

Bal Arılarında Refah

Zehra BOZKURT

Afyon Kocatepe Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Zootekni Anabilim Dalı, Afyonkarahisar, Türkiye
zhra.bozkurt@gmail.com

Öz

Sürdürülebilir arıcılık bal arısı ailesi, arıclar ve çevresel faktörlerin bütüncül bir yaklaşımla ele alınmasını gerektirmektedir. Bal, arı sütü, polen ve propolis gibi arı ürünlerinin kaliteli ve sağlıklı bir şekilde üretilmesi gıda kalitesi ve güvenliği için önem taşımaktadır. Ayrıca bir polinatör de olan bal arıları ekosistem sağlığının korunması için önemli bir rol üstlenmiştir. Halen doğal yaşam formunu büyük ölçüde korumakta olan bal arılarının insan tarafından yönetilmesi ve yüksek verim odaklı bir stratejisi ile yetiştirilmesi arılar üzerinde baskı oluşturmakta, arı sağlığı ve refahını olumsuz etkilemektedir. Özellikle son yıllarda kitlesel arı ölümlerinin meydana geldiği görülmektedir. Bu derlemede, gıda güvenliği ve sürdürülebilir gıda üretimi perspektifinden, kavramsal ve etik boyutları ile arı refahı ele alınmış ve arı yetiştiriciliğinin çevre ile etkileşimi temelinde arı refahını etkileyen çevresel faktörler tartışılmıştır.

Anahtar kelimeler: Bal arısı, refah, sürdürülebilir arıcılık

The Welfare of Honey Bees

Abstract

Sustainable beekeeping requires a holistic approach to the honey bee colony, beekeepers and environmental factors. Quality and healthy production of honey bee products such as honey, royal jelly, pollen and propolis is important for food quality and safety. Honey bees, which are also a pollinator, play an important role in the protection of ecosystem health. The management of honey bees, which still preserve their natural life form widely and their rearing with a high yield-oriented strategy puts pressure on honey bees and adversely affects honey bee health and welfare. Especially in recent years, it has been observed that mass honey bee deaths have occurred. In this review, honey bee welfare was addressed with conceptual and ethical dimensions from the perspective of food safety and sustainable food production and the environmental factors affecting honey bee welfare were discussed based on the interaction of beekeeping with the environment.

Keywords: Honey bee, welfare, sustainable beekeeping

1. Giriş

Küresel nüfus artışına göre 2050 yılına kadar gıda talebinin %70 oranında artacağı öngörülmekte (FAO, 2009) ve fosil hidrokarbonların azalması nedeniyle biyo-yakıt ve endüstriyel ürün taleplerinin karşılanması için biyokütle ihtiyacının artacağı tahmin edilmektedir (Freibauer ve ark., 2011; European Commission, 2015). Dolayısıyla gıda ihtiyacı ile enerji ve endüstriyel ürünlere olan talep arasındaki rekabet giderek artmaktadır (Freibauer ve ark., 2011). Bu rekabet çizgisinde etkisini hızla arttıran iklim değişikliği krizi de küresel bir alarm oluşturmaktadır (Freibauer ve ark., 2011; Cramer ve ark., 2018).

İklim değişikliği ile mücadele edebilmek için mal ve hizmet üretiminde fosil kaynakların kullanımını azaltmak, yenilenebilir kaynakların kullanımını arttırmak ve insanoğlunun çevresel ayak izinin kesin şekilde kontrol edilmesi önem taşımaktadır. Ayrıca kaliteli ve güvenilir gıda üretimi küresel sürdürülebilir kalkınmanın diğer bir toplumsal zorluğunu oluşturmaktadır. Bu zorlukların aşılması ve biyo bazlı ekonominin

geliştirilmesi için doğal kaynakların verimli ve rekabetçi kullanımını sağlayabilecek olan endüstriyel süreçler geliştirilmelidir (Freibauer ve ark., 2011).

Güvenli gıda üretimi için arı yetiştiriciliğinin sürdürülebilirliğinin sağlanması ve bu amaçla bal arılarının sağlık ve refahının artırılması önem taşımaktadır. Ayrıca arıcılık uygulamalarının ekolojik değişimlere uyumlu olması ve arı refahını etkileyen potansiyel risk faktörlerinin iyi bir şekilde yönetilmesi gerektirmez (Horvath ve ark., 2013; Nabarro ve Wannous, 2014; Garrido ve Nanetti, 2019).

Bu derlemede, gıda güvenliği ve sürdürülebilir gıda üretimi perspektifinden, kavramsal ve etik boyutları ile arı refahı ele alınmış, arı yetiştiriciliğinin çevre ile etkileşimi temelinde arı refahını etkileyen çevresel faktörler tartışılmıştır.

2. Sürdürülebilir Arıcılık

Sürdürülebilir tarımsal üretim stratejisi ihtiyaçların gelecek nesillerin ihtiyaçlarından ödün verilmeden karşılması ve bu amaçla kaynakların adil kullanımı ve ekosistemlerin işlem ve fonksiyonlarını sürdürebilme yeteneğinin korunmasına dayanmaktadır (European Commission, 2015; OIE, 2015). Bu kapsamda üç temel ilke tanımlanmıştır. Öncelikle sağlıklı gıdalara herkes adil bir şekilde ulaşabilmeli, yüksek gıda güvenliği ve hayvan refahı sağlanmalı, çiftçi ve yetiştiriciler ürettikleri kaliteli ve sağlıklı ürünler ile kendi sosyal ve ekonomik refahını temin edecek ölçüde gelir sağlayabilmelidir (Freibauer ve ark., 2011). İkinci olarak, hayati önemi olan tüm kaynaklar en yüksek katma değer sağlanabilecek yerlerde kullanılmalı, bu kullanım sonunda en az atık veya geri dönüşüm ihtiyacı oluşturularak karbon ayak izi en aza indirmelidir. Ancak bu ilkenin üretim odaklı yaklaşımın verimlilik odaklı yaklaşıma dönüşmesine neden olacağı ve dolayısı ile tüm tüketim kalıplarında da değişime neden olacağı öngörülmektedir. Üçüncü ilke olarak ise, toprak, su ve biyolojik çeşitlilik gibi kritik önemi olan doğal kaynaklar ve bunların birbiri ile etkileşimleri korunmalı ve geri dönüşümsüz şekilde kaybedilmesi önlenmelidir (Freibauer ve ark., 2011).

Sürdürülebilir tarımsal üretimin temel ilkeleri gıda üretiminin tüm alanlarında olduğu gibi arı yetiştiriciliğinde de kaynakların en doğru ve en verimli şekilde kullanılmasını ve tüm ekosistemlerinin korunmasını gerektirmektedir (European Commission, 2015; Decourtye ve ark., 2019). Arıcılık doğal bitkisel ve fiziksel kaynaklar ile insan ve toplum kaynaklarının birlikte kullanılmasına uygun olup, kırsal kalkınma ve aile bütçesine yapmış olduğu katkılar ile sosyo-ekonomik kazanımlar sağlamakta (Kouchner ve ark., 2019), bal, polen, arı sütü ve propolis gibi besleyici ve ekonomik önemi olan gıdaların üretimi yanısıra apiterapi ile halk sağlığına ve tozlaşma ile de ekosistem sağlığına olumlu katkılar yapmaktadır (Popescu ve Popescu, 2019; Decourtye ve ark., 2019). Son yıllarda küresel ölçekte görülen bal arısı ölümleri, yürütülmekte olan arıcılık faaliyetlerinin sürdürülebilirliğine ilişkin tereddütleri gündeme taşımıştır (Laurant ve ark., 2015; Seitz ve ark., 2015; Morawetz ve ark., 2019). Kitlese bal arısı ölümleri büyük bir endişe uyandırmıştır. Seitz ve ark., (2015) Amerika Birleşik Devletleri'nde 2014–2015 yılları arasında arıcıların üçte ikisinden fazlasında (%67.3) kabul edilenden daha fazla koloni kaybı meydana geldiğini belirlemiştir. Kitlese arı ölümlerinden sorumlu tutulan nedenler arasında paraziter, viral ve bakteriyel arı hastalıklarında görülen artışlar (Morawetz ve ark., 2019), yoğun arıcılık faaliyetleri (Fürst ve ark., 2014; Seitz ve ark., 2015; Mitchell, 2016), tarımsal amaçlı pestisit kullanımının yaygınlaşması (Doublet ve ark., 2015), monokültür tarım yapılan geniş tarım alanlarında bitki çeşitliliğindeki azalma (Smart ve ark., 2018; Garrido ve Nanetti, 2019) ve sentetik gübre kullanımı nedeniyle polen ve nektar kaynaklarındaki değişime bağlı beslenme yetersizliği (azotça zengin polenli bitkilerde artış) (Doublet ve ark., 2015) gösterilmektedir.

Sürdürülebilir arı yetiştiriciliği, arı ailesi ve aile bireyleri, arı ve arı kovanının etrafındaki geniş bir çevreyi içine alan bütüncül bir yaklaşım gerektirmektedir (Seitz ve ark., 2015; Morawetz ve ark., 2019). Bal arıları, doğal yaşam formunu halen büyük ölçüde koruyor olmasına rağmen insan tarafından yönetilmektedir. Ancak bal arılarının diğer çiftlik hayvanları gibi birey olarak ele alınamaması ve çok sayıda arının karmaşık ilişkiler ağını içeren bir koloni yapısı bulunmasından dolayı yoğun tarımsal üretim anlayışı bal arılarında artan bir strese neden olmaktadır. Doğrudan (besleme, hastalıklar, nakil, vs) veya dolaylı (çevre kirliliği, azalan bitki çeşitliliği, vs) nedenlere bağlı olarak şekillenen bu stres bal arılarında refahı düşürmektedir (Smart ve ark., 2018; Garrido ve Nanetti, 2019; Popescu ve Popescu, 2019).

3. Bal Arılarında Refah

3.1. Kavram ve Etik

Hayvan refahı, bir hayvanın içinde bulunduğu çevre şartlarında meydana gelen değişimler ile baş edebilmesini ve çevresel şartlar ile ilgili fiziksel ve zihinsel durumunu ifade etmektedir (OIE, 2007). Bal arılarında hayvan refahı kavramı üzerine araştırmalar henüz yeni başlamış olup diğer çiftlik hayvanlarının refahı ile benzer veya farklı olan yönlerin neler olduğuna ilişkin çalışmalar sürmektedir (Horvath ve ark., 2013; Elwood, 2019; Garrido ve Nanetti, 2019). Broom (2013) hayvan refahı kavramının bitkiler ve cansız nesnelere hariç tüm canlılar için geçerli olduğunu belirtmiş, daha gelişmiş olan çiftlik hayvanlarının tüm yeteneklerine sahip olmasalar da bal arısı, salyangoz ve örümcek gibi omurgasız hayvanların da refahının değerlendirilmesi gerektiğini belirtmiştir.

Kaliteli ve sağlıklı arı ürünlerinin üretimi ve sürdürülebilir arı yetiştiriciliği için temel koşullardan birisi yüksek arı refahıdır (Broom 2013). Arı refahı sadece bal arısı kolonisi veya koloni üyesi arılar için değil bir bölgedeki tüm bal arısı popülasyonu için önemlidir (Broom 2013; Garrido ve Nanetti, 2019). Bal arılarında yüksek refah, bal arılarının iyi ve dengeli beslenmesi, doğal yaşamı ve doğal davranışlarını sergileyebilmesi, kötü idare ve yoğun yetiştirme teknikleri de dahil çevresel tüm tehditlerden uzak kalarak zindelik ve sağlık durumunu sürdürebilmesi ile sağlanabilir (Broom 2013; Popescu ve Popescu, 2019). Yoğun üretim yaklaşımı ile yapılan arıcılıkta bal arıları “küçük çiftlik hayvanı” gibi değerlendirilmektedir (Garrido ve Nanetti, 2019). Ancak yaygın olarak kullanılan bal arıları (*Apis mellifera*) diğer çiftlik hayvanları gibi bir evciltme geçirmemiştir ve bal ve diğer faydalı ürünleri için insan elinde yetiştirilmektedir (Seeley, 2019). Bu koşullarda, bir yandan arıcılar yüksek verim elde edebilmek için bal arılarının refah gereksinimlerini göz ardı etmekte, diğer yandan bal arıları ve arı kolonileri fenolojik faaliyetlerini ve doğal davranışlarını sürdürmeye çalışmaktadır. Arıcı tarafından uygulanan yönetim ile kendi kendisini yönetme becerisi ile donatılmış olan arı kolonilerinin doğal tutumu arasındaki çatışmalar hayvan refahı problemlerinin temelini oluşturmaktadır. (Garrido ve Nanetti, 2019).

3.2. Bal Arıları “Hissedebiliyor” mu ?

Hayvanların ağrı ve acıyı hissedebiliyor olması insanların hayvanlara ilişkin etik değerlendirmelerini etkilemekte ve hayvanların korunmasını düzenleyen yasal yaptırımlara ilişkin tutum ve davranışlarını önemli ölçüde belirlemektedir (Carruthers, 2006; Broom, 2013). Bir canlı türünün ağrı veya acıyı hissedip hissetmediğine karar verebilmek için net standartlara ihtiyaç bulunmaktadır (Broom, 2013). Çünkü insan tarafından yetiştirilen ve yönetilen canlılara yapılan muameleler sonucu oluşacak olan ağrı, acı ve ızdırabın önlenmesi veya en aza indirilmesi için alınacak tedbirlerin bu karar mekanizmasından etkilendiği görülmektedir (Elwood, 2011; Sneddon ve ark., 2014; Seeley, 2019).

Ağrı, insanlarda da olduğu gibi hayvanlarda ve diğer canlılarda karakteristik olarak “olumsuz etki ve önleyici motivasyon” ile ilişkilendirilen subjektif, duyuşsal ve duygusal bir deneyimdir (Eisemann ve ark., 1984; Elwood, 2019). Omurgalı ve omurgasız canlılarda ağrı hissi potansiyelinin değerlendirilmesi için zararlı ve potansiyel olarak acı verici olaylara karşı nörolojik ve fizyolojik tepkilerin oluşması ve bu deneyimden sonra benzer durum ve olaylar ile karşılaşıldığında kaçma veya sığınma davranışının gösterilmesi yönünde motivasyonunun ortaya konması veya verilen kararlarda bu amaçla değişiklik yapılabilmesi beklenmektedir (Elwood, 2011; Sneddon ve ark., 2014; Elwood, 2019). Ağrıyı hissedebilen canlılarda, ağrı verici veya zararlı olan uyarılar nosiseptörler ile algılanarak merkezi sinir sistemine iletilmekte (nosisepsiyon veya duyumsama) ve bu uyarılara karşı fizyolojik, biyokimyasal ve psikolojik önlemler harekete geçirilmektedir. Daha sonra, nosiseptif sensori sinir yolları refleksif davranış yanıtları üretmektedir (Eisemann ve ark., 1984).

Son yıllarda insektisitlerde nosisepsiyon konusundaki araştırmalar artmıştır (Eisemann ve ark., 1984; Smith ve Lewin, 2009; Elwood, 2011; Johnson ve Carder, 2012; Sneddon ve ark., 2014; van Huis, 2019). Johnson ve Carder (2012)’e göre insektisitlerde nosiseptif bilgilerin merkezi sinir sistemi içinde nasıl kullanıldığına ilişkin bilgiler henüz yetersiz olsa da nosiseptif bilginin beyninde öğrenme merkezine ulaştığını gösteren kanıtlar bulunmaktadır. Sneddon ve ark., (2014) insektisitlerin zararlı uyarılara şiddetle tepki verdiğini tespit etmiştir. Smith ve Lewin (2009) insektisitlerde nosisepsiyonun zarar verici uyarıların algılayan nöronlar tarafından gerçekleştirildiğini bildirmiş, Johnson ve Carder (2012) ise insektisitlerdeki nosiseptif mekanizmaların memelilerde nosisepsiyona aracılık eden moleküler mekanizmalar ile benzerlik gösterdiğini belirlemiştir. Son dönemde memelilerdeki nosiseptif mekanizmalarda rol alan endojen opioidlerin (opioid peptidler ve reseptörleri) insektisitlerde de tespit edilmesi insektisitlerin ağrıyı hissedebildiklerini gösteren çok önemli bir kanıt olarak değerlendirilmiştir (Sneddon ve ark., 2014; Elwood, 2019). Klein ve Barron (2016) insektisit beyninin küçük olmasına rağmen fonksiyonel organizasyon kapasitesinin kısmen yüksek olduğunu bildirmiştir. Insektisitlerin subjektif deneyim kapasitesine sahip olduğu bildirilmiştir (van Huis, 2019). Saldırıya maruz kalan bal arılarında (*Apis mellifera*) ses ve davranışlarda meydana gelen değişiklikler, kovucu salgılar veya alarm feromonu salınımı daha gelişmiş canlılardaki ağırlı uyarılara verilen cevaplar ile oldukça benzerlik göstermektedir (Eisemann ve ark., 1984). Bal arıları savunma reaksiyonları sırasında opioid üretmektedir ve omurgalı hayvanlara benzer şekilde nalokson ile bloke edilebilen opioid reseptörlere sahiptir (Sneddon ve ark., 2014). Ayrıca, Menzel ve Giurfa (2001) arı beynindeki nöron sayısının (960.000) diğer çiftlik hayvanlarına göre düşük olmasına rağmen arıların oldukça etkileyici bir iletişim kapasitesi ve davranış repertuarına sahip olduğunu vurgulamıştır.

Ağrının algılanması ile yaralanmış veya hasar görmüş vücut bölümlerinin korunması amacıyla refleksif veya tedbir alıcı davranışların da sergilenmesi beklenmektedir. Eisemann ve ark., (1984) insektisitlerde yaralanan bacağın korunması amacıyla topallama veya karın yaralanmalarından sonra beslenme veya üreme davranışlarının azaltılması gibi davranış değişikliklerinin anlamlı ölçüde gerçekleşmediğini ve normal faaliyetlerin devam ettiğini bildirmiş ve endojen opioid peptidlerin varlığının insektisitlerin ağrıyı hissedilebilmesi bakımından mutlak bir kapasiteyi gösteremeyebileceğini iddia etmiştir. Memelilerdeki endojen opioid peptidlerin ağrı mekanizması ile ilişkili olmayan aktivitelerde de rol aldığını hatırlatan Stefano ve Scharrer (1981) insektisitlerde de benzer bir durum olabileceğini ve endojen opioid peptidlerin ağrı mekanizması ile bağlantılı olmayan başka fizyolojik veya davranışsal aktivitelerin düzenlenmesinde görev yapıyor olabileceğini belirtmiştir.

Bugün elde edilen bilimsel veriler arıların ağrısını hissedebiliyor veya hissedemiyor olduğunu kesin şekilde ortaya koyabilmek için yetersizdir (Broom, 2013). Son yıllarda arılarda nosisepsiyon üzerine yapılan araştırmaların arttığı görülmektedir (Elwood, 2019). Bu kapsamda, Eisemann ve ark., (1984) herhangi bir öznel deneyimin başkası tarafından doğrudan tecrübe edilememesi veya anlaşılabilmesi nedeniyle arılarda nosisepsiyon ile ilişkili yapılacak değerlendirmelerin güçlüğüne dikkat çekmiş ve bu sorunun kesin şekilde yanıtlanmasının daha detaylı bilimsel veriler ile mümkün olabileceğini bildirmiştir.

4. Bal Arılarının Refahına Etki Eden Faktörler

Refahı yüksek ve sağlıklı olan bal arılarının verimleri de yüksek olacaktır (Akbay, 1986; Garrido ve Nanetti 2019). Yoğun arı yetiştiriciliğinde yüksek verim elde etmek için bal arıları kalabalık ve uzun ömürlü koloniler olarak yönetilmekte, kolay kullanım ve avantajlı taşıma olanakları sağlamak için tasarlanmış kovanlar ve kovan ekipmanları kullanılmaktadır (Akbay, 1986; King ve ark., 2018). Özellikle son yıllarda ürün yelpazesine bal dışında arı sütü, polen ve propolis gibi kıymetli besinlerin de dahil edildiği arıcılıkta hem arılara mümkün olduğunca çok polen ve nektar kaynağı temin etmek hem de kültür bitkilerinin polinasyonunu sağlamak için arı kovanları tarım alanlarına yerleştirilmektedir (Decourtye ve ark., 2019).

Sürdürülebilir olmayan tarımsal uygulamaların bir sonucu olarak meydana gelen yetersiz beslenme, uzun mesafelere taşınma, çevre kirliliği, küresel iklim değişikliği, arıcıların bilgi eksiklikleri ile son yıllarda alarm veren arı hastalıkları ve zararlıları arılarda refahı önemli ölçüde düşürmektedir (Doublet ve ark., 2015; Migdał ve ark., 2018; Garrido ve Nanetti, 2019). Bal arısı kolonilerinin karmaşık yapısını gözden kaçırmadan, sürdürülebilir arı yetiştiriciliği için bu risk faktörlerinin potansiyel etkilerinin iyi belirlenmesi ve alınacak tedbirlerin dikkatle tespit edilmesi gerekmektedir. Bu yaklaşım, gıda güvenliği ve ekosistem sağlığının korunması kadar bal arısı refahının artırılması için de hayati önem taşımaktadır (Popescu ve Popescu, 2019; Kouchner ve ark., 2019).

4.1. Kötü Besleme

Arıların beslenmesi için çeşitli çiçeklerden elde edilen bol miktarda nektar, bal ve polene ihtiyaç vardır (Alaux ve ark., 2010; Honeybee Health Coalition, 2019). Arı larvalarında ideal büyüme ve gelişmenin sağlanabilmesi için uygulanacak beslemede yeterli miktarda karbonhidrat, protein, yağ, vitamin ve mineral bulunmalıdır (Smart ve ark., 2018; Honeybee Health Coalition, 2019). İyi bir besleme ile gelişen immün sistem biyotik ve abiyotik stres faktörleri, hastalıklar ve zararlılara karşı direnci artırarak bal arılarında refahı yükseltir (Alaux ve ark., 2010; Smart ve ark., 2018; Honeybee Health Coalition, 2019). Simone-Finstrom ve ark.,(2016) çok çeşitli ve kaliteli doğal floradan yararlanan arıların dengeli şekilde beslenmesini sağlayabileceğini bildirmiştir. Ayrıca yüksek floral çeşitliliğin arı kolonilerinin uzun mesafelere taşınması gibi arıcılık uygulamalarına bağlı oluşan stresin etkisinin giderilmesine de yardımcı olduğu kaydedilmiştir (Alaux ve ark., 2010). Bal arılarında yetersiz beslenme (malnutrasyon) arılarda kısa yaşam süresi ve gelişim bozukluğu ile koloninin bütünlüğü ve direncini düşüren öğrenme bozukluğuyla ilişkilidir (Garrido ve Nanetti, 2019). Bitkisel üretim alanlarındaki bitkisel çeşitliliğin azalması bu alanlara yerleştirilen arı kolonilerinde yetersiz beslenme sorunlarının yaşanmasına neden olmaktadır (Decourtye ve ark., 2019; Brodschneider ve Crailsheim, 2010; Smart ve ark., 2018). Özellikle son yıllarda Kuzey Amerika ve Avrupa'da meydana gelen ve kitlesel arı ölümlerine neden olan hastalıklarda görülen artışın miktar ve çeşitlilik yönünden polen ve nektar kaynaklarındaki azalma ile ilişki olduğu ileri sürülmüştür (Garrido ve Nanetti, 2019).

Yeterli polen bulunmayan veya polenin erken bittiği koloniler yavru üretimini yavaşlatır veya durdurur ve böylece koloni nüfusu azalır (Akbaş, 1986; Alaux ve ark., 2010). Koloni nüfusunda meydana gelen düşüşler besin deposu dolu bile olsa kolonilerde yavru bakımını zaafa uğratarak larvaların ölümüne neden olur (Honeybee Health Coalition, 2019). Polen ve bal depoları tükenmekte olan ve nektara erişimi olmayan kolonilerde arıların açlıktan ölmesi kaçınılmazdır. Açlık, kışlama sırasında ve ilkbahar gelişimi sırasında arı ölümlerinin en yaygın nedenlerinden birisidir (Alaux ve ark., 2010; Honeybee Health Coalition, 2019). Arıcılıkta çiçek kaynaklarından yeterince nektar veya polen sağlanamadığında genellikle besin takviyeleri yapılmaktadır (Akbaş, 1986). Kış öncesi yeterli miktarda yapılan ek besleme kış boyunca koloninin yaşama gücünün korunmasına destek sağlar (Honeybee Health Coalition, 2019). Ancak polen ikamesi olarak soya fasülyesinin kullanılması gibi bazı uygulamalarda ek besinler arılara zarar verebilmektedir (Garrido ve Nanetti, 2019).

Beslenme yetersizliği olan arı kolonilerinde sık sık hastalıklar görülebildiği gibi hastalıklar da beslenme yetersizliğine neden olabilmektedir (Brodschneider ve Crailsheim, 2010). Örneğin nosema hastalığında (*N. Ceranae*) arılarda enerji stresi artmakta ve arılar bitkisel kaynaklardan polen ve nektar toplamaya erken başlamaktadır (Garrido ve Nanetti, 2019; Naug ve Gibbs 2009).

4.2. Doğal Olmayan Kovanlar

Bal arısı (*Apis mellifera*) önce Kuzey Avrupa'da ve daha sonra Kuzey Amerika'da yuvalarını ağaç kovuklarına yaparak kolonileşmiştir (Han ve ark., 2012). Bal arılarının doğal yuvaları (basit arı kovanları) genellikle yerden yüksek yerlerde veya çoğunlukla ağaçlarda yaptıkları ve sıcak havanın yuvadan dışarıya kaçışını önlemek için genellikle alt kısmına yakın bir çıkış açıklığı bulunan, uzun, dar ve kalın duvarlı boşlukları tercih ettikleri görülmektedir. Ayrıca arılar tüm çatlak ve yarıkları kapatacak şekilde yuva boşluğunun tüm iç yüzeyini propolis ile sıvayarak buhar geçirmezliği de sağlamaktadır. Bu tip yuvalardaki hava ve su buharının hareketinden de yararlanarak arıların yuva içinde ısı ve nem düzeylerini ayarlayabildikleri, ısı üretiminde değişiklik yaparak veya birbiri üzerine kümelenerek (kış salkımı gibi) yuva içi sıcaklığını düzenleyebildikleri anlaşılmaktadır. Bal arılarının kuluçka için veya bal depolamak üzere kullanılacak olan peteklerin şeklinde veya petek üzerinde sergiledikleri kümelenme davranışlarında değişiklikler yaparak yuva içinde izole mikroklimatik bir ortam sağladıkları görülmektedir. Bu balmumu peteklerinin doğal yuva boşluğu içinde üstten aşağıya doğru sarkacak şekilde yapıldığı, petek üzerinde kümelenen arıların serin iklimlerde ısıyı korumak için yukarı doğru çekildiği ve sıcak iklimlerde de (bal üretimi ve aile büyüklüğü arttıkça) aşağı doğru yayılarak vertikal yönlü hareketleri ile termal avantajlar sağladıkları bildirilmiştir (Mitchell, 2016). Bu şekilde seçilmiş veya hazırlanmış doğal yuvaların bal arısı sağlığı ve refahı için ideal sıcaklık ve nemin korunmasına yardımcı olduğu ve böylece bal arıların petek yapımı ve diğer tüm görevlerini bu mikro iklimlendirme koşullarında rahatlıkla yaptıkları bildirilmiştir (Simpson 1961; King ve ark., 2018). Bununla birlikte doğal bal arısı yuvalarında ısı transferi ve akışkanlar mekaniği çok karmaşık olup hem arı ailesi bireylerinin yaşam kalitesi için hem de arı ve ekosistem ilişkisi için (genişletilmiş fenotip) arı yuvası çok önemlidir (Garrido ve Nanetti, 2019). Bu aynı zamanda, bal arısı yuvalarının basit bir barınaktan çok daha karmaşık olduğunu, doğal yuvaları veya modern çerçeveli kovanları etkileyen çevresel koşulların yuva yada kovan içindeki havanın sıcaklık ve nemini değiştirerek bal arılarının refahı ve davranışları üzerinde derin etkiler yapabileceğini göstermektedir (Mitchell, 2016).

Doğal arı yuvaları ile modern arıcılıkta kullanılan çerçeveli kovanlar arasında arıların hemostasis kapasiteleri bakımından belirgin bir fark olduğu bildirilmiştir (King ve ark., 2018). Çerçeveli kovanlar, düşük maliyet ve arıcıların kolay koloni idaresi yapabilmesi için tasarlanmış, ince duvarlı ve genellikle ahşaptan yapılmıştır ve kısa yapısı nedeniyle vertikal arı hareketlerini oldukça fazla sınırlandırmaktadır. Doğal arı yuvalarının termal ortamlarında arıların sergiledikleri doğal davranışların farklı termal koşullara sahip modern kovanlarda değişikliğe uğramış olabileceğine dikkat çekilmektedir (Mitchell, 2016; Honeybee Health Coalition, 2019). Nitekim, doğal arı yuvalarının içindeki yüksek nemin (%80 veya daha yüksek) son yıllarda arıcılığın en önemli sorunlarından birisi haline gelen *Varroa* gibi hastalıkların kontrol edilmesinde etkili olduğu bildirilmiştir (Hossam, 2012; Mitchell, 2016). Mitchell (2016)'e göre insanlar tarafından tasarlanan çerçeveli kovanlardaki düşük nem düzeyi *Varroa* parazitinin gelişimini kolaylaştırmaktadır.

Son dönemde çerçeveli kovanlar yerine alternatif kovanları öneren (top-bar kovanlar veya sabit petekli kovanlar) yaklaşımlar da artmaktadır. Mitchell (2016) entansif arı yetiştiriciliğinde, doğal arı yuvalarından oldukça farklı olan çerçeveli kovanların mikroklimatik koşulları ile arı hastalık ve parazitlerinin bal arıları üzerinde oluşturduğu stresi azaltmak için kovan tasarımında modifikasyona gidilebileceğini belirtmiştir. Bal arılarında refahın artırılması için bal arısı kovanlarına küçük girişler yapılması ve ahşap yerine daha kalın duvarlı polistiren kovanların kullanılması önerilmiştir (Mitchell, 2016). Günümüze kadar ticari bal arılarının çevresel risklere karşı gösterdiği doğal direnç arı refahının göz ardı edilmesine neden olmuş ise de, son yıllarda ciddi boyutlara ulaşan arı ölümleri ve ani koloni sönmesi vakaları durumun daha fazla bu şekilde sürdürülemeyeceğini göstermektedir. Nitekim bal arıları ile ilgili mevcut bilimsel bilgiler insan tarafından idare edilen ve entansif şartlarda yetiştirilen arı ailelerinden elde edilmiş olup, bal arılarının doğal koşullar altındaki performansı ve kapasitesi yeterince ortaya konamamıştır (Garrido ve Nanetti, 2019).

4.3. Kalabalık Koloniler ve Yüksek Üretim Baskısı

Arı yetiştiriciliğinde yüksek verim elde edilmesi temel bir yaklaşımdır (Akbay 1986). Yüksek üretim kapasitesine ulaşmak için genellikle büyük arı kolonileri tercih edilmekte ve bu koloniler tüm yıl yüksek üretim yapmaya zorlanmaktadır. Doğal yaşam koşullarında bal arısı kolonilerinin birbirinden uzakta yuvalanmasına rağmen, teknik arıcılıkta bal arısı kovanları arılık içinde birbirine çok yakın yerleştirilmektedir ve bu durumun bal arılarını *Varroa* gibi hastalık ve zararlılara daha duyarlı hale getirdiği ileri sürülmektedir (Mallinger ve ark., 2017; Kouchner ve ark., 2019).

Bal arılarına sunulan entansif koşullar ile arıların sürdürmeye çalıştığı doğal yaşam arasındaki çelişkilerin arı sağlığı ve refahı için potansiyel riskler oluşturabileceği görülmektedir. Arıcılıkta fazla istenmeyen ancak bal arılarının doğal üreme biçimi olan oğul vermeden sonra arılar bir süre yavru üretmemektedir ve bunun arı refahını arttırdığı bildirilmektedir (Doublet ve ark., 2015; Simone-Finstrom ve ark., 2016).

4.4. Yoğun Tarım Uygulamaları

Yoğun tarım bitkisi üretimi için bal arıları çok önemli polinatörlerdir. Bal arılarının diğer insektisitler ile birlikte sağladıkları doğal polinasyon ile küresel tarım ürünlerinin dörtte üçü desteklenmekte, küresel gıda güvenliği ve ekosistem sağlığına önemli bir katkı sağlanmaktadır (Popescu ve Popescu, 2019; Decourtye ve ark., 2019). Geldmann ve González-Varo (2018) Amerika Birleşik Devletleri'nde bal arısı kovanlarının ilkbaharda California badem bahçelerinden başlayarak yaz sonunda Washington elma bahçelerine kadar çeşitli tarım bitkisi çiçeklerinin izini sürerek taşıdıklarını bildirmiştir. Özellikle

kolza tohumu veya ayçiçeği gibi kültür bitkilerinin çiçekleri bal arıları için çok cazip olsa da arılar çok çeşitli çiçeklerden polen ve nektar toplamaya meyillidir ve daha fazla biyolojik çeşitlilik sunan yarı doğal habitatları tercih etmektedir (Garrido ve Nanetti, 2019).

Bitki üretimi alanlarının polinasyonu için bal arılarının kullanılması bal arılarında refahı tehdit etmektedir (Decourtye ve ark., 2019; Horvath ve ark., 2013). Çünkü, tarımın yoğunlaşması ile bitki üretim alanları yüksek çeşitlilik bulunan heterojen alanlardan daha az çeşitlilik bulunan homojen alanlara doğru kademeli olarak değişmiş ve bitki ve çiçek çeşitliliğinde de düşüş meydana gelmiştir (Naug ve Gibbs, 2009; Garrido ve Nanetti, 2019). Bitki üretim alanlarının yönetimindeki bu değişiklikler arı kovanlarında besin stoklarının da düşük kalmasına neden olmaktadır (Honeybee Health Coalition, 2019). Bu tip bölgelerdeki arı kononileri polen ve nektar toplamak için yeterli bitki bulamamakta, besin yetersizliğinin geç fark edilmesi veya uygun ve yeterli besin takviyelerinin yapılamaması sonucu arı refahı düşmektedir. Çeşitli bitkisel kaynaklardan yeterince polen toplayamayan koloniler hastalıklar ve parazit enfestasyonlarına duyarlı hale gelmekte ve yavru verimindeki düşüşe bağlı olarak arı kayıpları artmaktadır (Garrido ve Nanetti, 2019). Nitekim Alaux ve ark., (2010) da düşük biyolojik çeşitlilik içeren gıdaların bal arılarında immun sistemi deprese ettiğini bildirmiştir.

4.5. Küresel Isınma ve İklim Değişikliği

Arılar içinde buldukları çevre ile sıkı bir ilişki içindedir ve gıda ve tozlaşma değişimi yaparak simbiyotik bir yaşam sürmektedir. Rüzgar, yağmur ve fotoperiyot gibi çevresel koşullar hem arı fizyolojisini ve davranışlarını doğrudan etkilemekte hem de arı gelişimine ve arı ailesi fenolojisine etki etmektedir. Bal arısı kolonisinin olumsuz çevresel etkilere karşı nispeten uyum kabiliyeti bulursa da küresel ısınmanın ekosistemler üzerine tespit edilen etkilerinin arı refahını da olumsuz etkileyeceği öngörülmektedir (Sağlam ve ark., 2008; Garrido ve Nanetti, 2019). Nitekim son yıllarda bal arılarına ilişkin bilimsel araştırmaların arı fenolojisi ile arı sağlığı ve refahı üzerine önemli potansiyel etkileri olan iklim değişikliği, bitki üretimi alanlarının kullanımındaki değişimler, tarımsal yoğunlaşma ve istilacı türlere kaydığı görülmektedir (Decourtye ve ark., 2019).

Küresel ısınmanın bitki fenolojisine etkileri (Türkoğlu ve ark., 2012) arılarda yetersiz beslenmeye bağlı refah problemlerine neden olmaktadır. Yaşamlarının devamı ve yavru üretimi için arılar bitkilerden polen ve nektar toplamakta, bunları hemen kullanılmak üzere veya depolanmak üzere kovana taşımaktadır (Garrido ve Nanetti 2019). Küresel ısınma sonucu kış mevsiminde görülen yüksek hava sıcaklığı nedeniyle bitkiler ilkbahardan önce yani bal arılarının henüz inaktif konumda olduğu dönemlerde çiçek açmakta ve arı kolonilerinin potansiyel besin kaynaklarından yararlanma fırsatını kaçırmalarına neden olmaktadır. Diğer yandan yüksek hava sıcaklığının arı kolonilerinin erken yavru üretimine başlamasına veya kış ortasına kadar yavru verimini sürdürmesine neden olduğu görülmektedir. Arı ve bitki fenolojisinin uyumsuz olduğu bu durumlarda çiçek ve diğer besin kaynaklarının yetersizliğine bağlı beslenme bozuklukları arı refahını düşürmektedir (Garrido ve Nanetti, 2019).

Mevsim normallerine göre yüksek seyreden çevre sıcaklığı nedeniyle sonbahar mevsiminde halen ana arıların yumurtlamaya devam etmesi ile yavru veriminin sürdüğü kolonilerin kış için depolanmış balı hızla tüketmeye başladığı ve besin yetersizliğine bağlı arı ölümlerinin arttığı bildirilmiştir (Garrido ve Nanetti, 2019). İklim değişikliğinin bitkilerin protein içeriğinde düşüşe neden olduğu ve bunun da ilkbahar ve kış dönemlerinde arıların ihtiyaç duyduğu yüksek proteinli polene ulaşamama riskini arttırdığı bildirilmiştir. Ayrıca bitki fenolojisindeki bu değişimler (çiçekli dönemin erkene çekilmesi

veya geç kalması gibi) polen ve nektar kaynaklarına göre arı kolonilerini hazırlayan ve yöneten arıcıların belirli fenolojik işaretleri takip etmesini güçleştirmektedir (Smart ve ark., 2018; Garrido ve Nanetti, 2019).

İklim değişikliğinin arı sağlığı üzerine olumsuz etkileri arılarda refah kayıplarını derinleştirmektedir (Mahaman ve ark., 2002; Muz, 2008). Yüksek çevre sıcaklığı kolonilerdeki faaliyetlerin ve yavru üretiminin daha uzun süre devam etmesine neden olmakta ve bu koşullar arı hastalıkları ve zararlıları için uygun koşullar oluşturmaktadır (Mitchell, 2016; Ramsey ve ark., 2019; Garrido ve Nanetti, 2019). Nosema hastalığının daha soğuk bölgelere yayılması (Fries, 2010) veya *Apis dorsata*'nın doğal paraziti olan *Tropilaelaps* akarlarının bal arısı kolonilerinde de sıkça görülmeye başlanması küresel ısınma ile arı hastalıklarının yayılım alanlarının genişlediğini göstermektedir (Garrido ve Nanetti, 2019).

4.6. Çevre Kirliliği

Hava, su ve toprak kirliliği, radyoaktif ve manyetik kirlilik ile pestisitler arı sağlığı ve refahını olumsuz etkilemektedir (Migdağ ve ark., 2018). Kültür bitkilerinin üretiminde zirai mücadele ilacı olarak kullanılan pestisitlerin uygun şekil ve dozda kullanılmaması veya pestisit kullanılan tarım alanlarında bal arısı kolonilerinin bulundurulması sonucu arıların bu maddelere maruz kaldığı görülmektedir (Doublet ve ark., 2015). Polen ve nektar toplarken toksit etkili maddeler ve diğer kirleticilere maruz kalan (Migdağ ve ark., 2018) bal arılarında bakteriyel enfeksiyonlar, varroa veya deforme kanat hastalığı gibi hastalıklara duyarlılık artmaktadır (Doublet ve ark., 2015; Morawetz ve ark., 2019). Pestisitler arıların davranışlarını ve larva gelişimini olumsuz etkilemektedir (Scharlaken ve ark., 2007; Migdağ ve ark., 2018). Maruz kalınan pestisit tipi veya miktarına bağlı olarak arılarda meydana gelen toksikasyon hemen veya saatler sonra arının ölümüne kadar varan etkiler meydana getirmektedir (Manley ve ark., 2019).

4.7. Özensiz Yetiştiricilik

Arıcılık gelenekleri küresel ölçekte önemli farklılıklar göstermektedir. Ancak çevre ekosistemleri ile sürekli iletişim ve etkileşim içinde bulunan bal arılarının sağlık ve refahının artırılması arı yetiştiriciliği için bütüncül yaklaşım ve stratejiler gerektirmektedir. Bu kapsamda sorumlu ve özenli yetiştiricilik yapılmalıdır. Özellikle Nosema ve *Varroa* gibi arı hastalıkları ve zararlıları ile etkin şekilde mücadele edilmeli ve arılar ile çevre arasındaki etkileşimler iyi yönetilmelidir (Manley ve ark., 2019; Williams ve Osborne, 2009; Kösoğlu ve ark., 2019).

Küresel ölçekte hazırlanacak sürdürülebilir arı yetiştiriciliği stratejilerine entegrasyon sağlamayabilmek için arıcıların arı sağlığı ve refahı, arı hastalıkları, çevre kirliliği, küresel iklim değişikliğinin etkileri ve iletişim konularında bilgi ve becerilerinin artırılması gerekmektedir. Tesfaye ve ark., (2017) Etiyopya'da çoğunluğu geleneksel yetiştiricilik yapan arıcıların arı yönetimi, arı ürünleri ve pestisitler konusunda eğitim ihtiyacının bulunduğu belirlenmiştir. Modern arıcılık faaliyetleri konusunda eğitim alan arıcıların *Varroa* gibi arı hastalıklarına ilişkin daha az sorun yaşadığı bildirilmiştir. Bu bildirimler arı refahının artırılması için tüm arıcılara ulaşabilen eğitim ve farkındalık artırma faaliyetlerine ihtiyacın olduğunu göstermektedir.

Özenli ve sorumlu arıcılık çevrenin korunması mutlak şekilde içermektedir. Yoğun bal üretiminde yaygın şekilde kullanılan büyük arı kolonilerinin yabancı polinatörlerin azalmasına neden olduğu ileri sürülmektedir (Fürst ve ark., 2014; Mallinger ve ark., 2017). Geldmann ve González-Varo (2018) diğer çiftlik hayvanlarına benzer şekilde tarımsal yönetim anlayışı ile idare edilen bal arılarının polinatör olarak doğal ekosistem hizmeti

sağlayıcıları gibi görülmesinin yanlış olduğunu bildirmiştir. Nitekim büyük kolonilerde bulunan çok sayıdaki bal arısının çiçek ve yuva gibi kaynaklar için rekabet ederek veya hastalık etkenlerini ileterek yabancı arılar ve diğer polinatörleri doğrudan etkilediği ve ayrıca kültür bitkilerinin artışına ve dolayısı ile egzotik bitkilerin azalmasına katkı yaparak dolaylı olumsuz etkiler meydana getirdikleri ifade edilmiştir (Mallinger ve ark., 2017). Fürst ve ark., (2014) doğal polinatörlerin korunması için ticari bal arılarında patojen kontrolünün artırılması gerektiğini vurgulamıştır. Williams ve Osborne (2009) ticari bal arıları ile bombus arılarındaki *deforme kanat virüsü (DWV)* ve *Nosema ceranae* prevalansının bağlantılı olduğuna dikkat çekmiştir. Yabancı polinatörlerin üzerindeki baskıyı azaltmak için polinatör arzının polinasyon talebini aşmaması gereklidir ve tarım alanlarında tutulan bal arı sayısını belirli dönemlerde sınırlamak ve hastalıkların yayılma riskini azaltmak için politikalar ve stratejiler geliştirilmelidir (Geldmann ve González-Varo, 2018).

5. “Tek Sağlık” Konsepti ve Bal Arılarında Sağlık

Bal arıları Tek Sağlık konseptinin önemli bir parçasıdır. Tek Sağlık konsepti pandemik potansiyeli olan zoonotik hastalıkların önlenmesi veya kontrol edilmesi için çok uluslu paydaşların insan-hayvan-ekosistem ekseninde sağlık risklerinin yönetimi için işbirliği stratejilerinin geliştirilmesini kapsamaktadır. Bu yaklaşım doğal kaynakların uzun vadeli sürdürülebilirliğine, her zaman besleyici gıdalara güvenli erişimin sağlanmasına, küresel halk sağlığının korunmasına ve yoksul toplumların geçim kaynaklarının çoklu stresler veya şoklarla karşı karşıya kaldıklarında mukavemetinin artırılmasına odaklanmaktadır. Tek Sağlık yaklaşımı sürdürülebilir tarım ve sürdürülebilir kalkınma için politika oluşturma süreçlerinde önemli bir yere sahiptir (Nabarro ve Wannous, 2014).

Hayvan refahı, kaliteli ve güvenli gıda üretimi ile hayvanların çevre ile sağlıklı etkileşimlerini hedeflemektedir. Gıda güvenliği ise insan ve hayvan sağlığının ortak paydasıdır. Bal arıların sağlığının bozulması veya arıların ekosistem sağlığını tehdit etmesi insan sağlığını etkileyecek bir ekolojik süreci de başlatır. Bal arılarının sağladıkları polinasyon bitkisel ürünlerin kalitesinin ve veriminin artmasına destek olmaktadır (Anonim, 2019). Ayrıca diğer çiftlik hayvanlarının zoonoz hastalıkları kadar geniş çaplı bir etki oluşturmaya da ticari bal arıları ile yabancı polinatörler arasında hastalıkların bulaşması potansiyel sonuçları itibariyle ekosistem ve halk sağlığını tehdit etmektedir (Ramsey ve ark., 2019).

6. Sonuç ve Öneriler

Arılar koloninin ihtiyacı olan su ve besin maddelerini toplamak üzere kovandan ayrılmakta ve bitkileri ziyaret etmektedir. Bu yaşam döngüsü arılar ile çevre arasında sıkı bir etkileşime neden olmaktadır. Yoğun arıcılık uygulamaları, kovan ve ekipman, iklim ve arıcı kaynaklı çevre problemlerinin bal arılarında refahı düşürdüğü görülmektedir. Arı refahının artırılması ve potansiyel risklerin önlenmesi için şu öneriler sunulmuştur;

- Bal arısı refahını olumsuz etkileyen tüm stres yapıcı faktörler, yoğun arıcılık uygulamaları, çevre değişimleri, kirlilik ve arıcıların bilgi ve beceri ihtiyaçları da dahil olmak üzere bir bütün olarak ele alınmalıdır.
- Bal arılarında refahın artırılması ve izlenmesi için açık ve kolay anlaşılır standart uygulamaları içeren “Arı Refahı Rehberi” geliştirilmelidir.
- Biyoçeşitlilik kaybı, çevre kirliliği ve iklim değişikliği risklerinin yönetimine ilişkin, gerçekçi bir risk değerlendirmesi yapılmalıdır.
- Arı bilimi alanında faaliyet gösteren bilim insanları ile arıcılar ve sektör arasında iletişim ve işbirliğini geliştirmek üzere geniş bir paydaş platformu oluşturulmalıdır.

Kaynaklar

- Akbay, R. (1986). Arı ve İpekböceği Yetiştiriciliği. Ankara Üniv. Basımevi, 78-81.
- Alaux, C., Ducloz, F., Crauser, D., Le Conte, Y. (2010). Diet effects on honeybee immunocompetence. *Biology letters*, 6(4): 562-565.
- Anonim, (2019). One health applied to bees – honey bee viruses (<https://www.bee-safe.eu/articles/bee-thoughts/one-health-applied-to-bees-honey-bee-viruses/>). Erişim Tarihi: 09.Eylül 2019).
- Brodtschneider, R., Crailsheim, K. (2010). Nutrition and health in honey bees. *Apidologie*, 41(3): 278-294.
- Broom, D. M. (2013). The welfare of invertebrate animals such as insects, spiders, snails and worms. In *Animal suffering: From Science to Law, International 4 Symposium*, ed. Kemp, T. A. van der and Lachance, M., 135-152.
- Carruthers, P. (2006). Invertebrate minds: A challenge for ethical theory. *J Ethics*, 11:275-97.
- Cramer, W., Guiot, J., Fader, M., Garrabou, J., Gattuso, J. P., Iglesias, Lange M., A., Lionello, P., Llasat, M. C., Paz, S., Peneulas, J., Snoussi, M., Toreti, A., Tsimplis, M. N., Xoplaki, E. (2018). Climate change and interconnected risks to sustainable development in the Mediterranean. *Nature Climate Change*, 8(11): 972-980.
- Decourtye, A., Alaux, C., Le Conte, Y., Henry, M. (2019). Toward the protection of bees and pollination under global change: present and future perspectives in a challenging applied science. *Current opinion in insect science*, 35:123-131.
- Doublet, V., Labarussias, M., de Miranda, J. R., Moritz, R. F. A., Paxton, R. J. (2015). Bees under stress: Sublethal doses of a neonicotinoid pesticide and pathogens interact to elevate honey bee mortality across the life cycle. *Environmental Microbiology*, 17: 969–983.
- Eisemann, C. H., Jorgensen, W. K., Merritt, D. J., Rice, M. J., Cribb, B. W., Webb, P. D., Zalucki M. P. (1984). Do insects feel pain? A biological view. *Experientia*, 40:164-167.
- Elwood, R. W. (2011). Pain and suffering in invertebrates? *Ijar Journal*, 52(2): 175-184.
- Elwood, R. W. (2019). Assessing the potential for pain in crustaceans and other invertebrates. In *The Welfare of Invertebrate Animals*. Springer, Cham.
- European Commission, (2015). Sustainable development. What is sustainable development? (<https://ec.europa.eu/trade/policy/policy-making/sustainable-development/>). Erişim Tarihi: 02.07.2019).
- FAO, (2009). 'How to Feed the World in 2050'. FAO High-level Expert Forum, Rome, 12–13 October 2009.
- Freibauer, A., Mathijs, E., Brunori, G., Damianova, Z., Faroult, E., i Gomis, J. G., O'Brien L, Treyer, S. (2011). Sustainable Food Consumption and Production in a Resource-constrained World Summary Findings of the EU SCAR Third Foresight Exercise. *EuroChoices*, 10(2):38-43.
- Fries, I. (2010). *Nosema ceranae* in European honey bees (*Apis mellifera*). *Journal of invertebrate pathology*, 103:73-79.
- Fürst, M. A., McMahon, D. P., Osborne, J. L., Paxton, R. J., Brown, M. J. F. (2014). Disease associations between honeybees and bumblebees as a threat to wild pollinators. *Nature*, 506: 364-366.
- Garrido, C., Nanetti, A. (2019). Welfare of Managed Honey Bees. In *The Welfare of Invertebrate Animals*. Springer, Cham.
- Geldmann, J., González-Varo, J. P. (2018). Conserving honey bees does not help wildlife. *Science*, 359:392-393.
- Han, F., Wallberg, A., Webster, M. T. (2012). From where did the Western honeybee (*Apis mellifera*) originate? *Ecology and Evolution*, 2(8):1949-1957.
- Honeybee Health Coalition, (2019). Best Management Practices For Hive Health. A Guide For Beekeepers. Healthy Bees Healthy People Healthy Planet. First Edition(https://honeybeehealthcoalition.org/wp-content/uploads/2019/01/HBHC_Hive_BMPs_v1.0_reduced.pdf). Erişim tarihi: 11.07.2019).
- Horvath, K., Angeletti, D., Nascetti, G., Carere, C. (2013). Invertebrate welfare: an overlooked issue. *Ann Ist Super Sanità*, 49(1): 9-17.
- Hossam, F. A. (2012). Tolerance of two honey bee races to various temperature and relative humidity gradients. *Env Exp Biol* 10(4):133–138.
- Johnson, W. A., Carder, J. W. (2012). *Drosophila* nociceptors mediate larval aversion to dry surface environments utilizing both the painless TRP channel and the DEG/ENaC subunit, PPK1. *PLoS One*, 7 (3):e32878.

- King, L. E., Serem, E., Russo, L. (2018). Minimal effect of honey beehive fences on native bee diversity and abundance at the farm scale during the dry season in southern Kenya. *Apidologie*, 49(6):862-871.
- Klein, C., Barron, A. B. (2016). Insects have the capacity for subjective experience. *Animal Sentience*, 1(9):1.
- Kouchner, C., Ferrus, C., Blanchard, S., Decourtye, A., Basso, B., Le Conte, Y., Tchamitchian, M. (2019). Bee farming system sustainability: An assessment framework in metropolitan France. *Agricultural Systems*, 176:102653.
- Kösoglu, M., Topal, E., Takma, Ç., Özkırım, A., Özsoy, N., Karaca, Ü. (2019). Perspective of Izmir Province Beekeepers on Bee Diseases and Pests, *Ege Univ. Ziraat Fak. Derg.*, 56 (2):187-193.
- Laurant, M., Hendrikx, P., Ribiere-Chabert, M., Chauzat, M. P. (2015). A pan-European epidemiological study on honey bee colony losses 2012–2014. Sophia Antipolis: European Union Reference Laboratory for honey bee health (EURL).
- Mahaman, B. D., Harizanis, P., Filis, I., Antonopoulou, E., Yialouris, C. P., Sideridis, A. B. (2002). A diagnostic expert system for honeybee pests. *Computers and electronics in agriculture*, 36(1):17-31.
- Mallinger, R. E., Gaines-Day, H. R., Gratton, C. (2017). Do managed bees have negative effects on wild bees? A systematic review of the literature. *PloS one*, 12(12):e0189268.
- Manley, R., Temperton, B., Doyle, T., Gates, D., Hedges, S., Boots, M., Wilfert, L. (2019). Knock-on community impacts of a novel vector: spillover of emerging DWV-B from Varroa-infested honeybees to wild bumblebees. *Ecology letters*.
- Menzel, R., Giurfa, M. (2001). Cognitive architecture of a mini-brain: the honeybee. *Trends in Cognitive Sciences* 5: 62-71.
- Migdał, P., Roman, A., Popiela-Pleban, E., Kowalska-Górska, M., Opaliński, S. (2018). The Impact of Selected Pesticides on Honey Bees. *Polish Journal of Environmental Studies*, 27(2). 787–792.
- Mitchell, D. (2016). Ratios of colony mass to thermal conductance of tree and man-made nest enclosures of *Apis mellifera*: implications for survival, clustering, humidity regulation and Varroa destructor. *International journal of biometeorology*, 60(5):629-638.
- Morawetz, L., Köglberger, H., Griesbacher, A., Derakhshifar, I., Crailsheim, K., Brodschneider, R., Moosbeckhofer, R. (2019). Health status of honey bee colonies (*Apis mellifera*) and disease-related risk factors for colony losses in Austria. *PloS one*, 14(7): e0219293.
- Muz, M. N. (2008). Bal arılarında ani koloni sönmesi. *Türkiye Parazitoloji Dergisi*, 32 (3): 271- 275.
- Nabarro, D., Wannous, C. (2014). The potential contribution of livestock to food and nutrition security: the application of the One Health approach in livestock policy and practice. *Rev Sci Tech*, 33:475-485.
- Naug, D., Gibbs, A. (2009). Behavioural changes mediated by hunger in honey bees infected with *Nosema ceranae*. *Apidologie* 40 (6): 595-599.
- OIE, (2007). Terrestrial Animal Health Code. Appendix 3.7.1. - Introduction to the guidelines for animal welfare, (<https://www.oie.int/doc/ged/D5517.PDF>, Erişim tarihi 11.09.2019).
- OIE, (2015): The OIE alongside WHO to ensure food safety. <https://www.oie.int/en/for-the-media/editorials/detail/article/the-oie-alongside-who-to-ensure-food-safety/>. Erişim tarihi 16.09.2019)
- Popescu, C. R. G., Popescu, G. N. (2019). The social, economic, and environmental impact of ecological beekeeping in Romania. In *Agrifood Economics and Sustainable Development in Contemporary Society*. IGI Global.
- Ramsey, S. D., Ochoa, R., Bauchan, G., Gulbranson, C., Mowery, J. D., Cohen, A., Lim, A., Joklik, J., Cicero, J., M., Ellis, J. D., Hawthorne, D., van Engelsdorp, D. (2019). Varroa destructor feeds primarily on honey bee fat body tissue and not hemolymph. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 116(5):1792-1801.
- Sağlam, N. E., Düzgüneş, E., Balık, İ. (2008). Küresel Isınma ve İklim Değişikliği. *Su Ürünleri Dergisi*, 25(1): 89-94.
- Scharlaken, B., De Graaf, D. C., Memmi, S., Devreese, B., Van Beeumen, J., Jacobs, F. J. (2007). Differential protein expression in the honey bee head after a bacterial challenge. *Archives of Insect Biochemistry and Physiology: Published in Collaboration with the Entomological Society of America*, 65(4):223-237.
- Seeley, T. D. (2019). *The Lives of Bees: The Untold Story of the Honey Bee in the Wild*. Princeton University Press.

- Seitz, N., Traynor, K. S., Steinhauer, N., Rennich, K., Wilson, M. E., Ellis, J. D., Rose, R., Tarpy, D. R., Sagili, R. R., Caron, D. M., Delaplane, K. S., Rangel, J., Lee, K., Baylis, K., Wilkes, J. T., Skinner, J. A., Pettis, J. S., van Engelsdorp, D. (2015). A national survey of managed honey bee 2014–2015 annual colony losses in the USA. *Journal of Apicultural Research*, 54(4): 292-304.
- Simone-Finstrom, M., Li-Byarlay, H., Huang, M. H., Strand, M. K., Rueppell, O., Tarpy, D. R. (2016). Migratory management and environmental conditions affect lifespan and oxidative stress in honey bees. *Scientific Reports*, 6:32023.
- Simpson, J. (1961). Nest climate regulation in honey bee colonies. *Science* 3461:1331–1332.
- Smart, M., Otto, C., Cornman, R., Iwanowicz, D. (2018). Using colony monitoring devices to evaluate the impacts of land use and nutritional value of forage on honey bee health. *Agriculture*, 8(1): 2.
- Smith, E. S. J., Lewin, G. R. (2009). Nociceptors: a phylogenetic view. *Journal of Comparative Physiology Part A*, 195: 1089-1106.
- Sneddon, L. U., Elwood, R. W., Adamo, S. A., Leach, M. C. (2014). Defining and assessing animal pain. *Animal Behaviour*, 97:201-212.
- Stefano, G. B., Scharrer, B. (1981). High affinity binding of an enkephalin analog in the cerebral ganglion of the insect. *anLeucophaea maderae* (Blattaria). *Brain Res.* 225: 107-114.
- Tesfaye, B., Dadi, G., Gelgelu, T. (2017). Assessment of honeybee enemies (pests and predators) in Bale zone, southeastern Ethiopia. *Journal of Agricultural Extension and Rural Development*, 9(4):53-61.
- Türkoğlu, N., Çiçek, İ., Şensoy, S. (2012). Türkiye’de iklim değişikliğinin meyve ağaçları ve tarla bitkilerinin fenolojik dönemlerine etkileri. TÜCAUM Uluslararası Coğrafya Sempozyumu Kitabı, Ankara.
- van Huis, A. (2019). "Welfare of farmed insects." *Journal of Insects as Food and Feed*: 5 (3):159 – 162.
- Williams, P. H., Osborne, J. L. (2009). Bumblebee vulnerability and conservation world-wide. *Apidologie* 40:367–387.