceği Araştırma ve Uygulama Birimi'ndeki arı kolonilerinde gerçekleştirilmiştir. Çalışmada, Aydın koşullarında doğal çiftleşmiş Kafkas ana arılarından oluşturulmuş 5 adet Kafkas Melezi (KM) kolonisi ve 5 adet Muğla ekotipi (ME) kolonisi arı sütü üretiminde kullanılmıştır. Kolonilerin ana arıları larva transferinden 2 gün önce, 1 adet kabarmış boş bir çerçeve ve 1 adet ballı polenli çerçeve ile plastik sınırlandırma kafesine konulmuştur. Larva transferinin yapılacağı gün bu koloniler arı sütü üretimi için hazırlanmıştır. Kolonilerin hazırlanmasında kafes dışındaki tüm çerçeveler kontrol edilerek açık yavru ve yumurtalı olan tüm çerçeveler toplanmış, polenli ve ballı çerçeveler bırakılmıştır. Her bir kolonide yaklaşık olarak 1,8-2 kg arası işçi arı popülasyonuna sahip olmuştur. Haftada bir kolonilere kendi genotip grubundan çıkmak üzere olan kapalı yavrulu işçi arı takviyesi yapılmıştır. Larva transferi için balmumundan yapılmış ana arı yüksükleri kullanılmış, her koloniye 40'ar adet larva aktarılmış ve larva transferinden 72 saat sonra arı sütü hasatı yapılmıştır (Şekil 1). Her iki gruba (KM ve ME) toplam 2000 adet larva aktarılmıştır. Koloniler deneme süresince şeker şurubu ile beslenmiştir.



Şekil 1. Arı sütü üretim kovanından 72 saat sonra alınan yüksüklerin görünümü (Foto: 2. yazar)
Figure 1. Appearance of the queen cell taken from the royal jelly production hive after 72 hours (Photo: 2nd author)

Arı sütü hasadında, kabul edilen larvalar sayılarak larva kabul oranı belirlenmiştir. Daha sonra ana arı yüksüklerinin boyları ısıtılmış bistüri yardımıyla kısaltılmış, ana arı larvaları forseps ile tek tek toplanmıştır (Şekil 2). Hemen ardından bir koloniye ait olan 2 çıta tartılarak not edilmiş ve ahşap kaşıkla rastgele yaklaşık 2 gr arı sütü örneği ependorf tüplerine toplanmıştır. Yüksüklerde kalan arı sütleri arı sütü vakum cihazıyla tamamen toplanmış, boş kalan yüksüklü çıtalar yeniden tartılarak, arı sütü verimi hesaplanmıştır. Daha sonra da toplam arı sütü miktarı kabul edilen yüksük sayısına bölünerek saptanmıştır. Hasat edilen arı sütü örnekleri analize kadar -20°C'de depolanmıştır.



Şekil 2. Yüksüklerin kesilmesi, larvaların toplanması ve AS örneklerinin toplanması (Foto: 2. Yazar)

Figure 2. Cutting the queen cell, collecting the larvae and collecting royal jelly samples (Photo: 2nd Author)

Kimyasal analiz

Arı sütünde 10-HDA tayini Türk Standartları Enstitüsü'ne göre (TS 6666/Aralık 2000'e göre) HPLC yöntemiyle (Bloodworth ve ark., 1995; Garcia-Amoedo ve Almeida Muradian, 2003, 2007), toplam protein analizleri Bradford yöntemine göre yapılmıştır (Bradford, 1976). Başlıca arı sütü proteinlerinin (MASP) tanımlanması ve moleküler ağırlıklarının belirlenmesi, Laemmli'nin (1970) SDS-PAGE (sodyum dodesil sülfat-poliakrilamid jel elektroforezi) yöntemi kullanılarak yapılmıştır.

İstatistiksel analiz

Verilerin istatistiksel analizinde SAS ve Minitab paket programları kullanılmış olup alt grupların karşılaştırılması Duncan'a göre yapılmıştır ($P < 0,05$).

Bulgular ve Tartışma

Deneme kolonilerinin aşılama randımanları Tablo 1'de verilmiştir. Araştırmada varyans analizi sonuçlarına göre genotip, hasat dönemi ve genotip*hasat dönemi etkileşiminin aşılama verimi üzerindeki etkileri istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($P > 0,05$).

Tablo 1. Genotiplerin hasat dönemlerine göre aşılama randımanları (%)

Table 1. Grafting efficiencies of genotypes according to harvest periods (%)

	Hasat Dönemleri						Genel
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	
ME	62.0±8.9	48.1±10.0	51.0±8.98	42.5±8.98	68.1±10.0	63.8±10.0	55.9±3.8
KM	59.5±8.9	44.4±10.0	45.6±10.0	57.5±10.0	65.0±10.0	70.0±11.6	57.0±4.1
Gene	60.8±6.3	46.3±7.11	48.3±6.74	50.0±6.74	66.6±7.11	66.9±7.68	

Bu araştırma, tüm genotip gruplarında Aşılama randımanı (AR)'nın düşük olduğunu ve ortalama %70'e kadar olduğunu göstermiştir. Bu çalışmada AR düşük olması olağandır çünkü AS üretimi ana arılı (kafeslenmiş) kolonilerde yapılmıştır. Ana arı iki çerçevede sınırlandırılrsa da, ana arının ve yavruların feromonları ana arı yetiştirme isteğini azaltmıştır. Arslan ve Hamgir (2010) ana arısız kolonilerde AR %59,44 ($\pm 20,44$) ve ana arılı kolonilerde AR 44,55 ($\pm 20,13$), Şahinler ve Kaftanoğlu (2005), ana arısız kolonilerde AR %88,2 ve ana arılı kolonilerde AR %72,1 Karacaoğlu ve ark. (2004) ise, ana arısız kolonilerde AR'nını %75 olarak bildirmişlerdir.

Bu çalışmada (Tablo 2), genotip (KM ve ME), hasat dönemi (1, 2, 3, 4, 5, 6) ve genotip*hasat dönemi interaksiyonunun kolonilerin arı sütü verimi (ASV) üzerine etkileri istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur ($P > 0,05$).

Tablo 2. Genotiplerin hasat dönemlerine göre arı sütü verimleri (g)

Table 2. Royal jelly yields of genotypes according to harvest periods (g)

	Hasat Dönemleri						Genel
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	
ME	12.4 \pm 2.00	7.0 \pm 2.23	10.6 \pm 2.00	5.4 \pm 2.00	8.0 \pm 2.23	7.0 \pm 2.23	8.4 \pm 0.87
KM	8.8 \pm 2.00	6.0 \pm 2.23	12.0 \pm 2.23	6.3 \pm 2.23	9.8 \pm 2.23	8.3 \pm 2.58	8.5 \pm 0.92
Genel	10.6 \pm 1.41	6.5 \pm 1.59	11.3 \pm 1.51	5.8 \pm 1.51	8.9 \pm 1.59	7.7 \pm 1.71	

ME kolonilerinden her hasatta elde edilen arı sütü miktarı koloni başına ortalama 8.4 \pm 0.87 g iken KM kolonilerinde de 8.5 \pm 0.92 g olarak saptanmıştır. Arı sütü ile ilgili yapılan benzer çalışmalarda, Kafkas ve Kafkas melez genotiplerin (Şahinler ve Kaftanoğlu, 2005; Karacaoğlu ve ark., 2004) koloni başına ASV'yi Anadolu Arısı Muğla Ekotiği ve Karniyol ırkıdan farklı ve önemli olduğu bildirilmiştir. Koloni başına ASV bir çalışmada 7.598 \pm 0.271 g (Kutluca ve ark., 1998) bir başka çalışmada ise (Şahinler ve Kaftanoğlu, 2005), ana arılı kolonilerde ortalama 6.9 g ve ana arısız kolonilerde ise 9.8 g olarak saptanmıştır.

Üretim sezonunda koloni başına verim, AS üretimi yapan bir arıcılık işletmesinde verimliliğin ana göstergesidir. ASV, arı sütü salgılayan işçi arıların sayısına ve yaşına, transfer edilen larva sayısına ve yaşına, AS hasat aralığına (24, 48 ve 72 saat), AS üretimi yapılan koloninin genotipine, mevsime, nektar ve polen kaynaklarının zenginliğine bağlı olduğu bildirilmiştir (Kutluca ve ark., 1998; Karacaoğlu ve ark., 2004; Şahinler ve Kaftanoğlu, 2005; Uçak Koç ve ark., 2022; Uçak Koç ve ark., 2023).

Bu çalışmada, hasat döneminin (1, 2, 3, 4, 5 ve 6) ana arı yüksük başına arı sütü verimi (YBASV) üzerine etkileri önemli ($P < 0,05$), genotip (KM ve ME) ve genotip*hasat dönemi interaksiyonunun YBASV üzerine etkileri önemsizdir. KM kolonilerinde YBASV ortalama 354.9 \pm 28.3 mg ve ME kolonilerinde YBASV ortalama 386.5 \pm 26.5 mg olarak saptanmıştır (Tablo 3). Kolonilerde arı sütü üretiminin 9. gününde yani 3. hasatta YBASV ortalaması 505.8 \pm 45.9 mg ile 18. günde yani 6. dönem son hasatta YBASV (290.7 \pm 52.3) farklı ve önemli ($P < 0,05$) bulunmuştur.

Arı sütü ile ilgili yapılan çalışmalardan birinde, 30 adet larva transferi yapılan üretim kolonilerinde YBASV ortalama 217.9 mg, 45 adet larva transferi yapılan üretim kolonilerinde YBASV'yi ortalama 191.0 mg olarak bildirmişlerdir (Kutluca ve ark., 1998). Bir başka çalışmada Muğla'da YBASV'yi 324 mg, Kafkas melez kolonilerde 299 mg (Karacaoğlu ve ark., 2004), Erdoğan ve ark. (2017) ise, Muğla ve İtalyan melez kolonilerde sırasıyla YBASV'yi

ortalama 245.3 mg ve 187.8 mg olarak saptamışlardır. Bu konuda yapılan çalışmalarda, koloniye verilen yüksük sayısı (larva sayısı) arttıkça YBASV'nin azaldığı görülmektedir.

Tablo 3. Genotiplerin hasat dönemlerine göre yüksük başına arı sütü verimleri (mg)
Table 3. Royal jelly yield (mg) per queen cell of genotypes according to harvest periods

	Hasat Dönemleri						Genel
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	
ME	461.2±61.3	358.2±68.5	555.8±61.	380.4±61.3	284.3±68.5	279.3±68.	386.5±26.
KM	378.3±61.3	348.5±68.5	455.9±68.	269.7±68.5	375.0±68.5	302.0±79.	354.9±28.
Gen	419.8±43.3	353.3±48.4	505.8±45.	325.1±45.9	329.6±48.4	290.7±52.	

P<0.05 a,b (Farklı harfler farklı grupları gösterir)

P<0.05 a,b (Different letters indicate different groups)

Yaptığımız bu çalışmada, arı sütü üretiminde kullanılan her bir koloni 18 gün boyunca aralıksız olarak arı sütü üretmiştir. Bu süreçte kolonilerin ana arısı sınırlandırma kafesinde tutulduğu için 4-5 günde bir kafes içindeki çerçeveler alınarak uygun yaştaki larvalar aşılama kullanılmıştır. Ayrıca kolonilere kendi genotipinden 3-4 günde bir çıkmak üzere olan kapalı yavru takviyesi yapılmış olmasına karşın AS üreten kolonilerin 15 günden sonra larva beslemeye olan eğilimlerinin azaldığı görülmüştür.

Bu çalışmada genotip ve genotip*hasat dönemi interaksiyonunun arı sütündeki toplam protein (TP) oranı üzerine etkileri önemsiz, hasat dönemlerinin TP oranı üzerine etkileri istatistiki olarak önemli (P<0.05) bulunmuştur.

Tablo 4'de de görüldüğü gibi, ilk dört hasatta TP oranları ortalama %12-%13.8 aralığında seyrederken, beşinci hasatta %17 ve son hasatta ise aniden %9,8'e düşmüştür. Bu durum genotipler bakımından incelendiğinde benzer durum görülmüştür. Arı sütünde TP oranlarının hasat dönemleri arttıkça azalması beklenen bir durum iken aniden yükselmesi ve azalması tek bir nedenle açıklanabilir bir durum değildir.

Tablo 4. Genotiplerin hasat dönemlerine göre arı sütü toplam protein oranları (%)
Table 4. Total protein ratios (%) of royal jelly according to the harvest periods of genotypes

	Hasat dönemleri						Genel
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	
ME	13.5±1.42	11.9±1.59	13.8±1.42	13.8±1.42	17.4±1.59	9.8±1.59	13.4±0.6
KM	14.1±1.42	12.4±1.59	11.1±1.59	12.7±1.59	17.0±1.59	9.7±1.84	12.8±0.6
Gene	13.8±1.00 ^a	12.2±1.13 ^a	12.4±1.07 ^a	13.3±1.07 ^a	17.2±1.13	9.8±1.22	

P<0.05 a,b; (Farklı harfler farklı grupları gösterir)

P<0.05 a,b; (Different letters indicate different groups)

Bu çalışmada elde ettiğimiz TP oranları genel olarak literatür ile uyumludur (Liu ve ark., 2008; Zheng ve ark., 2011; Ramadan ve Al Ghamdi, 2012; Wytrychowski ve ark., 2013; Yavuz ve Gürel, 2017; Kamyab ve ark., 2020; Okuyan, 2020; Uçak Koç ve ark., 2022; 2023; Oskay ve Bayrak, 2022). TSE standartlarına göre, saf arı sütü en fazla %14.5 protein içermeli ibaresi geçse de, yapılan çeşitli çalışmalarda arı sütündeki protein oranının %9-18 arasında olduğu

bildirilmiştir (Schmitzova ve ark., 1998; Santos ve ark., 2005; Drapeau ve ark., 2006; Shinkhede ve Tembhare, 2009, Karacaoğlu ve ark., 2019).

Bu çalışmada arı sütünün majör yağ asiti olan 10 hidroksi dekanoyik asit (10-HDA) KM kolonilerinde üretilen arı sütünde 10 HDA %2.34±0.18 iken, ME kolonilerinden elde edilen arı sütünde 10 HDA % 2.47±0.16 olarak belirlenmiştir (Tablo 5). 10-HDA aralığı %2.01-2.75 arasında değişmiştir ve bazı çalışmalarla uyumlu bulunmuştur (Liu ve ark., 2008; Zheng ve ark., 2011; Yavuz ve Gürel, 2017; Uçak Koç ve ark., 2022; 2023).

Tablo 5. Genotiplerin hasat dönemlerine göre arı sütü 10-HDA oranları (%)

Table 5. 10-HDA Rates (%) of genotypes according to harvest periods

	Hasat Dönemleri						Genel
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	
ME	2.49±0.16	2.66±0.18	2.20±0.16	2.43±0.16	2.41±0.18	2.64±0.21	2.47±0.16
KM	2.75±0.16	2.60±0.18	2.36±0.18	2.01±0.18	2.13±0.18	2.22±0.21	2.34±0.18
Genel	2.62±0.16	2.63±0.18	2.28±0.18	2.22±0.18	2.27±0.16	2.43±0.19	

Arı sütü üretim kolonilerinde yapılan farklı uygulamaların AS içeriğine etkisi ile ilgili araştırmalar sınırlı sayıdadır. Bu çalışmalarda da transfer edilen larvanın yaşı ve sayısı, hasat aralığı gibi faktörlerin arı sütü içeriğini etkilediği saptanmıştır (Liu ve ark., 2008; Zheng ve ark., 2011; Kösoğlu ve ark., 2013; Karacaoğlu ve ark., 2019). E vit ve koenzim Q10 ile ek besleme yapılmasının arı sütü içeriğine etkisi olmadığı bildirilmiştir (Okuyan, 2020). Bir başka çalışmada, şeker şurubu ile beslenen kolonilerin ürettiği arı sütünün 10-HDA oranını %2.5 şeker şurubu + polen ikamesi ile beslenen kolonilerin arı sütünün 10-HDA oranını ise %4 olarak bildirmişlerdir (Oskay ve Bayrak, 2022). Arı sütündeki 10-HDA içeriğinin farklı iklim bölgelerinde önemli ölçüde değiştiğini, sıcak ve kurak bölgelerde üretilen arı sütündeki 10-HDA miktarlarının daha yüksek olduğu (%2.44) bildirilmiştir (Kamyab ve ark., 2020). Yine bir çalışmada, 10-HDA oranının hasat aralığına göre önemli ölçüde değiştiğini (Karacaoğlu ve ark., 2019), 10-HDA içeriğine larvaların yaşının ve hasat zamanının etkisi olduğu belirlenmiştir (Liu ve ark., 2008). Balkanska (2018), fırıncılık mayası ile beslenen kolonilerin ürettiği arı sütü 10-HDA oranını (%2.13 ± 0.27), kontrol grubuna göre (%1.89 ± 0.22) daha yüksek bulmuştur.

Bu çalışmada ME ve KM kolonilerinden elde edilen AS'lerde MASP1 için molekül ağırlığı sırasıyla 47.5 ve 46.8 kDa olarak belirlenmiş, bazı çalışmalarda 55-57 kDa arasında olduğunu bildirmişlerdir (Malecova ve ark., 2003; Peixoto ve ark., 2009; Sakla ve El-shafeiy, 2022). Bu çalışmada ME ve KM kolonilerinden elde edilen AS'lerde MASP2 için molekül ağırlığı sırasıyla 68.8 ve 68.2 kDa olarak belirlenirken, Imjongjirak ve ark. (2005) ve Schmitzova ve ark. (1998) ise MASP2'nin moleküler ağırlığını 72 kDa olarak belirlemişlerdir. Yine Santos ve ark., (2005) Avrupa bal arılarında MASP2'nin moleküler ağırlığının 50.6 ile 59.9 kDa arasında olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmada ME ve KM için MASP3 sırasıyla 83.9 ve 83.2 kDa olarak belirlenirken Santos ve ark., (2005)'nin MASP3 için tespit ettiği değer aralığında (80.6 Da-87.0 kDa) bulunmuştur. Yine bu çalışmada MASP5 için tespit edilen molekül ağırlığı ME ve KM kolonilerinden elde edilen AS'lerde molekül ağırlığı sırasıyla 105 ve 107,2 kDa olarak belirlenirken 80,9 kDa, Santos ve ark.(2005)'nin belirlediği değere benzerdir.

MASP molekül ağırlıkları ile ilgili yapılan çalışmalarda da önemli ölçüde farklılık vardır. Arı sütü üretiminde uygulanan teknikler ve diğer çevresel ve genetik değişkenler, protein

miktarında değişiklikler olduğunu göstermiştir (Imjongjirak ve ark., 2005; Tamura ve ark., 2009). MASP ailesi üzerine ilk çalışmalar 90'lı yıllarda başlamıştır. Teknolojik gelişmeler nedeniyle son yıllarda bu konuda daha fazla çalışma yapılırsa da, aile hakkında yeterince bilgi yoktur. MASP ailesi hakkında keşfedilecek yeni bilgilerin ortaya çıkması için bu konuda daha çok sayıda farklı bilim dalının katılımı gerekecektir.

Bu araştırmada, ana arılı kolonilerde arı sütü üretilmiştir. Ticari arı sütü üretiminde başlatıcı ve bitirici koloniler tipik olarak kullanılır. Başlatıcı bitirici kolonilerin hazırlanması ve düzenlenmesi, iyi bir koloni yönetimi ve bilgi gerektirir. Bu çalışmadaki kafes modeli, küçük işletmeler için uygundur. Arı sütü üretimi yapmak isteyen küçük işletmeler, arılıktaki genç ana arı kolonilerine kafes uygulaması ile arı sütü üretebilirler. Bu uygulamada ana arı iki çerçeve ile bir kafese yerleştirildiği için, özellikle arı sütü üretiminde çok sayıda bir günlük larva ihtiyacı da pratik bir şekilde karşılanacaktır.

Sonuç

Bal arısı, insanlar ve bitkiler için en tanınmış ve önemli böceklerden biri olup, arıcılık ve tozlaşma için hayati öneme sahiptir. AS, insan sağlığını destekleyen ve bal arısı gelişimi ve üremesi için hayati önem taşıyan gıdalarda ve kozmetiklerde sıklıkla kullanılan doğal ürünlerdir. Virüs salgınları nedeniyle bağışıklık sisteminin güçlü tutulması ve doğal ve fonksiyonel gıdalara olan ilginin artması son zamanlarda arı ürünlerini de gündeme getirmiştir.

Bu araştırmada, ana arısı sınırlandırılmış Kafkas melezi ve Muğla genotipi kolonilere (5'er koloni) 40'ar tane 1 günlük larva transferi yapılmıştır. Genel olarak aşılama randımanı %55-57, koloni başına arı sütü verimi 6-12 g arasında değişmiştir. Genotipler bakımından koloniler benzerlik göstermiş, arı sütü üretiminde hasat dönemlerine göre toplam protein oranları önemli oranda değişmiştir. Arı sütündeki 10-HDA bakımından hasat dönemleri ve genotipler birbirine benzer ve majör arı sütü proteinlerinin molekül ağırlıkları genotipler bakımından benzerdir.

Ülkemizde arı sütü üretimi çok sınırlı miktarlardadır. Çünkü arı sütü üretimi bilgi-beceri, disiplin, ekip, organizasyon ve yoğun emek isteyen bir uğraştır. Bu nedenle AS üretimi yapan üretici sayısı azdır. Bu çalışmada kullanılan arı sütü üretim biçimi (ana arının 2 çerçevede sınırlandırılması) ile arıcılar küçük miktarlarda da olsa arı sütü üretebilirler ve tecrübe edinin kendilerine güvenleri geldiğinde ticari boyuta geçebilirler. Çünkü bu çalışmada uygulanan yöntem başlatıcı-bitirici kolonilere göre daha az beceri isteyen, transfer edilecek uygun yaşta larvaya ulaşımın daha kolay olduğu ve arı sütü üretim kolonilerinin ana arılı oldukları için çalışmanın daha rahat olduğu bir uygulamadır. Bu yöntemle ana arısını yenilemeye gerek kalmadan 15 gün boyunca arı sütü üretmek mümkündür. Ayrıca Aydın ilinin de içinde yer aldığı Ege Bölgesi, Akdeniz Bölgesi ile birlikte diğer bölgelere göre arı sütü üretimini uzun süre (5-7 ay) yapmak, ayrıca bölgenin sıcak ve kurak olmasından dolayı da arı sütünün kalitesi bakımından da önemlidir. Yapılan bir çalışmada, sıcak ve kurak iklime sahip olan bölgelerde nemli bölgelere göre üretilen arı sütlerinin 10-HDA, protein ve B grubu vitamin içeriklerinin daha zengin olduğu belirtilmiştir (Kamyab ve ark., 2020).

Arı sütünün bağışıklık proteinleri olarak da adlandırılan majör arı sütü proteinleri ve majör yağ asidi 10-HDA arı sütüne fonksiyonel özellik kazandıran bileşiklerdir. Günümüzde, standarda göre arı sütünün tazeliğinin ve gerçekliğinin göstergesi 10-HDA'dır. Yapılan

çalışmalarda arı sütünde, en bol bulunan ve üzerinde en çok çalışılan MASP1'in bu kriterler arasında yer alacağı öngörülmektedir. MASP ailesi ile ilgili yapılan çalışmalar sınırlıdır. Gelecekte, sağlanan teknolojik yaklaşımlarla birlikte yapılacak araştırmalarla arı sütünün MASP ailesi hakkında yeni bilgiler keşfedilecektir.

Teşekkür

Bu çalışmanın gerçekleştirilmesi için gerekli maddi desteği sağlayan Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'ne (Proje No: ZRF-20023) teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Arslan, S., Hamgir, B., 2010. Ana arı üretiminde farklı koloni popülasyonuna sahip analı ve anasız başlatma kolonileri ile üretim mevsiminin ana arı kalitesi ve yetiştiricilik parametreleri üzerine etkileri. *Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpaşa University*, (2): 81-88.
- Balkanska, R., 2018. Determination of trans-10-hydroxy-2-decenoic acid in royal jelly by high performance liquid chromatography after different bee feeding. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 7(4), 3738-3743.
- Bloodworth, B.C., Harn, C.S., Hock, C.T., Boon, Y.O., 1995. Liquid chromatographic determination of trans-10-hydroxy -2-decenoic acid content of commercial products containing royal jelly. *Journal of AOAC International* 78 (4): 1019-1023.
- Bradford, M.M., 1976. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Analytical Biochemistry*, 72:248-254.
- Delaplane, K. S., Mayer, D. F., 2000. *Crop pollination by bees*. CABI publishing.
- Drapeau, M.D., Albert, S., Kucharski, R., Prusko, C., Maleszka, R., 2006. Evolution of the Yellow/Major Royal Jelly Protein family and the emergence of social behavior in honey bees. *Genome Research*, 16(11), 1385-1394.
- Erdoğan, A., Uçak Koç, A., Karacaoğlu, M., 2017. Anadolu Arısı Ege Ekotipi (*Apis mellifera anatoliaca*) ve İtalyan (*Apis mellifera ligustica*) X Ege Melezi Bal Arılarının ve Farklı Yüksük Sayılarının Arı Sütü Verimleri Üzerine Etkileri. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 21 (1): 91-98.
- Garcia-Amoedo, L.H., Almeida-Muradian, L.B., 2003. Determination of trans 10-hydroxy-2-decenoic acid (10- HDA) in Brazilian royal jelly. *Ciencia y tecnología de alimentos* 23, Supl.: 62–65.
- Garcia-Amoedo, L.H., Almeida-Muradian, L.B., 2007. Physicochemical composition of pure and adulterated royal jelly. *Química Nova* 30(2): 257-259
- Gençer, H. V., Karacaoğlu, M., 2003. Kafkas ırkı (*Apis mellifera caucasica*) ve Kafkas Irkı ile Anadolu Arısı-Ege Ekotipi (*Apis mellifera anatoliaca*)'nin Karşılıklı Melezlerinin Ege Bölgesi Koşullarında Yavru Yetiştirme Etkinlikleri ve Bal Verimleri. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi*, 13(1): 61-65.

- Güler A., Kaftanoğlu O., 1999. Türkiye'deki önemli balarısı (*Apis mellifera* L.) ırk ve ekotiplerinin göçer arıcılık koşullarında performanslarının karşılaştırılması. Turkish Journal of Veterinary and Animal Science, 23, 577-581.
- Imjongjirak, C., Klinbunga, S., Sittipraneed, S., 2005. Cloning, expression and genomic organization of genes encoding major royal jelly protein 1 and 2 of the honey bee (*Apis cerana*). BMB Reports, 38(1), 49-57.
- Kamyab, S., Gharachorloo, M., Honarvar, M., Ghavami, M., 2020. Quantitative Analysis of Bioactive Compounds Present In Iranian Royal Jelly. Journal of Apicultural Research, 59 (1) 42–52.
- Karacaoğlu, M., Uçak, A., 2002. Güney Ege koşullarında farklı dönemlerde yetiştirilen ana arılar ile oluşturulan kolonilerin gelişimi. III. Ulusal Zootekni Bilim Kongresi, 14-16.
- Karacaoğlu, M., Kösoğlu, M., Uçak Koç, A., 2004. Farklı yöntemlerin Ege ekotipi (*A. m. anatoliaca*) ve Kafkas (*A. m. caucasica*) x Ege melezi bal arılarının arı sütü verimleri üzerine etkileri. ADÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 1(1): 29-33.
- Karacaoğlu, M., Uçak Koç, A., Bakır, B.Z., Metin, K., Keser, B., Birincioğlu, B., 2019. The effect of harvest time and number of queen cell on 10-HDA and total protein content in royal jelly. 11. International Animal Science Conference, Cappadocia, Turkey, 20-22 October 2019; p:380-384.
- Karacaoğlu, M., Gençer, H. V., Uçak Koç, A., Kahya, Y., 2020. Arıcılık sektöründe mevcut durum kısıtlar ve fırsatlar. Türkiye Ziraat Mühendisliği IX. Teknik Kongresi Bildiriler Kitabı-2, 159.
- Kösoğlu, M., Yücel, B., Gökbulut, C., Konak, R. Bircan, C., 2013. The effect of harvesting time on some biochemical and trace element compositions of royal jelly. Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 19 (2): 233-237.
- Kutluca, S., Genç, F. Dodoloğlu, A., 1998. Besleyici kolonilere verilen ana arı yüksüklerinin sayısı ile hasat aralığının kolonilerin arısütü verimine etkisi. Tr J of Veterinary and Animal Sciences, 22: 363-369.
- Laemmli, U.K., 1970. Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T4. Nature 227: 680-685.
- Liu, J.R., Yang, Y.C., Shi, L.S., Peng, C.C., 2008. Antioxidant Properties of Royal Jelly Associated with Larval Age and Time of Harvest. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 56: 11447–11452.
- Malecova, B., Ramser, J., O'Brien, J. K., Janitz, M., Judova, J., Lehrach, H., Simuth, J., 2003. Honeybee (*Apis mellifera* L.) mrjp gene family: computational analysis of putative promoters and genomic structure of mrjp1, the gene coding for the most abundant protein of larval food. Gene, 303, 165-175.
- McGregor, S. E., 1976. Insect pollination of cultivated crop plants (No. 496). Agricultural Research Service, US Department of Agriculture.
- Okuyan, S. 2020. E vitamini ve ko-enzim q10'un arı sütünün bazı kimyasal ve üretim parametreleri üzerine etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Niğde.
- Oskay, D., Bayrak, G., 2022. Investigation of yield and some quality features of royal jelly harvested from honeybee colonies fed with food substitutes. Hayvansal Üretim, 63(2), 98-104.

- Peixoto, L. G., Calabria, L. K., Garcia, L., Capparelli, F. E., Goulart, L. R., de Sousa, M. V., Espindola, F. S., 2009. Identification of major royal jelly proteins in the brain of the honeybee *Apis mellifera*. *Journal of Insect Physiology*, 55(8), 671-677.
- Ramadan, M.F., Al-Ghamdi, A., 2012. Bioactive compounds and health-promoting properties of royal jelly: A review. *Journal of Functional Foods*, 4(1), 39-52.
- Santos, K. S., dos Santos, L. D., Mendes, M. A., de Souza, B. M., Malaspina, O., Palma, M. S., 2005. Profiling the proteome complement of the secretion from hypopharyngeal gland of Africanized nurse-honeybees (*Apis mellifera* L.). *Insect Biochemistry And Molecular Biology*, 35(1), 85-91.
- Sakla, R., El-Shafeiy, S., 2022. Evaluation of royal jelly quality and queens production by using natural food supplements in honeybee colonies. *Egyptian Journal of Agricultural Research*, 100(4), 458-466.
- Schmitzova, J., Klaudiny, J., Albert, S., Schroder, W., Schreckengost, W., Hanes, J., 1998. A family of major royal jelly proteins of the honeybee *Apis mellifera* royal jelly. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 389: 1087-1093.
- Shinkhede, M.M., Tembhare, D.B., 2009. Royal Jelly Protein and Lipid Composition in *Apis cerana indica* F. *International Journal of Industrial Entomology*, 18(2), 139-142.
- Şahinler, N., Kaftanoğlu, O., 2005. The effects of season and honeybee (*Apis mellifera* L.) genotype on acceptance rates and royal jelly production. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 29: 499-503.
- Tamura, S., Amano, S., Kono, T., Kondoh, J., Yamaguchi, K., Kobayashi, S ... Moriyama, T., 2009. Molecular characteristics and physiological functions of major royal jelly protein 1 oligomer. *Proteomics*, 9(24), 5534-5543.
- Uçak Koç, A., Karacaoğlu, M., Bakır, Z.B., Kızılkaya, K., 2022. Determination of total protein, trans-10-Hydroxy-2-Decenoic Acid (10-HDA) and major royal jelly proteins in royal jelly produced at different harvest times in queenless and queenright colonies. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 26(1), 109-117.
- Uçak Koç, A., Karacaoğlu, M., Uygun, M., Bakır, Z.B. Keser, B., 2023. Effect of harvesting time and the number of queen cell cups on royal jelly composition. *Journal of Apicultural Research*, 62(3), 478-484.
- Wytrychowski, M., Chenavas, S., Daniele, G., Casabianca, H., Batteau, M., Guibert, S. Brion, B., 2013. Physicochemical characterisation of French royal jelly: Comparison with commercial royal jellies and royal jellies produced through artificial bee-feeding. *Journal of Food Composition and Analysis*, 29(2), 126-133.
- Yavuz, İ., 2021. Apiterapi Karışımlarında Kullanılan Arı Sütünde 10-HDA'nın Termal Degradasyonunun Belirlenmesi ve Arı Sütünün Fonksiyonel Gıda Üretiminde Kullanımı. Doktora Tezi, Akdeniz Üniv., Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya.
- Yavuz, İ., Gürel, F., 2017. Chemical properties of the royal jellies in Turkish markets (Türkiye'de satışa sunulan arı sütlerinin kimyasal özellikleri). *Mediterranean Agricultural Sciences*, 30(3): 281-285.
- Zheng, H.Q., Hu, F.L. Dietemann, V., 2011. Changes in composition of royal jelly harvested at different times: consequences for quality standards. *Apidologie*, 42: 39-47.