



BinBee
 ARI VE DOĞAL ÜRÜNLER DERGİSİ

Ek Beslemenin Bal Arısı (*Apis mellifera* L.) Üzerindeki Potansiyel Etkisi

İbrahim ŞAHİN^{1*}

Makale bilgileri

Geliş Tarihi: 31.12.2024
 Kabul Tarihi: 27.05.2025

Makale türü: Derleme

Anahtar kelimeler

Bal Arısı, Ek Besleme, Polen, Protein, Sakkaroz

Bal arıları (*Apis mellifera* L.), bal, polen, arı sütü, arı zehri ve propolis gibi değerli maddeleri üretmelerinin yanı sıra, yabani bitkiler ve çeşitli tarım ürünlerinin en önemli tozlayıcılarından biri olarak ekolojik zincirde hayati bir rol oynamaktadır. Tüm canlı organizmalarda olduğu gibi, küresel iklim değişikliği bal arılarını da olumsuz etkilemekte; bu durum arıların hayatta kalma, üreme ve doğal yaşam alanlarını tehdit etmektedir. Bal arıları besin ihtiyaçlarını doğada bulunan bitkilerden nektar ve polen toplayarak karşılamaktadır. Ancak, giderek artan olumsuz çevresel koşulları, bu hayati bitki kaynaklarının azalmasına, hatta bazı durumlarda tamamen yok olmasına neden olmaktadır. Doğal besin kaynaklarına erişimde yaşanan azalma, bal arılarında çeşitli sorunlara yol açmaktadır. Bu duruma karşılık olarak araştırmacılar, doğal nektar ve polen kaynaklarının yetersiz olduğu dönemlerde arı kolonilerini desteklemek amacıyla alternatif yem takviyeleri üzerine çalışmalar yürütmektedir. Bu çalışmada, mevcut literatür taramaları doğrultusunda, farklı besin kaynaklarının bal arıları üzerindeki etkilerini ortaya koymayı amaçlanmıştır.

Atıf: Şahin İ. (2024) Ek Beslemenin Bal Arısı (*Apis mellifera* L.) Üzerindeki Potansiyel Etkisi. BinBee Arı ve Doğal Ürünler Dergisi, 2025,5(1), 1-7.

The Potential Effects of Supplemental Feeding on Honey Bees (*Apis mellifera* L.)

Article info

Received: 12.31.2024
 Accepted: 05.27.2025

Article type: Review

Keywords:

Honey Bee, Supplemental Feeding, Pollen, Protein, Sucrose

Abstract

Honey bees (*Apis mellifera* L.) play a crucial role in the ecological chain as producers of valuable substances such as honey, pollen, royal jelly, bee venom, and propolis, and as one of the most important pollinators of wild plants and various agricultural crops. Like all living organisms, honey bees are adversely affected by global climate change, which threatens their survival, reproduction, and natural habitats. Honey bees obtain their nutrition by collecting nectar and pollen from plants in the wild. However, numerous adverse environmental factors are increasingly leading to a reduction—even the extinction—of these vital plant sources. The decline in access to natural food sources brings about a range of problems for honey bees. In response, researchers have been investigating alternative feed supplements to support bee colonies during periods when natural forage is insufficient, ensuring the development of colonies and the effective performance of bees. This study aims to present the effects of different nutritional sources on honey bees through a review of the existing literature.

Citation: Şahin, İ. (2024) The Potential Effects of Supplemental Feeding on Honey Bees (*Apis mellifera* L.). Journal of BinBee - Apicultural and Natural Products, 2025,5(1), 1-7.

¹ *Sorumluyazar, İbrahim ŞAHİN, Bingöl Üniversitesi, Rektörlük, Arıcılık Araştırma, Geliştirme, Uygulama ve Araştırma Merkezi, Bingöl, Türkiye, isahin@bingol.edu.tr, ORCID: 0000-0002-6803-0121

Giriş

Bal arısı (*Apis mellifera* L.), bal, propolis, arı zehri, balmumu ve tarımsal açıdan önemli bitkilerin tozlaşmasını sağlayan hem ekonomik hem de ekolojik açıdan en önemli böceklerden biridir ([6]; [22]; [25]). Arı popülasyonlarındaki azalma, bu sosyal böceklerin dünya genelindeki bitkilerin dörtte üçünün tozlaşmasından sorumlu olması nedeniyle tarımsal verimliliği olumsuz etkilemektedir [23]; [1]; [20]). Bal arısı popülasyonlarındaki azalmanın muhtemel sebepleri arasında tarımda bilinçsiz kullanılan kimyasallar, iklim değişikliği ve arılıkların sosyo-ekonomik koşulları bulunmaktadır. Bu olumsuz etkiler tek başlarına veya bir arada, bal arılarını ve arı ürünlerini etkileyebilmektedir. Sıcaklık ve bağıl nemdeki belirsiz dalgalanmalar, su kıtlığı, çiçekli bitkilerin yok edilmesi, bilimsel temellere dayanmayan arıcılık uygulamaları ve arı zararlıları/hastalıkları da arı popülasyonundaki azalmayı etkileyen diğer önemli etmenlerdir [30].

Bal arılarının doğadan kaliteli besin temin etmeleri hayatta kalmalarını ve nesillerini sağlıklı bir şekilde devam ettirmelerine olanak sağlamaktadır. Bal arılar, hayatta kalabilmek için şeker ve protein alımına ihtiyaç duyarlar. Özellikle karbonhidrat kaynağı olarak nektar [5] ve protein kaynağı olarak polenlere [16] dayanan doğal kaynaklara bağımlıdır. Fakat doğadan kesintisiz ve sürekli besin temin edilemediği için bal arıları belli dönemlerde besin kıtlığı yaşayabilmektedirler. Bal arılarının doğadan besin ihtiyaçlarını karşılayamadığı bu dönemlerde, arıcılar kolonilerini korumak ve kayıpların önüne geçmek için arıları şeker şurubu ve farklı yapay gıdalarla beslerler [28].

Yetişkin işçi arıların kuru maddesinin yaklaşık %66–74'ünü proteinler oluşturur [17]. Bal arılarının vücudundaki protein içeriği, erginleşmeden sonraki ilk günlerde protein anabolizması nedeniyle artış gösterir ([10]; [7]), fakat arılar yaşlandıkça hafif bir azalma görülür. Bir işçi arı, günde ortalama 3,4–4,3 mg polen tüketir. Polen tüketimi arıların hemşirelik döneminde en yüksek seviyeye ulaşır [8]. Hemolenfteki protein konsantrasyonu da erginleşmeden sonraki ilk birkaç gün içinde artar. Farklı polen veya protein diyetleriyle beslenen 6 günlük arılar için hemolenfteki protein konsantrasyonu 11,4–27,6 µg/µL [9] veya 6,0–9,4 µg/µL [11] arasında değişir.

Bal arıları enerji ihtiyaçlarını karbonhidratlardan karşılamaktadırlar. Kolonilerde bulunan yetişkin işçi arılar, peteklerde bulunan gıda stoklarına büyük ölçüde bağımlıdır. Bal arılarının vücutlarında yeterli miktarda karbonhidrat, protein veya lipid rezervleri bulunmadığında uzun süre aç kalmaya dayanamazlar ([20];[17]). Yetişkin işçi arılar larvalardan farklı olarak vücutlarında işçi başına 0,05–0,47 mg arasında değişen sınırlı glikojen depolarına sahiptirler [17]. İşçi arılar enerjiye ihtiyaç duyduklarında (örneğin, yiyecek arama uçuşlarından önce), bal midelerinde depolanan şekerleri tüketirler. İhtiyaçları olan bu şekerleri bal stoklarından veya trofallaktik etkileşimler yoluyla elde ederler [5].

Bal arısı yapay beslemesinde, tahıllar ve baklagiller, meyveler, sebzeler, sentetik ilaçlar ve mineraller, mayalar, vitaminler, proteinler ve şekerler gibi çeşitli besin kaynakları tek başlarına ve kombinasyonlar halinde bal arı kolonileri üzerinde denenmiştir [4].

Bu makalede bal arısı yapay beslenmesinde kullanılan farklı materyallerin bal arıları üzerindeki etkileri kapsamlı bir literatür taraması yapılarak değerlendirilmiştir.

Bal Arılarında Ek Besleme

Arıcılar, bal arılarının doğadan yeterli miktarda nektar ve polen getiremediği dönemlerde arılıklarında sürdürülebilirliği sağlayabilmek için kolonilerine takviye besleme yaparlar. Bal arılarının beslenmesindeki amaç, arıların sağlıklı bir şekilde gelişmesi, koloni popülasyonunun artması ve arıların açlıktan ölmesinin önüne geçebilmek içindir[28].

İran bal arısı (*Apis mellifera meda*) kolonileri ile yapılan bir çalışmada, tiamin ve riboflavin vitaminlerini içeren besin kaynakları ile beslenme yapılması sonucunda, kolonilerde popülasyon artışının, fonksiyonel özelliklerin, arıların vücut yağ ve protein rezervlerinin olumlu etkilendiği, koloni performansının iyileştiği ve ekonomik verimliliğin arttığı bildirilmiştir [26].

Hindistan cevizi yağı (%0,5 ve %1) ile zenginleştirilmiş besin kaynağı ile beslenen yeni çıkan ve tarlacı arıların hayatta kalma oranı, yem alımı, bağışıklık sistemi, antioksidan sistemi ve hem yağ hem de vitellogenin içeriği üzerindeki

etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, yeni çıkan arılara uygulanan %1 Hindistan cevizi yağı takviyesinin, yem tüketiminde bir azalmaya, beslenmenin 3 ila 14. günleri arasında hayatta kalma oranında bir artışa, fenoloksidaz aktivitesinde kısa süreli bir azalmaya, vücut yağında bir artışa ve vitellogenin içeriğinde bir farkındalığın olmadığını göstermiştir. Ancak, %0,5 Hindistan cevizi yağı takviyesinin, beslenmenin 3. gününden 15. gününe kadar hayatta kalma oranında ve uzun vadede (yani 20 gün) yağ içeriğinde bir artışı sağladığı tespit edilmiştir. Diğer taraftan, %0,5 ve %1 Hindistan cevizi yağı içeren besin kaynağı ile beslenen tarlacı arılarda ise yalnızca yağ içeriğinde bir artışın olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle, bal arısı diyetlerinde düşük yüzdelerde (%0,5 ve %1) Hindistan cevizi yağı takviyesinin yağ kazanımını arttırdığı tespit edilmiştir. Kış aylarında zayıf kolonilerin yağ kaybını önlemek için bu tür takviye gıdaların kullanımını değerlendirmek için daha fazla araştırma yapılması gerekliliği bildirilmiştir [27].

Altı farklı protein kaynağı polen, spirulina tozu (*Arthrospira platensis* Gomont), taze yumurta sarısı, liyofilize laktozsuz yağsız süt tozu, taze aktif maya ve ApiProtein içeren besin kaynaklarının, işçi arıların fizyolojik özellikleri vitellogenin (Vg), abdominal lipid içeriği (ALC), hipofarengal bez (HPG)) ve tüketim üzerindeki etkilerinin incelendiği bir çalışmada, işçi arıların en yüksek tüketimi spirulina ile desteklenen diyet grubunda (diyet II) gerçekleşmiştir. Hemolenfteki Vg içeriği açısından istatistiksel bir fark bulunmamasına rağmen, en yüksek içerik numerik olarak diyet IV grubunda (liyofilize laktozsuz yağsız süt tozu) tespit edilmiştir. ALC ve HPG değerleri ise diyet II ile beslenen grupta en yüksek düzeyde bulunmuştur. Bu sonuçlar, belirli protein kaynakları içeren besinlerin bal arılarının fizyolojik özelliklerini destekleyebileceğini göstermiştir [14].

Batı bal arısı (*Apis mellifera*) işçilerinin in vitro koşullarda beslenmesinde ticari olarak temin edilen polen takviyeleri (AP23, MegaBee, UltraBee) ve yabani çiçek poleni kullanılan bir çalışmada, arıların yabani çiçek poleni ile etkileşiminin ticari olarak temin edilen polen takviyelerinden daha fazla olduğu ve tükettiği gözlemlenmiştir. Elde edilen verilerden, arıların ticari olarak temin edilebilen polen takviyelerine kıyasla yabani çiçek polenine güçlü bir şekilde tercih ettiği bildirilmiştir[24].

Beslenme davranışını ve bazı immünolojik kriterleri (enkapsülasyon indeksi ve melanizasyon için ana enzim olan fenoloksidaz (PO) aktivitesi) değerlendirmek ve ayrıca protein ve yağ (P:Y) diyetlerinin hipofarengal bez (HPB) protein içeriği üzerindeki etkisini incelemek için yapılan bir çalışmada, arılar laboratuvar koşullarında yağ oranı değişen belirli P:Y diyetleri ile beslenmiştir. Arılar, yüksek yağlı diyetlere kıyasla düşük yağlı diyetleri tercih etmiştir. Ancak, sakkaroz tüketimi yüksek yağlı diyetlerde daha yüksek olmuştur. Arıların enkapsülasyon indeksi ve fenoloksidaz aktivitesi, tükettikleri yağ seviyesiyle pozitif bir ilişki göstermiş ve bu ilişki 10 gün boyunca devam etmiştir. En yüksek enkapsülasyon indeksi yüzdesi, yüksek yağlı diyetle beslenen arılarda, en düşük yüzde düşük yağlı diyet tüketen arılarda tespit edilmiştir. Benzer şekilde, fenoloksidaz aktivitesi, arıların tükettikleri yağ miktarı arttıkça hemolenfte artmıştır. Yüksek yağlı besin tüketen arıların hipofarengal bezlerindeki protein içeriği, düşük yağlı diyetle beslenenlere kıyasla iki kat daha fazla bulunmuştur. Elde edilen sonuçlar, yağlı diyet ile arı sağlığı arasında bir ilişki olduğu ve bazı durumlarda koloni kayıplarının, belirli bir yağ takviyesi ile birlikte sakkaroz ve protein beslemesi sağlanarak azaltılabileceğini göstermiştir [2].

Farklı besin kaynakları ile beslenen genç bal arılarının hemolenf protein içeriklerini ölçmek için yapılan bir çalışmada, iki ticari besin kaynağı, arıların topladığı polen ve akasya meyvesi unu (Brezilya'nın bazı bölgelerinde arıcılar tarafından kullanılan) karşılaştırılmıştır. Ticari besinler, soya bazlı olmayan polen ikame diyeti (Feed-Bee® olarak adlandırılmış) ve soya bazlı bir diyet (Bee-Pro® olarak adlandırılmış) olarak belirlenmiştir. Besinler, 100 Afrika kökenli bal arısından oluşan gruplara, pat formunda verilmiş ve bu gruplar doğumdan altı günlük yaşa kadar beslenmiştir. Sakkaroz, protein içermeyen bir kontrol olarak şeker şurubu şeklinde kullanılmıştır. Feed-Bee®, Bee-Pro®, polen ve akasya meyvesi unu diyetleri arılara yalnızca sakkaroz çözeltisi verilenlere kıyasla hemolenfteki protein seviyelerini sırasıyla 2.65, 2.51, 1.76 ve 1.69 kat artırmıştır. Feed-Bee® ve Bee-Pro® ile beslenen arıların hemolenf protein seviyeleri, kontrol gruplarına ve akasya meyvesi unu ile beslenenlere göre anlamlı derecede daha yüksek bulunmuş, polenle beslenenlerden ise hafifçe daha yüksek elde edilmiştir. Dört proteinli diyetin tamamının protein seviyelerinin, yalnızca şeker şurubu ile beslenenden anlamlı derecede yüksek olduğu bildirilmiştir [11].

Bal arılarının besin yetersizliği dönemindeki atypik toplayıcılık davranışlarını araştırmak amacıyla, çeşitli beslenme stratejileri kullanılarak in vitro koşullarda genç bal arıları arasında hayatta kalma sürelerinin karşılaştırıldığı bir çalışmada, uygulama gruplarına, %100, %67 ve %33 oranında arıların topladığı mısır tanesi tozu, %100, %67 ve %33 oranında elle toplanmış mısır tanesi tozu ve %100 ticari polen ikamesi içeren katıkılı besin verilmiştir. Ayrıca, arılara

0.5:1, 1.5:1 sakkaroz şurubu ve yukarıda belirtilen takviyelerle birlikte 1.5:1 sakkaroz şurubu verilmiştir. Farklı katı yemlerle beslenen gruplar arasında hayatta kalma süresi açısından anlamlı bir fark gözlemlenmemiştir. Bu çalışma, mısır tanesi tozunun tercih edilen besin kaynakları bulunmadığında hayatta kalmak için yeterli besini sağladığını göstermektedir. Farklı şurup türleriyle beslenen gruplar arasında in vitro hayatta kalma süresi açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur. Arıların besin kaynağı bulunmadığı dönemlerde şurupla birlikte takviye sağlamlarının bal arılarının hayatta kalma potansiyeline artırabileceği belirtilmiştir [29].

Bal arılarında, doğal polen kaynaklarının geniş çeşitliliğinin larval gelişimi üzerindeki etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada, Batı Avustralya arıcılık endüstrisi için önemli olan 4 doğal polen kaynağının besin kalitesinin bal arısı (*Apis mellifera* L.) gelişimi üzerindeki etkisi test edilmiştir. Çalışma 800 g işçi arı ve 1 adet çiftleşmiş ana arıdan oluşan 40 adet paket arıyla oluşturulan koloniler üzerinde yapılmıştır. Rastgele seçilen her bir 10 koloniye 4 farklı besleme ürününden bir tanesi: marri (*Corymbia calophylla* Lindl.), jarrah (*Eucalyptus marginata* Sm.), yonca (*Trifolium repens* L.) ve kanola (*Brassica napus* L.) poleni uygulanmıştır. Besleme yapıldıktan sonra yeni çıkan arılar toplanmıştır. Yeni çıkan arılar tek tek tartılmış ve vücut kompozisyonları, beslenme tedavi gruplarına göre topluca ölçülmüştür. Deney süresince yiyecek tüketimi kaydedilmiştir. Hemşire arılar, 4 farklı besin kalitesine sahip polen ile beslendiklerinde, larva aşamasından yetişkin işçi arılara kadar başarılı bir şekilde besleme yapmıştır. Farklı polen türleriyle beslenen yeni çıkan arıların vücut kompozisyonu veya ağırlığında herhangi bir fark bulunmamıştır. Ancak, arıların vücut ağırlığı zamanla artmıştır. Bu durum muhtemelen koloni büyüklüğü ve yapısıyla ilişkilendirilmiştir. Polen türünün larval gelişim üzerinde çok az etkisi olduğu gözlemlenmiştir. Polen parçacıklarının türü larva gelişimi üzerinde çok az etkiye sahip olduğu, arıların tüm temel besin maddelerine erişebilmesini sağlamak için polenin bileşiminden ziyade bulunabilirliğinin daha önemli olabileceği belirtilmiştir [21].

Yapılan bir çalışmada, nane, tarçın ve papatyanın arı kolonilerinin gelişimi ve sağlığı üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. Bu bitkilerle takviye edilmiş şeker şurubu ve yalnızca şeker şurubu (kontrol grubu) ile arı kolonileri haftalık olarak beslenmiştir. Tarçın katkılı şeker şurubu ile beslenen kolonilerde balmumu petek yapma oranında artış olduğu belirlenmiştir. Bu grup ayrıca Varroa akarlarıyla en düşük enfestasyon oranlarına sahip olup, tarçının Varroa kontrolündeki spesifik rolüne işaret etmektedir. Koloni gelişimi, papatya grubunda diğer gruplardan belirgin şekilde daha iyi olmuştur. Nane grubunda ise çoğu parametrede kontrol grubuna göre herhangi bir değişiklik gözlemlenmemiştir. Tüm besleme türleri, morfolojik özellikler ve arı hayatta kalma sonuçlarına göre güvenli bulunmuştur. Pratikte, balmumu petek yapımı gerektiğinde tarçın, koloni gücünü artırmak istendiğinde ise papatya önerilmektedir. Tarçının Varroa kontrolündeki rolü, ileri çalışmalar için önerilmiştir [3].

Laktik asit bakterilerinden elde edilen probiyotik ve postbiyotik ürünlerle bal arısı kolonilerine yapılan besleme takviyesinin, arı nüfusu, kapalı-açık yavru alanları ve sağlık parametreleri üzerindeki etkilerini değerlendirmek amacıyla yapılan bir çalışmada, üç grupta toplam 30 kovan oluşturulmuş ve bu kovanlar kontrol, probiyotik veya postbiyotik ürünlerle takviye edilmiş besin ile beslenmiş, toplamda iki ay boyunca sonbaharda dokuz uygulama yapılmıştır. Kovanların güç ve sağlık durumlarını değerlendirmek için iki izleme testi yapılmıştır. Postbiyotik ürünler tüketen koloniler güçlerini, arı nüfuslarını, kraliçe yumurtlama oranını artırmış ve polen rezervlerini korumuştur. Buna karşın bu parametreler diğer gruptaki kolonilerde azalmıştır. Ayrıca, sonuçlar postbiyotik ürünlerin *N. ceranae* enfeksiyon seviyesi üzerindeki olumlu bir etkisi olduğunu gösterirken, probiyotikler ara sonuçlar vermiştir. *V. destructor* enfestasyonu ile ilgili uzun vadeli sonuçlar beklenirken, tüm gruplarda benzer eğilimler gözlemlenmiştir. Postbiyotiklerle yapılan besleme takviyesinin, arıların için kolonilerin güç ve sağlık durumunu artırmak amacıyla önemli bir ürün olabileceği bildirilmiştir [15].

Çiçeklerde nektar bulunmadığı dönemlerde sukroz şurubu yerine verilmek üzere muz kabuğu atığından elde edilen monomerik şekerler içeren şurup, hidrolize edilerek bal arılarını besleme için hazırlanmıştır. Bu çalışmada, bu şuruba monomerik şekerler (glukoz, fruktoz) eklenmiş ve eklenmemiş olarak iki hafta süreyle kafeste tutulan işçi arılara besleme yapılmıştır. Deney No. 2'de (polenler + %25 w/v glukozlu muz kabuğu atık şurubu) yer alan işçi arıların ömründe anlamlı bir artış gözlemlenmiştir. Morfometrik çalışmalar, işçi arıların vücut parametrelerinde belirgin artışlar olduğunu doğrulamıştır. Hipofaringeal bezleri gelişmiş olup, kontrol grubuna kıyasla daha büyük olduğu belirlenmiştir. Mide ve ince bağırsağın 8 µm'ye kadar kesitleri hazırlanıp mikroskop altında incelenmiştir. Deney No. 2'deki arılarda, midelerinde peritrofik zarların bulunması, hiper kromatik boyanmış çekirdekler, mide hücrelerinde artan salgı miktarı ve bağırsak lumeninin ortasında yoğun, homojen şekilde sindirilmiş polen kütesinin olduğu gözlemlenmiştir. Bu, sindirimin iyileştiğine işaret etmektedir. Ortalama mide lumen çapı $450 \pm 34.6 \mu\text{m}^2$ iken, kontrol grubunun ortalama

lumen çapı $240.0 \pm 30.5 \mu\text{m}^2$ olarak ölçülmüştür. Ortalama bağırsak lumen çapı ise $223.3 \pm 33.3 \mu\text{m}^2$ olarak ölçülmüş olup, kontrol grubunun ortalama çapı $113.3 \pm 38.4 \mu\text{m}^2$ olarak belirlenmiştir. Bu sonuç doku gelişimini gösteren bir diğer belirtidir. Sonuç olarak, biyoşeker şurubunun kullanımının bal arıları için sakkaroz şeker şurubuna iyi bir alternatif olduğu önerisinde bulunulmuştur [18].

Polen eksikliği dönemlerinde arılar, mısır gibi alternatif ürünlerde besin aramak zorunda kalırlar. Ancak mısır polenin protein ve temel amino asitlerden yoksun olduğu düşünülerek arılar için düşük değerli bir besin kaynağı olduğu kabul edilmektedir. Mısırın bal arıları için besin değerinin değerlendirilmesi amacı ile yapılan bir çalışmada, mısırdaki histidin konsantrasyonu belirgin şekilde düşük bulunmuş, ancak diğer tüm temel amino asitlerin miktarının karışık polenden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Saf mısır poleni diyeti (A) ile beslenen arıların performansı ve bağışıklık yetkinliği, çok çiçekli polen diyeti (B) ve yapay polen ikamesi diyeti (C) ile beslenen arılarla karşılaştırılmıştır. Diyet A ve C'nin tüketimi, yavru yetiştirme kapasitesinde ve yaşam süresinde azalma ile ilişkilendirilmiştir. Ancak, humoral bağışıklığın iki parametresine dayanarak bağışıklık üzerinde herhangi bir etkisi olmadığı gözlemlenmemiştir [19].

Sıvı bir hidrolize protein takviyesinin koloni sağlığı ve genel durumuna etkilerini incelemek için yapılan bir çalışmada, aynı doğal besin kaynaklarına erişimi olan ve benzer iklim koşullarında bulunan koloniler kullanılmıştır. Beş arılıkta, her biri on kovandan oluşan iki grup (biri plasebo, diğeri protein takviyeli) seçilerek yetişkin arı sayısı, yavru miktarı (açık ve kapalı), bal ve polen rezervleri, *V. destructor*, *N. ceranae*, deforme kanat virüsü (DWV) ve kronik arı felci virüsü (CBPV) enfestasyonu durumları belirlenmiştir. Ayrıca, bağışıklık sistemi ile ilişkili dört gen ve vitellogenin kodlayan bir genin ekspresyonu değerlendirilmiştir. Çalışma sonunda, proteinle takviye edilen kolonilerde açık yavru sayısında anlamlı bir artış ve *V. destructor* enfestasyonunda bir azalma gözlemlenmiştir. Ayrıca, bu kolonilerde kış sonrası ölüm oranında önemli bir düşüş kaydedilmiştir. Sonuç olarak, bu ürünle yapılan takviye, koloni sağlığını iyileştirmiş ve arı kolonisi kayıplarına karşı umut verici bir araç olarak değerlendirilmiştir [12].

Sonuç

Dünya ve ülkemizde birçok etmenin bir araya gelmesi sonucu belirli dönemlerde bal arıları ihtiyaçları olan nektar ve poleni yeterli miktarda karşılayamamaktadır. Doğada yeterli miktarda nektar ve polen olmadığı durumlarda bal arılarının besin ihtiyaçları farklı ikame yemlerle karşılanmaktadır. Fakat uygun besin ikameleri kullanılmadığı zamanlarda ana arının yumurtlama etkinliği düşmekte, erkek arıların üreme etkinliği düşmekte, işçi arıların bağışıklık sistemleri zayıflamakta buna bağlı olarak yaşam süreleri kısalabilmektedir. Bunlara bağımlı olarak koloniler zayıflamakta, verimlilik azalmakta ve hatta koloni kayıpları görülebilmektedir.

Bal arılarına uygun ikame yemlerle takviye beslemelerin yapılması günümüz dünyasında bir zorunluluk haline gelmiştir. Arıların beslemesinde kullanılan ikame besin kaynaklarının içerdiği hammaddelere dikkat edilmesi gereklidir. Uygun diyet takviyeleri ile beslenen bal arılarının bağışıklık sistemlerinin artması ve genel sağlık durumları ile *Varroa destructor* ve *Nosema ceranae* gibi bazı patojenlerin neden olduğu enfestasyonları iyileştirebileceğini bilinmektedir.

Beslemede kullanılan materyallerin içeriklerinin bitki kökenli olmasına, bal ve polen kullanılıyorsa sterilize edilmesine özen gösterilmelidir. Şeker şurubu ile besleme yapılıyorsa HMF düzeyine dikkat edilmeli, nişasta ve mısır nişastasından elde edilen şuruplar kullanılmamalıdır.

Bal arılarının yapay beslemesinde kullanılacak besin kaynaklarının içeriklerinin arıların ihtiyaçları doğrultusunda olması çok önemlidir. Bal arısı beslemesindeki Ar-Ge çalışmalarının artırılarak devam edilmesi gerekmektedir.

Kaynaklar

- [1] Aizen, M. A., & Harder, L. D. (2009). Geographic variation in the growth of domesticated honey-bee stocks: Disease or economics? *Communicative and Integrative Biology*, 2(6), 464-466.
- [2] Al-Esawy, M. T. (2023). Honey bee immunity and physiology are enhanced by consuming high-fat diets.

- [3] Al-Ghamdi, A. A., Abou-Shaara, H. F., & Ansari, M. J. (2021). Effects of sugar feeding supplemented with three plant extracts on some parameters of honey bee colonies. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 28(4), 2076-2082. -24
- [4] Ahmad, S.K., Ali, A., Anwar, P.T., Dawah, H.A. (2023). An overview of artificial nutrition in apiculture. *Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences*, 11(6), 884 – 918.
- [5] Brodschneider, R., & Crailsheim, K. (2010). Nutrition and health in honey bees. *Apidologie*, 41(3), 278-294.
- [6] Calderone, N. W. (2012). Insect pollinated crops, insect pollinators and US agriculture: trend analysis of aggregate data for the period 1992 – 2009. *PLoS ONE*, 7, e37235. DOI:10.1371/ journal. pone.0037235
- [7] Crailsheim K., Schneider L.H.W., Hrassnigg N., Bühlmann G., Brosch U., Gmeinbauer R., Schöffmann B. (1992) Pollen consumption and utilization in worker honeybees (*Apis mellifera carnica*): dependence on individual age and function, *Journal of insect Physiology*. 38, 409–419.
- [8] Crailsheim K. (1986) Dependence of protein metabolism on age and season in the honeybee (*Apis mellifica carnica* Pollm), *Journal of insect Physiology*. 32, 629–634.
- [9] Cremonez T.M., de Jong D., Bitondi M.M.G. (1998) Quantification of hemolymph proteins as a fast method for testing protein diets for honey bees (Hymenoptera: Apidae), *Journal of economic entomology*. 91, 1284–1289
- [10] De Groot A.P. (1953) Protein and amino acid requirements of the honeybee (*Apis mellifica* L.), *Physiol. Comp. Oecol.* 3, 197–285.
- [11] De Jong D., da Silva E.J., Kevan P.G., Atkinson J.L. (2009) Pollen substitutes increase honey bee haemolymph protein levels as much as or more than does pollen, *Journal of Apicultural Research*. 48, 34–37.
- [12] García-Vicente, E. J., Martín, M., Rey-Casero, I., Pérez, A., Martín, J., García, A., ... & Risco, D. (2024). Effects of feeding with a protein liquid supplement on productivity, mortality and health of *Apis mellifera* hives in southwestern Spain. *Research in Veterinary Science*, 169, 105173. -40
- [13] Grossman, E. (2013). Declining bee populations pose a threat to global agriculture. *Yale Environment*, 360. Retrieved from https://e360.yale.edu/features/declining_bee_populations_pose_a_t_hreat_to_global_agriculture
- [14] Güneşdoğdu, M., Sarioğlu-Bozkurt, A., Şekeroğlu, A., & Abacı, S. H. (2024). Changes in vitellogenin, abdominal lipid content, and hypopharyngeal gland development in honey bees fed diets with different protein sources. *Insects*, 15(4), 215. -10
- [15] García-Vicente, E. J., Martín, M., Rey-Casero, I., Pérez, A., Martínez, R., Bravo, M., ... & Risco, D. (2023). Effect of feed supplementation with probiotics and postbiotics on strength and health status of honey bee (*Apis mellifera*) hives during late spring. *Research in Veterinary Science*, 159, 237-243.-28
- [16] Huang, Z., 2012. Pollen nutrition affects honey bee stress resistance. *Terrestrial Arthropod Reviews*. 5, 175–189.
- [17] Hrassnigg N., Crailsheim K. (2005) Differences in drone and worker physiology in honeybees (*Apis mellifera* L.), *Apidologie* 36, 255–277.
- [18] Hasan, A., Qazi, J. I., Tabssum, F., & Hussain, A. (2023). Development, gut health, and longevity of European bee on the provision of biosugar syrup. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 47, 102532. -32
- [19] Höcherl, N., Siede, R., Illies, I., Gätschenberger, H., & Tautz, J. (2012). Evaluation of the nutritive value of maize for honey bees. *Journal of Insect Physiology*, 58(2), 278-285.-37
- [20] Kunert K., Crailsheim K. (1988) Seasonal changes in carbohydrate, lipid and protein content in emerging worker honeybees and their mortality, *Journal of Apicultural Research*. 27, 13–21.
- [21] Kratz, M., Manning, R., Dods, K., Baer, B., & Blache, D. (2024). Nurse bees regulate the larval nutrition of

- developing workers (*Apis mellifera*) when feeding on various pollen types. *Journal of Economic Entomology*, 117(3), 683-695.-20
- [22] Marcelino, J., Braese, C., Christmon, K., Evans, J.D., Gilligan, T., et al. (2022). The movement of western honey bees (*Apis mellifera* L.) among us states and territories: history, benefits, risks, and mitigation strategies. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 10, 850600.
- [23] Morse, R. A., & Calderone, N. W. (2000). The value of honey bees as pollinators of US crops in 2000. *Bee Culture*, 128(3), 1-15.
- [24] Manaswi, A., Noordyke, E., Prouty, C., & Ellis, J. D. (2023). Western honey bee (*Apis mellifera* L.) attraction to commercial pollen substitutes and wildflower pollen in vitro. *Journal of Applied Entomology*, 147(3), 244-247. -12
- [25] Naz, S., Malik, M. F., Hussain, M., Iqbal, R., & Afsheen, S. (2022). To check the socio- economic importance of honey bee for developing countries in current financial crisis. *Pure and Applied Biology*, 11(3), 851-860. <http://dx.doi.org/10.19045/ bspab.2022.110087>
- [26] Salehpor, F., Ghafari, M., Rahimi, A., & Mokhbar, M. (2024). Effect of vitamins thiamine and riboflavin on population growth, functional traits, and body fat and protein reserves in Iranian honey bee (*Apis mellifera* meda) colonies. *Animal Production Research*, 13(2), 87-98. -4
- [27] Sagona, S., Coppola, F., Tafi, E., Orlando, C., D'Onofrio, C., Boni, C. B., ... & Felicioli, A. (2023). Effects of Virgin Coconut Oil-Enriched Diet on Immune and Antioxidant Enzymatic Activity, Fat and Vitellogenin Contents in Newly Emerged and Forager Bees (*Apis mellifera* L.) Reared in Cages. *Insects*, 14(11), 856.-8
- [28] Oskay, D. (2017). Bal arısı ek beslemesinde sorunlar ve çözüm önerileri. *Arıcılık Araştırma Dergisi*, 9(1), 1-8.
- [29] Thompson, K., & Drew, B. T. (2022). Supplemental feeds and foraged corn grain dust: a comparison of the number of days survived in vitro by young adult honey bees (*Apis mellifera*). *Journal of Apicultural Research*, 61(1), 1-8. -19
- [30] Wakagri, M., & Ygezu, G. (2021). Honeybee production constraints and important management practices of these challenges. *Cogent Food and Agriculture*, 7(1), 1872192. DOI:10.1080/23311932.2021.1872192