

Hasat Zamanının Arı Sütünün Kimi Biyokimyasal ve İz Element Kompozisyonları Üzerine Etkisi

Mustafa KÖSOĞLU * Banu YÜCEL ** Cengiz GÖKBULUT ***
Ramazan KONAK **** Cavit BİRCAN *****

- * Adnan Menderes Üniversitesi, Çine Meslek Yüksekokulu, TR-09500 Aydın - TÜRKİYE
** Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Hayvan Yetiştirme Anabilim Dalı, TR-35100 İzmir - TÜRKİYE
*** Adnan Menderes Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Farmakoloji ve Toksikoloji Anabilim Dalı, TR-09100 Aydın - TÜRKİYE
**** Erbeyli İncir Araştırma İstasyon Müdürlüğü, TR- 09600 Aydın - TÜRKİYE
***** Adnan Menderes Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, TR-09100 Aydın - TÜRKİYE

Makale Kodu (Article Code): KVFD-2012-7608

Özet

Bu çalışmada, larva transferinden 24, 48 ve 72 saat sonra hasat edilen arı sütlerindeki bazı biyokimyasal değişimlerin ortaya konulması amaçlanmıştır ve arı sütünde temel şeker bileşenleri (fruktoz, glikoz ve sakkaroz), 10-HDA, nem ve kimi iz element analizleriyle bu değişimlerin arı sütü kalitesine olan etkileri araştırılmıştır. Araştırmada arılı, yavrulu ve ballı çerçeve sayısı bakımından eşitlenmiş (7 çerçeve kapalı kuluçka, 13-14 çerçeve ergin arı, 2 çerçeve bal ve polen) 24 adet bal arısı kolonisi kullanılmış, her biri 8 kovandan oluşan rastgele 3 grup oluşturulmuştur. Larva transferinden sonra 1. grupta yer alan kolonilerde 24 saat, 2. grupta yer alan kolonilerde 48 saat ve 3. grupta yer alan kolonilerde 72 saat sonra arı sütleri hasat edilmiştir. Deneme gruplarında hasat edilen arı sütleri için yapılan fruktoz, glikoz, sakkaroz, 10-HDA ve nem düzeyleri arasındaki fark önemli ($P<0.05$) bulunmuştur. Larva transferinden 72 saat sonra hasat edilen arı sütlerinde analiz edilen şeker bileşenlerinin, 10-HDA ve nem düzeylerinin, transferden 24 saat sonra hasat edilenlere göre artış gösterdiği belirlenmiştir. Denemede arı sütünde yapılan iz element analizinde K, Na ve Cu elementleri için gruplar arasında önemli ($P<0.05$) fark bulunmuştur. K, Cu ve Fe iz elementleri için en yüksek değerler, larva transferinden 48 saat sonra hasat edilen arı sütü örneklerinde saptanmıştır. Araştırma sonuçları arı sütünün biyokimyasal yapısının ve bazı iz elementler bakımından içeriğinin hasat zamanına göre değiştiğini ortaya koymuştur. Bu değişimlere göre, gelişen Dünya arı ürünleri pazarında arı sütüne ait uluslararası bir standardın geliştirilmesi için daha yoğun, özellikle "hasat zamanı" ibaresini de içeren standardizasyon çalışmaları yapılmalıdır.

Anahtar sözcükler: Arı sütü, Şeker bileşenleri, 10-HDA, İz element, Hasat zamanı

The Effect of Harvesting Time on Some Biochemical and Trace Element Compositions of Royal Jelly

Summary

In this research, some biochemical changes in royal jelly that harvesting after 24, 48 and 72 hours had been purposed and effects of change on basic sugars (fructose, glucose and sucrose), 10-HDA, humidity and some trace element in quality of royal jelly had been discussed. In the research, 24 colonies were selected randomly had equalized (7 frames pupae, 13-14 frames bees, 2 frames pollen and honey) and 3 groups were designed as contained 8 hives in each of them. After larvae transferring, royal jelly harvested from the 1st group after 24h, from 2nd group after 48h and from 3rd group after 72 h. Differences of groups for fructose, glucose, sucrose, 10-HDA and humidity levels in harvested royal jelly were found important ($P<0.05$), statistically. Sugar compositions, 10-HDA and humidity levels of royal jelly harvested after 72 h of larvae transferring were found higher than that of 24 h of the treatment. Differences of groups for K, Na and Cu trace elements in royal jelly were found important ($P<0.05$), statistically. The highest values for trace elements of K, Cu and Fe were determined in royal jelly harvested in 48h after larvae transferring. Results obtained from the treatment proved that biochemical compositions and some trace elements contents of royal jelly had been changed by harvesting time. On based of these changes, intensive standardization studies should be made with expression of "harvesting time" in royal jelly for improving international standards of it for marketing of rising world bee product.

Keywords: Royal jelly, Sugar compositions, 10-HDA, Trace element, Harvesting time



İletişim (Correspondence)



+90 232 3112711



banu.yucel@ege.edu.tr

GİRİŞ

Arı sütü 5-15 günlük yaştaki işçi arıların yutak üstü (hipofaringal) ve çene (mandibular) bezlerinden salgılanan, ana arı ve genç yaştaki larvaların beslenmesinde kullanılan bir besin maddesidir. Rengi açık kremden, koyu sarıya kadar değişen arı sütü; asidik yapıda ve kekrek bir tada sahiptir. Arı sütü, larvanın gelişimi için gerekli olan tüm besin maddelerini içermektedir. Protein, yağlar, şekerler, hormonlar, vitamin ve mineral maddeler bakımından oldukça zengindir ¹. Koloniyi oluşturan ana arı, işçi arı ve erkek arının larval dönemde aldıkları arı sütünün içerikleri farklıdır. Ticari anlamda üretilen ve pazarlanan arı sütü ise ana arı üretimi için işçi arılar tarafından özel üretilmektedir. Arı sütü genellikle 0-24 saatlik larva transferinden 72 saat sonra, ana arı yüksüğü içerisinde en yüksek miktara ulaştığı kabul edilerek hasat edilmektedir ²⁻⁴. Ana arı 3 günlük yoğun arı sütü beslemesi sonucunda 4-5 yıllık yaşam süresine, özellikle kuluçka veriminin yüksek olduğu bahar aylarında günde ortalama 2000 yumurta bırakabilme yetisine sahip olmakta, arı hastalık ve zararlılarına karşı yüksek direnç kazanabilmektedir ⁵ İnsan sağlığı açısından da önemli bir gıda maddesi olarak ilgi gören arı sütünün içeriğindeki maddelerin bir kısmı analiz edilebilse de, karmaşık kimyasal yapısında halen çözümlenememiş, "tanımlanamayan maddeler" yer almaktadır ^{6,7}.

Yapısında ortalama olarak %60-70 su, %12-15 ham protein, %3-6 yağlar, %6-18 şekerler, %0.5-2 esansiyel aminositler, vitaminler, mineraller, %0.8-4 tanımlanamayan maddeler bulunan arı sütü viskoz bir yapıya sahip ve 2/3'ü sudan oluştuğundan, viskozitesi su içeriğine ve larva yaşına bağlı olarak değişir ^{1,8,9}. Arı sütündeki şeker içeriği arttıkça, arı sütü daha sıvı bir yapı kazanır ve nem düzeyi artar ^{10,11}. Bu viskozitedeki değişimlerin, arı kolonisinde kast farklılığının oluşmasında etkili olduğu varsayılmaktadır ¹⁰. Kolonide bulunan bütün bireylerin (ana arı, işçi arı ve erkek arı) larval dönemde farklı içerikteki arı sütleriyle beslendiği, ancak ana arı larvasının beslenmesinde kullanılan arı sütü kompozisyonunun en nitelikli özelliğe sahip olduğu bilinmektedir. Ayrıca kast farklılığının düzeyi ile üretilen arı sütü miktarı ve kompozisyonu; koloni popülasyonunun büyüklüğüne, hasat mevsimine, besleme şekline, arılığın bulunduğu coğrafi koşullara, iklime, nektar kaynağına ve arı genotipine bağlı olarak değişebilmektedir ^{2,12}. Arı sütünde şeker içeriği önemli ölçüde glikoz ve fruktozdan oluşmakta, daha düşük düzeyde sakkaroz da bulunmaktadır ³. Larvada kas gelişiminin tamamlanmasında arı sütü içerisinde bulunan glikoz düzeyi büyük önem taşımaktadır. Genç ana arı larvalarının beslenmesinde kullanılan arı sütündeki şeker düzeyinin daha yüksek olması, ana arıların diğer arı ailesi bireylerinden daha güçlü yapısal özellikler kazanmasına neden olmaktadır. Arı sütünde bulunan şeker içeriği, besleyici arılar için uyarıcı etki yapmakta ve daha fazla arı sütü üretimi için teşvik edici rol oynamaktadır ¹³. Koloni başına aşılama larva sayısı arttıkça, yüksük başına üretilen arı sütü miktarı azalmaktadır. Ana arı yüksük sayısı arttıkça, arı sütünde yer alan önemli yağ asitlerinden 10-HDA (10-hidroksi-2-dekenoik asit) düzeyi azalmaktadır ¹⁴. Arı sütü

kalitesi, içeriğindeki 10-HDA oranına göre değerlendirilmekte ve kaliteli bir arı sütünde %1.4 ile %1.8 düzeyinde yer alması beklenmektedir. Bu değer, arı sütünün elde edildiği bölgenin vejetasyonuna ve arı sütü hasadında uygulanan teknik uygulamalara göre farklılık gösterebilmektedir ^{15,16}. Arı sütünde en fazla bulunan iz elementler; K, Na, Cu, Fe, Mn ve Zn'dur. Baldan farklı olarak, arı sütündeki mineral madde kompozisyonu, coğrafik yapı ve bitki örtüsünden fazla etkilenmemektedir. İz elementler, larvanın ihtiyacına göre homeostatik olarak, bir başka deyişle kendi iç dengesine göre düzenlenmektedir ¹⁷.

Arı sütü ticari olarak 72 saatte hasat edilse de, kimi üreticiler larva aşılamaından sonraki 24 saat ve 48 saatlerde arı sütü hasadı yaparak 72 saatte elde edilen arı sütüyle aynı miktarda ürün elde etmeye yönelmektedirler ². Bu durum üretilen arı sütü miktarı açısından mümkün olsa bile, 72 saatten önce hasat edilen arı sütünün kalite ve kompozisyonuna nasıl etki ettiği konusunda sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Dünya'da henüz arı sütü ile ilgili genel bir standardın geliştirilmemesi, ülkesel arı sütü standartlarının bile ticari anlamda yeterli olmaması konunun araştırılmaya gereksinim duyduğu görüşünü geliştirmiştir. Anılan gerekçelere dayanarak, bu çalışmada, larva transferinden 24, 48 ve 72 saat sonra hasat edilen arı sütlerindeki biyokimyasal değişimlerin ortaya konulması amaçlanmış ve arı sütünde toplam şeker bileşenleri (fruktoz, glikoz ve sakkaroz), 10-HDA, nem ve kimi iz element analizleriyle (K, Na, Cu, Fe, Mn, Zn) bu değişimlerin arı sütü kalitesine olan etkileri tartışılmıştır.

MATERYAL ve METOT

Deneme Aydın İli, Çine-Madran Dağı'nda (rakım 900 m) bulunan özel bir arıcılık işletmesinde 10 Haziran - 10 Temmuz 2010 tarihleri arasında yürütülmüştür. Arı sütü elde edilmesi amacıyla deneme arılığında eşit güce sahip (7 çerçeve kapalı kuluçka, 13-14 çerçeve ergin arı, 2 çerçeve bal ve polen) 24 koloni seçilerek, araştırma sırasında kolonilerin çevresel değişimlerden (iklim, sıcaklık değişimleri, yağış vb) en az etkilenmesi amacıyla her biri 8 koloniden oluşan rastgele 3 grup oluşturulmuş ve üretimler aynı dönemde yapılmıştır. Arı sütleri üreticinin kolonilerine uygulamakta olduğu yöntemle (çift katlı, analı kolonide, ana arı ızgarası ile ayrılmış kovan sistemiyle) elde edilmiştir. Bu yöntemde başlatıcı ve bitirici koloniler olarak aynı koloniler kullanılmıştır. Deneme kolonilerine balmumundan hazırlanmış 24'er ana arı yüksüğüne 6-12 saatlik larva aşılama çerçeveler verilmiştir ⁵. Denemede 24 saatlik arı sütü hasat edilecek 1. gruptaki 8 koloniyeye 24 ana arı yüksüğü verilerek 8 kez aşılama ile toplam 1536 adet (24 yüksük x 8 koloni x 8 kez) aşılama, 48 saatlik arı sütü hasat edilecek 2. gruptaki 8 koloniyeye 24 ana arı yüksüğü verilerek 4 kez aşılama ile toplam 768 adet (24 yüksük x 8 koloni x 4 kez) aşılama ve 72 saatlik arı sütü hasat edilecek 3. gruptaki 8 koloniyeye 2 kez aşılama ile toplam 384 adet (24 yüksük x 8 koloni x 2 kez) aşılama yapılmıştır. Larva aşılamaı sonrasında toplam 2688 adet ana arı yüksüğünün, 2240 adeti kabul

edilmiş ve arı sütü hasatı gerçekleştirilmiştir. Deneme sonucunda yapılacak analizler için gerekli olan arı sütü miktarı, her grubun aşılama sayısını belirlemiştir. Larva aşılama-ndan sonraki 24 saatlik sürede, 48 ve 72 saatlik süre sonunda hasat edilen arı sütü miktarından daha az arı sütü elde edileceğinden, aşılama tekrarı sayısı 48 ve 72 saatlik gruplardan daha fazla olmuştur (24 saatlik grupta 8 tekrar, 48 saatlik grupta 4 tekrar ve 72 saatlik grupta 2 tekrar). Deneme süresince üretim kolonilerine düzenli olarak gün aşırı 1 litre, 1:1 oranında (şeker:su) şerbet verilmiş, şerbetin hazırlanmasında şekerpancarından üretilmiş sofr şeker (sakaroz) kullanılmıştır.

Arı sütü hasatında tahta kaşık kullanılmıştır. Kolonilerden her hasatta elde edilen arı sütleri ayrı eppendorf tüplerine konularak, dış yüzeyine kovan numarası ve hasat günü etiketlenerek belirtilmiştir. Arı sütü tüpleri +4°C koşulunda buzluk termoslara yerleştirilerek laboratuvara getirilmiş ve soğuk zincir bozulmadan analiz gününe dek -18°C derin dondurucuda bekletilmiştir. Denemede aynı gruba ait kolonilerden elde edilen arı sütü örnekleri kendi içerisinde harmanlanarak, üç farklı hasat zamanına ait toplam 24 adet örnek oluşturulmuştur. Elde edilen arı sütü örnekleri analiz için laboratuvara gönderilmiştir.

Arı sütünde şeker analizi HPLC'de Agilent 1100 Serisi (Degasser, pompa, otomatik örnekleyici, kolon fırını, florimetrik dedektör) EC Nucleosil (150 mm x 4.6 mm, 5 µm, NH₂) (Macherey Nagel) kolonla yapılmıştır (Mobil faz: Su: Asetonitril (25:75), Akış hızı 1 ml/dak., Kolon ısısı 30°C, Dedektör: Reflektör indeks (RI), Enjeksiyon miktarı: 20 µl, Analiz süresi 15 dak). Fruktoz, glikoz ve sakkaroz'un her birinden 0.1 g tartılarak 10 ml ultra saf su içerisinde çözündürülmüş (final yoğunluk 10 mg/ml), bu çözeltilerden 2.5 ve 6.6 mg/ml olacak şekilde su ile dilüsyonlar yapılarak standart eğri oluşturulmuştur. Takiben 0.25 g arı sütü 2 ml'lik kapaklı tüplere tartılmış, üzerine 1.5 ml asetonitril: su (50:50) ilave edilerek 20 saniye vorteksle karıştırılmış ve tüpler 12.000 devirde 5 dak. santrifüj edilmiştir. Sıvı kısım 0.20 µ'luk filtreler ile süzülükten sonra, süzüğün 20 µ'lisi HPLC'ye uygulanmış ve şeker düzeyleri belirlenmiştir¹⁸.

10-hidroksi-2-dekenoikasit analizi (10-HDA) için yine HPLC cihazı *Agilent 1100 Serisi*, (Degasser, pompa, otomatik örnekleyici, kolon fırını, florimetrik dedektör) Luna C₁₈ (150 mm x 4.6 mm, 3 µm) (Phenomenex, Cheshire, UK) kolon kullanılmıştır (Mobil faz: Su (%0.1 fosforik asit, pH: 2.5): Asetonitril (70:30), Akış hızı 1 ml/dak, Kolon ısısı: 30°C, Dedektör: DAD (225 nm), Enjeksiyon miktarı: 20 µl, Analiz süresi 8 dak). 10-HDA analitik standardından 0.01 g tartılarak 50 ml (final yoğunluk 200 µg/ml) su:asetonitril (50:50) içerisinde çözündürülmüş ve bu çözeltilerden 1, 5, 10, 20, 50 ve 100 µg/ml olacak şekilde dilüsyonlar yapılarak standart eğri oluşturulmuştur. Daha sonra 0.20 g arı sütü 50 ml'lik kapaklı tüplere tartılarak üzerine 50 ml asetonitril: su (50:50) ilave edilmiş ve 20 saniye vorteksle karıştırılmıştır. Karışım 30 dak. ultrasonik su banyosunda tutulduktan sonra, tüpler 6.000 devirde 5 dak.

santrifüj edilmiş ve 0.20 µ'luk filtre ile süzülme takiben 20 µ'lisi HPLC'ye uygulanmıştır^{19,20}. Arı sütünde nem miktarını belirlemek amacıyla kuru madde analizi yapılmış ve bu amaçla darası alınmış porselen krozeler içerisine 1 g arı sütü örneği tartılmış ve kurutma fırını içerisinde 65°C'de 1 gece kurutulmuştur. Bir gece sonunda ardışık iki tartım arasında fark kalmayınca (örnek sabit tartıma geldiğinde) kurutma işlemine son verilmiştir. Desikatör içerisinde soğutulan krozeler tartılmış ve kuru örnek ağırlıkları tespit edilerek kuru madde oranı tespit edilmiştir. Denemede başlangıçta alınan arı sütü ağırlıklarından kuru maddenin düşülmesi ile arı sütündeki nem miktarı hesaplanmıştır²¹.

Arı sütü örneklerinde iz element analizi yapmak amacıyla, kuru madde analizi yapılan örnekler kül fırınına konulmuş ve sıcaklık kademeli olarak 550°C'ye çıkartılmıştır. Kül fırınında 1 gece yanan örnekler beyaz grimsi renkte kül haline gelmişlerdir. Çeker ocak altında krozelere 5'er ml nitrik asit (%65) ve sonrasında da bidistile su eklenmiştir. Krozeler içerisinde çözündürülmüş olan örnekler whatman 42 filtre kağıdı ile süzülmüş ve bidistile su ile 100 ml'ye tamamlanmıştır. Elde edilen çözeltiler iz element analizi yapmak amacıyla Atomik Absorbsiyon Spektrofotometre (Perkin Elmer, AA 400 model) cihazına hazırlanmıştır. Bu amaçla öncelikli olarak standart seriler ve eğri oluşturulmuştur. Standart seriler hazırlanırken K için Merck 170230, Na için Merck 170238, Cu için Merck 170314, Fe için Merck 170326, Mn için Merck 170332, Zn için Merck 170369 standart çözeltileri kullanılmıştır. Örneklerin konsantrasyonu mg/kg (ppm) olarak tespit edilmiştir^{22,23}.

Deneme gruplarına ait verilerin istatistik değerlendirilmesinde tesadüf parselleri deneme desenine göre tek yönlü varyans analizi yapılmış, bu amaçla SPSS istatistik programından yararlanılmıştır²⁴. Grupların birbiri ile farkını belirlemek amacıyla Duncan testi uygulanmıştır²⁴⁻²⁶.

BULGULAR

Toplam Şeker Bileşenleri

(Fruktoz, Glikoz ve Sakkaroz), 10-HDA ve Nem

Deneme gruplarında arı sütü için yapılan fruktoz, glikoz, sakkaroz, 10-HDA ve nem düzeyleri arasındaki fark önemli bulunmuştur (P<0.05). Genel olarak denemede analiz edilen şeker bileşenleri ve 10-HDA düzeylerinin hasat zamanına göre artış gösterdiği, özellikle fruktoz ve 10-HDA düzeylerinin larva transferini izleyen ilk 24 saatten itibaren giderek artan bir seyir izlediği belirlenmiştir. Arı sütünde glikoz düzeyinde larva transferinden 24 ve 48 saat sonra; sakkaroz düzeyinde ise 24,48 ve 72 saat sonraki gruplar arasında belirgin bir farklılık olduğu saptanmıştır. Denemede larva transferinden 24 saat sonra hasat edilen arı sütündeki nem düzeyi, 48 ve 72 saat sonra hasat edilen arı sütündekilerden önemli düzeyde düşük bulunmuştur (P<0.05). Arı sütünde larva transferinden 24 saat sonra %58.43±3.22 olan nem düzeyi artarak, 48 saat sonra %66.79±2.09 ve 72 saat sonra ise %68.06±1.83 düzeylerine yükselmiştir (*Tablo 1*).

İz Elementler

Denemede arı sütünde yapılan iz element analizinde K, Na ve Cu elementleri için gruplar arasında önemli fark bulunmuştur ($P < 0.05$). Deneme grupları arasında arı sütünde Fe, Mn ve Zn iz elementleri için önemli bir fark saptanmamıştır. Araştırmada K, Na ve Cu iz elementlerinin, larva transferinden 48 saat sonra hasat edilen arı sütlerinde artış gösterdiği, ancak larva transferinden 72 saat sonra hasat edilen arı sütlerinde önemli düzeyde gerilediği belirlenmiştir ($P < 0.05$) (Tablo 2).

24 saat sonra 7.506 ± 0.40 , 48 saat sonra 8.683 ± 0.38 ve 72 saat sonra 9.121 ± 0.41 olarak bulunmuştur. Bu değerler, Zheng ve ark.² tarafından aynı hasat zamanları için sırasıyla 5.5 ± 0.8 , 5.5 ± 0.9 ve 5.9 ± 0.8 olarak bildirilen 10-HDA düzeylerinden daha yüksektir. Bu durum, besleyici arıların yaşı, besleme durumu, doğal nektar kaynakları, kabul edilen yüksük sayısı ile ilişkilendirilebilir. İşçi arılarda yaşla 10-HDA üretim düzeyi artmakta ve bu artış, besleyici kolonilerde arı sütüne yansımaktadır. Koloninin kaliteli polen ve nektarla beslenmesi de, arı sütünde 10-HDA düzeyini artırmaktadır. Kolonide kabul edilen yüksük sayısı arttıkça, arı sütünde

Tablo 1. Deneme gruplarına (24. saat, 48. saat ve 72. saat) ait 24 adet arı sütü örneğine ait fruktoz, glikoz, sakkaroz, 10-HDA ve nem düzeyleri

Table 1. Fructose, glucose, sucrose, 10-HDA and humidity levels in 24 royal jelly samples of treatment groups (24, 48 and 72 h)

Deneme Grupları	Fruktoz (%)	Glikoz (%)	Sakkaroz (%)	10-HDA (%)	Nem (%)
24. saat	$7.021 \pm 0.33b^*$	$10.100 \pm 0.81 b$	$2.269 \pm 0.18 b$	$7.506 \pm 0.40 b$	$58.43 \pm 3.22b^*$
48. saat	$9.682 \pm 0.30 a$	$13.119 \pm 0.72 a$	$1.613 \pm 0.15 b$	$8.683 \pm 0.38ab$	$66.79 \pm 2.09 a$
72. saat	$10.331 \pm 0.28 a$	$11.782 \pm 0.77ab$	$4.750 \pm 0.18 a$	$9.121 \pm 0.41 a$	$68.06 \pm 1.83 a$

* Aynı sütünde farklı harfleri taşıyan değerler birbirinden farklıdır (a,b; $P < 0.05$)

Tablo 2. Deneme gruplarına (24. saat, 48. saat ve 72. saat) ait 24 adet arı sütü örneğine ait mineral madde düzeyleri

Table 2. Mineral levels in 24 royal jelly samples of treatment groups (24, 48 and 72 h)

Deneme Grupları	K (ppm)	Na (ppm)	Cu (ppm)	Fe (ppm)	Mn (ppm)	Zn (ppm)
24. saat	$9848.05 \pm 5.09 a^*$	$36.02 \pm 3.22b$	$12.24 \pm 0.43b$	62.36 ± 7.73	1.35 ± 0.26	136.06 ± 4.85
48. saat	$10170.17 \pm 5.02a$	$48.18 \pm 3.18a$	$14.29 \pm 0.39a$	83.63 ± 7.49	1.16 ± 0.24	132.88 ± 4.76
72. saat	$7850.16 \pm 5.11b$	$45.43 \pm 2.99ab$	$11.73 \pm 0.40b$	39.03 ± 7.02	0.75 ± 0.27	145.98 ± 4.88

* Aynı sütünde farklı harfleri taşıyan değerler birbirinden farklıdır (a,b; $P < 0.05$)

TARTIŞMA ve SONUÇ

Denemede arı sütlerinde yapılan şeker bileşenleri analizinde, fruktoz düzeyinin larva transferinden 24 saat sonra 7.021 ± 0.33 değerinde iken, larva transferinden 72 saat sonra 10.331 ± 0.28 düzeyine ulaştığı belirlenmiştir. Benzer şekilde glikoz düzeyi larva transferinden 24 saat sonra 10.100 ± 0.81 iken, larva transferinden 48 saat sonra 13.119 ± 0.72 değerine yükselmiştir. Bu değerler, Sesta ve ark.¹¹ tarafından arı sütünde yapılan şeker analizlerinde larva transferinden 24 saat sonra 2.4 ve 72 saat sonra 6.9 düzeylerinde belirlenen fruktoz ve larva transferinden 24 saat sonra 3.7 ve 72 saat sonra 8.2 olarak saptanan glikoz değerlerinden oldukça yüksektir. Araştırmada bulduğumuz fruktoz, glikoz ve sakkaroz düzeyleri, aynı araştırmacı¹⁸, tarafından bir diğer çalışmada larva transferinden 72 saat sonra hasat edilen arı sütü örneklerinde sırasıyla 6.39 , 5.94 ve 1.26 olarak saptadığı değerlerden de yüksektir. Çalışmada arı sütünde larva transferinden 72 saat sonra belirlenen fruktoz ve glikoz değerleri, Balkanska ve Kashamov²⁷ tarafından sırasıyla 11.85 ± 0.45 ve 9.90 ± 0.94 olarak bulunan değerlerle uyumlu bulunmuştur. Sakkaroz düzeyi, Lercker ve ark.³ sonuçları ile uyumlu olarak, fruktoz ve glikozdan daha düşük düzeyde bulunmuştur.

Çalışmada 10-HDA düzeyleri sırasıyla larva transferinden

10-HDA içeriği azalmaktadır^{2,5,15}. Araştırmada arı sütünde belirlenen nem düzeyleri larva transferini izleyen 24 saatten itibaren artan bir seyir izlemiştir; 24 saat sonra 58.43 ± 3.22 , 48 saat sonra 66.79 ± 2.09 ve 72 saat sonra 68.06 ± 1.83 olarak belirlenmiştir. Arı sütündeki şeker düzeyleri ile nem düzeyleri arasında benzer bir ilişki saptanmış, hasat günlerine bağlı olarak arı sütünde şeker içeriği ve nem düzeyinin arttığı görülmüştür. Bu bulgu taze arı sütünün büyük bir bölümünün sudan oluştuğu¹ ve şeker bileşenleri ile nem düzeyi artışının paralellik gösterdiği¹⁰ görüşleriyle benzeşmektedir.

Denemede arı sütünde analiz edilen K, Na, Cu ve Fe iz elementlerinin larva transferinden 48 saat sonra, 24 saat sonraki hasat zamanına göre sırasıyla 322.12 ppm, 12.16 ppm, 2.05 ppm ve 21.27 ppm arttığı, ancak larva transferinden 72 saat sonra ise azaldığı tespit edilmiştir. Arı sütünde elde edilen en yüksek iz element miktarının K ve Zn'da, en düşük ise Mn'da belirlenmesi, Stocker ve ark.¹⁷ sonuçları ile uyumludur. Aynı araştırmacı, arı sütündeki iz element kompozisyonunun baldaki gibi coğrafik yapı ve vejetasyona bağlı olarak değişmediğini, homeostatik (organizmanın gereksinimi ve iç dengesine göre) olarak belirlediğini öne sürmektedir. Hatta bunu memelilerin anne sütünde yavru ihtiyacına göre sütün kompozisyonunun şekillenmesi temeline dayanarak, böcek düzeyinde "laktasyon" olarak ifade etmektedir. Bu vurgu, arı sütü içerisinde halen işlevselliği bilinmeyen

ve tanımlanamayan mekanizma ile özdeşleştirilebilir.

Arı sütü için henüz uluslararası bir standart yoktur. Farklı ülkelerin kendi ulusal standartları vardır. TSE'ye göre⁹ arı sütünde 10-HDA, en az %1.4 ve nem düzeyi %70'in altında olmalıdır. 10-HDA düzeyinin %1.8'den daha fazla olması durumunda, arı sütü "yüksek kaliteli" olarak kabul edilmektedir. Dünya'da üretilen arı sütünün ancak %15-20'sinde 10-HDA düzeyi %1.8'in üzerindedir. Arı sütü üretimindeki en önemli kalite kriterleri; arı sütündeki şeker bileşenleri ve 10-HDA düzeyleridir. Bu parametrelerin belirlenmesi, ayrıca hasat gününe bağlı olarak şeker bileşenleri ve 10-HDA düzeylerinde meydana gelen değişimlerin bilinmesi, arı sütünün kalitesi ve pazarlanabilirliği konularında belirginlik sağlamakta, hileli arı sütü üretimini engellemektedir. Ancak farklı hasat zamanlarında elde edilen arı sütü kompozisyonlarının biyokimyasal yapısının farklılık gösterdiği ve arı sütü standartlarının altında veya üstünde değer alabildiği görülmektedir. Bu değişimlere göre, gelişen Dünya arı ürünleri pazarında arı sütüne ait uluslararası bir standardın geliştirilmesi için daha yoğun, özellikle "hasat zamanı" ibaresi de belirtilerek standardizasyon çalışmaları yapılmalıdır.

KAYNAKLAR

1. **Takenaka T, Takashi E:** General chemical composition of the royal jelly. *Bull Fac Agr Tamagawa Univ*, 20, 71-79, 1980.
2. **Zheng HQ, Hu FL, Dietemann V:** Changes in composition of royal jelly harvested at different times: consequences for quality standards. *Apidologie*, 42, 39-47, 2011.
3. **Lercker G, Capella P, Conte LS, Ruini F, Giordani G:** Components of royal jelly: II. The lipid fraction, hydrocarbons and sterols. *J Apic Res*, 21 (3): 178-184, 1982.
4. **Alataş I, Öztürk AI:** Farklı üretim tekniklerinin arı sütü üretimi üzerine etkileri, *Anadolu J AARI*, 5 (1): 29-47, 1995.
5. **Ebadi R, Gary NE:** Acceptance by honeybee colonies of larvae in artificial queen cells. *J Apic Res*, 19 (2): 127-132, 1979.
6. **Piana L, Belligoli P, Persano Oddo L, Piperno S:** Microscopic characteristics of royal jelly, Scientific Report, CRA-Istituto Sperimentale per la Zoologia Agraria, Sezione di Apicoltura Via L. Rech 36, 00156 Roma, Italy, p. 12, 2010.
7. **Karaali A, Meydanoglu F, Eke D:** Studies on composition, freeze drying and storage of Turkish royal jelly. *J Apic Res*, 27 (3): 182-185, 1988.
8. **Otani H, Oyama J, Tokita F:** Polyacrylamide gel electrophoretic and immunochemical properties of proteins in royal jelly. *Jap J Dairy Food Sci*, 34, 21-25, 1985.
9. **TSE:** ICS 65.140:67230, Türk Standartları, TS 6666/T1, 2010.
10. **Sasaki M, Tsuruta T, Asada S:** Role of physical property of royal jelly in queen differentiation of honeybee. In, *Chemistry and Biology of Social Insects*. pp. 306-307, Verlag J. Papemy 1987.
11. **Sesta G, Persano Oddo L, Nisi F, Ricci L:** Effects of artificial sugar feeding on sugar composition of royal jelly. *39th Apimondia International Beekeeping Congress*, 21-26 August, Dublin, p. 49, 2005.
12. **Kutluca S, Genc F, Dodoglu A:** Besleyici kolonilere verilen ana arı yüksüklerinin sayısı ile hasat aralığının kolonilerin arı sütü verimine etkileri. *Tr J Vet Anim Sci*, 22, 363-369, 1998.
13. **Piana L:** Value-added products from beekeeping; royal jelly. *FAO Agric Serv Bull*, 124, 195-226, 1996.
14. **Jianke L, Weitua Y:** Interrelationship between number of queen cells and royal jelly quantity and quality. *Apimondia Zhengzhou Animal Husbandry Engineering College*, China, pp. 92-104, 1995.
15. **Dogaroglu M:** Bal arılarında (*Apis mellifera* L.) hormonlar ve feromonlar. *Trakya Üniv. Tekirdağ Ziraat Fak. Yayınları*, No.164, 76s, Tekirdağ, 1993.
16. **Sahinler N, Kaftanoglu O:** The effects of season and honeybee (*Apis mellifera* L.) genotype on acceptance rates and royal jelly production. *Tr J Vet Anim Sci*, 29, 499-503, 2005.
17. **Stocker A, Schramel P, Kettrup A, Bengsch E:** Trace and mineral elements in royal jelly and homeostatic effects. *J Trace Elem Med Biol*, 19 (2-3): 183-189, 2005.
18. **Sesta G:** Determination of sugars in royal jelly by HPLC. *Apidologie*, 37: 84-90, 2006.
19. **Genc M, Aslan A:** 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, 265-268, 1999.
20. **Bloodworth BC, Harn CS, Hock CT, Boon YO:** Liquid chromatographic determination of trans-10-hydroxy-2-decenoic acid content of commercial products containing royal jelly. *JAOAC Int*, 78, 1019-1023, 1995.
21. **Sesta G, Lusco L:** Refractometric determination of water content in royal jelly. *Apidologie*, 39 (2): 225-232, 2008.
22. **Kump P, Necemer M, Snajder J:** Determination of trace elements in bee honey, pollen and tissue by total reflection and radioisotope-ray fluorescence spectrometry. *Spectrochim Acta Part B Atomic Spectrosc*, 51, 499-507, 1996.
23. **Nation JL, Robinson FA:** 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, 1971.
24. **SAS:** JMP User's guide. Version 3.2, SAS Institute Inc., Cary, NC. 1997.
25. **Ergün G, Aktaş S:** ANOVA modellerinde kareler toplamı yöntemlerinin karşılaştırılması. *Kafkas Univ Vet Fak Derg*, 15 (3): 481-484, 2009.
26. **Mendeş M, Akkartal E:** Comparison of ANOVA F and WELCH tests with their respective permutation versions in terms of type 1 error rates and test power. *Kafkas Univ Vet Fak Derg*, 16 (5): 711-716, 2010.
27. **Balkanska R, Kashamov B:** Composition and physico-chemical properties of lyophilized royal jelly. *Uludag Bee J*, 11 (4): 114-117, 2011.