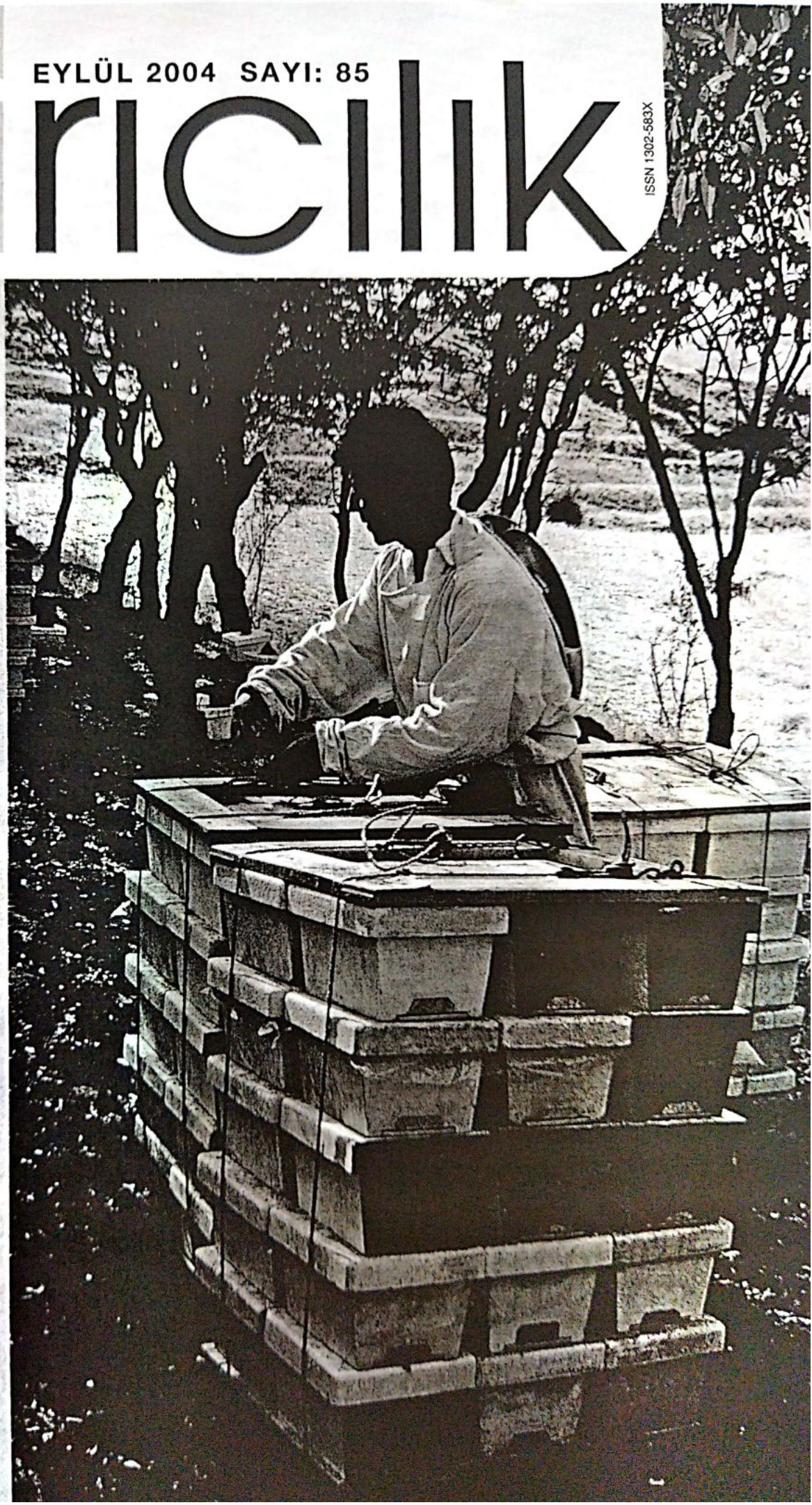
TEKNİK
EYLÜL 2004 SAYI: 85

arıcılık

ISSN 1302-583X



Bu Sayımızda:

Arıcılıkta Sonbahar Bakımı

•

Ordu ve Çevresinde Arıcılık

•

Bulgaristan'da Arıcılık

•

Bombus Arılarında İşçi Arı ve Ana Arı Farklılaşması

TKV

TÜRKİYE KALKINMA VAKFI

CamScanner ile tarandı



TEKNİK arıcılık

Sayı: 85
Eylül 2004

İÇİNDEKİLER

Arıcılıkta Sonbahar Bakımı, Kolonilerin Beslenmesi ve Kışlatma Hazırlığı 2

Ordu ve Çevresinde Arıcılığın Kısa Tarihçesi 8

Bulgaristan'da Arıcılık 16

Bombus terrestris Arılarında İşçi Arı-Ana Arı Farklılaşması ve Erkek Arı Üretimini Etkileyen Faktörler 18

Kemaliye'ye Uzanan Bilimsel Yolculuk 25

Arıcı Birliklerinden Haberler 28

Okuyucu Köşesi 31

Kapak Fotoğrafı: Ozan Sağdıç

© Türkiye Kalkınma Vakfı, 2004
Bu derginin tüm yayın hakları
Türkiye Kalkınma Vakfı'na aittir.
Hiçbir bölümü elektronik veya mekanik yöntemlerle,
herhangi bir şekilde çoğaltılamaz,
izinsiz alıntı yapılamaz.

Teknik Arıcılık dergisi, arıcılık konusunda ulusal ve uluslar arası düzeydeki gelişmelerin ve modern uygulamaların anlatıldığı yazıları yayımlar. Yayın Kurulu, yazılarda dil, anlatım ve yayın tekniği yönlerinden uygun gördüğü değişiklikleri yapabilir. Dergide yayımlanan imzalı yazılar ilgili kişilerin görüşlerini yansıtmakta olup, TKV'nin kurumsal görüşü olarak değerlendirilmemelidir.

Dizgi & Baskı
Yorum Matbaacılık
İvedik Matbaacılar Sanayii Sitesi 35. Cadde No:36
Yenimahalle, ANKARA
Tel: 0 (312) 395 21 12 (pbx) • Faks: 0 (312) 394 11 09

TÜRKİYE KALKINMA VAKFI

Teknik Arıcılık Dergisi
yılda 4 kez yayımlanır.

Türkiye Kalkınma Vakfı
Döner Sermaye Müessesesi Adına
Sahibi
A. Altan ÜNVER

Yayın Kurulu
Önder TOPAÇ
Derviş ÜNAL
Bahri YILMAZ
Kadriye SORKUN
Halit Vasfi GENÇER

Yayın Yönetmeni ve Yazı İşleri Müdürü
Leyla ÖNER

Yönetim ve Yazışma Adresi
Türkiye Kalkınma Vakfı
Çetin Emeç Bulvarı 8. Cad. No: 14/11
Öveçler 06460 ANKARA
Tel : 0 (312) 472 60 20
Faks : 0 (312) 472 60 21
Web-site: www.tkv-dft.org
E-posta: teknik_aricilik@tkv-dft.org

Abone Ücreti (4 Sayı): 18.000.000 TL
Kurum Aboneliği (4 sayı): 40.000.000 TL
(Tutarlara gönderim bedeli dahildir)
Bayilerde satılmaz.
Abonelere posta ile gönderilir.
Posta Çeki Hesap Numarası: 179734
ISSN 1302-583X

Ana Arı, Oğul, Kovan ve Arıcılık Malzemeleri Temini İçin İrtibat Adresi:
Destek A. Ş. Arıcılık Şubesi
Fatih Mah. Vakıf Caddesi, No:43 Kazan,
06981 ANKARA
Telefon: 0 (312) 814 10 29 / 814 11 19
Faks: 0 (312) 814 15 90

CamScanner ile tarandı

Bombus terrestris ARILARINDA İŞÇİ ARI-ANA ARI FARKLILAŞMASI VE ERKEK ARI ÜRETİMİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Ayhan Gösterit* • Fehmi Gürel*

Giriş

Dünyada 239 türü saptanan bombus arıları bal arılarından sonra üzerinde en çok çalışılan ve tozlaşma amacıyla da kullanılan arılardır[1-3]. Bombus arıları içinde kitlesel üretiminin diğer türlere göre daha kolay ve koloni populasyonunun kalabalık olması nedeniyle en fazla yetiştiriciliği yapılan tür *Bombus terrestris*'tir. Bombus arılarının yaşam döngüleri bal arılarından oldukça farklıdır. Sonbaharda çiftleşen ve yuvayı terk eden ana arılar toprak altında birer barınma yeri bularak ilkbahara kadar hareketsiz bir şekilde diyapoz olarak adlandırılan süreci geçirirler. İlkbaharda havaların ısınması ile toprak altından çıkarak kuracağı yuva için daha uygun bir yer belirleyen ana arı nektar ve polen toplayarak hem kendini besler hem de yavru üretiminde kullanmak amacıyla yuva içinde besin depolar. İlk işçi arılar çıkınca ana arı tarlacılık faaliyetine son verir ve yuva içinde yumurtlamaya devam eder. Yavruların bakımı ve tarlacılık faaliyetlerini işçi arılar yürütür. Yaz sonlarına doğru koloniler ana arı ve erkek arı üretmeye başlarlar[4]. Erkek ve ana arılar cinsel olgunluğa gelince kolonileri terk eder ve çiftleşirler. Kolonideki yaşlı ana arı ve işçiler ise ölürler. Çiftleşen genç ana arılar kışı geçirmek için toprak altında uygun bir yer bulurlar ve ilkbahara kadar diyapozda kalırlar. Böylece koloni yaşamı bir mevsimle sınırlanmış olur[5]. Yaşam döngüsünde bahsedilen diyapoz, düşük kış sıcaklığı, yüksek yaz sıcaklığı, kuraklık dönemleri ve gerekli besinin elde edilemediği süreçler gibi uygun olmayan çevre koşulları süresince gelişimin baskı altına alındığı, genetik ve çevresel faktörler tarafından da belirlenen bir uyum mekanizması şeklinde tanımlanmaktadır[6]. Kısaca açıklanan bu yaşam döngüsü arıların yaşadığı bölgenin iklim ve florasına bağlı olarak değişmektedir. Örneğin Ege ve Akdeniz sahil kesimindeki doğal yaşam alanlarında ekim-aralık aylarında iç bölgelerde şubat-mayıs aylarında *Bombus terrestris* ana arıları diyapozdan çıkmaktadırlar.

Koloni yaşam döngüsü başlıca üç aşamada gerçekleşen *Bombus terrestris* arılarında birinci aşama koloni başlangıç aşaması olarak adlandırılan ve diyapozdan çıkarak kendine uygun bir yuva yeri bulan ana arının ilk işçi arı kadrosunu oluşturduğu aşamadır. İkinci aşama ana arının, erkek arıların çıktığı haploid yumurtaları yumurtlamaya başladığı veya yuvada bulunan diploid yumurtalardan genç ana arıların üretildiği aşama olup dönüşüm aşaması olarak adlandırılır[7-10]. *Bombus terrestris* kolonilerinde yaşam döngüsünün son aşaması ise kurucu ana arının etki ve üstünlüğünün kaybolduğu rekabet aşamasıdır. Bu aşamada işçi arılar yumurtlama ve ana arının yumurta hücrelerini bozma gibi davranışlar sergilerler ve sonunda koloninin sosyal yapısı bozulur[11-12].

**Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü, 07059 ANTALYA*
E-posta: gosterit@akdeniz.edu.tr

CamScanner ile tarandı

Bombus terrestris arılarında koloni yaşamı bir dönemle sınırlı olduğu için kontrollü yetiştiricilik yapılırken kolonilerden ana arı üretiminde, çiftleştirmede, diyapoz dönemini kontrol altına almada ve yeni koloniler oluşturmada önemli sorunlar yaşanmaktadır.

Yurt dışındaki az sayıda firma tarafından bu arıların doğaya bağlı kalmadan yıl boyu kontrollü koşullarda kitlesel üretimleri sağlanmıştır. Türkiye'deki birkaç firma da Hollanda, Belçika ve İsrail'deki bombus arılarını üreten bu firmalarla işbirliği yaparak arıları ithal etmektedirler. Önemli bir seracılık ülkesi olan Türkiye'de de bombus arısı kullanımı örtüaltı yetiştiricileri tarafından benimsenmiş ve kullanılan koloni sayısı her geçen yıl önemli ölçüde artış göstererek yılda yaklaşık 25-30 bin koloniye ulaşmıştır[13].

Birçok organizmanın yaşam döngüsü farklı derecelerde örtüşebilen gelişme ve üreme olarak iki kısma ayrılmıştır. Yaşam döngüsü süreci mevsim, kaynak bolluğu ve çiftleşme şansı gibi çevresel zorlayıcılar tarafından sınırlandırılmaktadır. Bu nedenle özellikle yaşamında yalnız bir kere çiftleşebilen organizmalar için ana ve erkek bireylerin üretim zamanı oldukça kritik bir süreçtir[14]. Yaşamı bir dönemle sınırlı olan bombus arısı kolonilerinde türün devamını sağlamak ve kalıtsal yapıyı bir sonraki generasyona aktarmak için mümkün olduğunca fazla erkek arı ve ana arı üretilmesi ve en uygun üretim zamanının belirlenmesi temel amaçtır. Erkek ve ana arıların tozlaşma etkinlikleri çok sınırlı olduğu için örtü altı yetiştiricilikte tozlaşma amacıyla kullanılacak bombus arısı kolonilerinde erkek arı ve ana arı üretimine başlama zamanı koloninin ekonomik kullanımı açısından önemlidir. Tozlaşma amacıyla üretilen bazı koloniler uzun süre erkek arı ve/veya ana arı üretmezken, bazı koloniler henüz koloni gelişiminin başlangıcında erkek arı ve/veya ana arı üretmeye başlamaktadır[15]. Erken dönemde erkek arı ve/veya ana arı üreten koloniler tozlayıcı olarak kullanılmazken, normal gelişim gösteren koloniler tozlaşma amacıyla ekonomik olarak sadece iki ay süreyle kullanılabilmektedir[16]. Bu nedenle seralarda tozlayıcı olarak kullanılacak kolonilerde aranılan en önemli özellik, işçi arı kadrosunun geniş olması ve kolonilerin geç dönemde erkek arı ve/veya ana arı üretmeye başlamasıdır. Bu tip koloniler ekonomik olarak daha uzun süre kullanılabilirler. Bu nedenle kolonilerin hangi faktörlerin etkisiyle erkek arı ve/veya ana arı üretmeye başladığı araştırılıp tozlayıcı olarak daha uygun kolonilerin üretilmesi bombus arılarının kitlesel üretiminde esas amaçlardan biridir.

Kast Belirlenmesi ve Kast Farklılaşması

Sosyal böcekleri tanımlayıcı özelliklerden birisi, dişilerin ana arı ve işçi arı olmak üzere iki farklı kasta ayrılması ve üreme görevinin ana arı tarafından, kolonideki diğer işlerin de işçi bireyler tarafından yerine getirilmesidir[17]. Bireyler fonksiyonel ve genellikle de yapısal olarak farklı sınıflara ayrılırlar[18]. Birçok türde ana arı ve işçiler sadece üreme yeteneği bakımından değil, aynı zamanda fizyolojik ve morfolojik olarak da farklılıklara sahiptirler. Sosyal bir arı olan *Bombus terrestris* türünde de işçi arılar ve ana arılar büyüklük ve fizyolojik olarak farklıdırlar. Fakat ana arının vücut büyüklüğü dışında işçi arılar ve ana arılar arasında diğer morfolojik karakterler bakımından bir farklılık yoktur[7]. Genel olarak ana arı en büyük işçi arıdan bile yaklaşık iki üç kat daha büyüktür ve bu iki kast arasında büyüklük bakımından bir örtüşme söz konusu değildir[18,19]. Bu yüzden bu büyüklük farklılıklarının araştırılması işçi arı ve ana arı karakterli bireylerin oluşum mekanizmasının anlaşılması açısından önemlidir[20].

Sosyal böceklerde işçi arı ve ana arı karakterli bireylerin oluşum mekanizması incelenirken belirlenme ve farklılaşma tanımlarının iyi yapılması gerekir. Bombus arılarında da bal arılarında olduğu gibi ana arının yumurtladığı diploid yumurtalardan işçi arı ve ana arılar, haploid yumurtalardan ise erkek arılar oluşmaktadır. Diploid bir larvanın işçi arı mı yoksa ana arı mı olacağının belirlenmesi, larvanın

CamScanner ile tarandı

işçi arı ve ana arı karakterlerinden birisi olacağına geri döndürülemez bir biçimde karar verilmesidir. İşçi arı-ana arı farklılaşması ise belirlenme işleminden sonra besin miktarı gibi çevresel faktörler tarafından etkilenen ve diploid bir larvanın işçi arı veya ana arı karakterli bir birey haline gelmesidir[21]. Diploid bir larvanın işçi arı veya ana arı olacağının belirlenmesinin temelini oluşturan mekanizmanın bilinmesi, böcek kolonilerinin nasıl geliştiği ve fonksiyonlarını ne şekilde yerine getirdiklerini anlamak açısından önemlidir[22].

Ana arı ve işçi arılarla ilgili fenotipik farklılıklar genetik faktörlerden çok çevresel faktörlere bağlı olarak ortaya çıkar[7]. Bal arılarında koloninin ana arısız kalması, ana arının verimsiz, sakat ve yaşlı olması ve oğul verme gibi durumlarda işçi arılar kovanda bulunan diploid yumurta ya da larvaları yoğun bir şekilde arı sütü ile besleyerek yeni bir ana arı ve sadece çiftleşme mevsiminde, az sayıda erkek arı yetiştirirler. Bombus arılarında ise ana ve erkek arı üretim zamanının hangi faktörler tarafından belirlendiği tam olarak bilinmemekte ve yuvadaki işçi arı yoğunluğu, işçi arı/larva oranı, hastalık ve zararlılar, hormonlar, yuva içi ve dışı çevre koşulları, besin durumu ve ana arının niteliği gibi birçok etmenin kolonilerin ana ve erkek arı üretimini etkileyebileceği düşünülmektedir[5,18]. Bombus arılarında işçi arı ve ana arı karakterli bireylerin oluşumu ve erkek arı üretimine etki eden faktörleri koloninin sosyal yapısı, endokrin sistem, beslenme ve diğer çevresel faktörler ile ilişkilendirmek mümkündür.

Kast Oluşumunu Etkileyen Faktörler

Koloninin sosyal yapısı

Bombus terrestris arılarında koloni gelişiminin başlangıcında ana arı baskındır ve sadece yumurta yumurtlar. Bütün dişi döller işçi olarak gelişirler. İlerleyen aşamalarda kolonideki sosyal düzen bozulur. İşçi arıların bazıları yumurtlamaya başlar ve dişi larvaların çoğu genç ana arı olarak gelişirler. Bu faz rekabet fazı olarak tanımlanır ve bu aşama sadece işçilerin yumurtlaması ile ortaya çıkmaz, aynı zamanda işçi arılar ve ana arı arasında karşılıklı olarak yaygın bir yumurta yeme davranışı görülür. İşçi arılar ana arının bütün yumurtalarını dağıtırken ana arı da işçi arıların yumurtladığı yumurtalarını yer[23,24]. Bazı bombus türlerinde koloni gelişiminin sonuna doğru işçi/larva oranının artması işçi arı ve ana arı karakterli bireylerin belirlenmesini etkilerken, *Bombus terrestris* arılarında işçi/larva oranının işçi arı ve ana arı oluşumu üzerine herhangi bir etkisi yoktur[25,26]. Bu türde larvanın işçi arı mı yoksa ana arı mı olacağının belirlenme süreci işçi arıların da yumurtladığı ve işçi arılar ile ana arı arasındaki çatışmanın başladığı aşamanın başlangıcı olan rekabet noktası ile ilgili olup, bu rekabet noktası ile ana arı üretimi arasında önemli bir ilişki söz konusudur. Ana arı ve erkek arı üretiminin başlangıcı oldukça anidir ve işçi arıların da yumurtladığı ve işçi arılar ile ana arı arasındaki çatışmanın başladığı aşamanın başlangıcı olan rekabet noktasından önce bütün diploid larvalar işçi olarak gelişirken bundan kısa bir süre sonra diploid larvaların çoğu ana arı olarak gelişirler[11]. Erkek arılar ise gerek ana arı gerekse işçi arılar tarafından yumurtlanan haploid yumurtalardan yetiştirilirler.

Kimyasal faktörler

Böcekler başkalaşım durumlarına göre tam başkalaşım geçirenler, yarı başkalaşım geçirenler ve başkalaşım geçirmeyenler olmak üzere üç gruba ayrılırlar. *Bombus terrestris* arıları da diğer tüm Hymenoptera takımına ait böceklerde olduğu gibi tam başkalaşım geçirirler. Yani ergin olmak için yumurta, larva ve pupa dönemlerini geçirmek zorundadırlar. Büyüme daha çok larva dönemiyle ilgili olup deri değiştirme ile sağlanır[27]. *Bombus terrestris* arılarında larva dönemi belirli yaş dönemlerine ayrılır ve ana arı larvalarında ikinci larva yaşından üçüncü larva yaşına veya üçüncü larva yaşından dördüncü larva yaşına geçiş için deri değiştirme, işçi arı larvalarına oranla daha uzun sürede gerçekleşir[18-22].

CamScanner ile tarandı

Deri değiştirme zamanının nasıl belirlendiği tam olarak bilinmeyen bombus arılarında larvaların işçi arı veya ana arı olacağına karar veren mekanizmanın endokrin sistem tarafından ne şekilde etkilendiğini ortaya koymak için yapılan araştırmalar daha çok gençlik hormonu olarak bilinen juvenil hormonun rolü üzerine yoğunlaşmıştır[28-31]. Böceklerde kabul görmüş genel kurala göre deri değiştirme beyinde sentezlenen ve corpora cardiaca tarafından serbest bırakılan protorasik tropik hormon (PTTH), corpora allata tarafından sentezlenen juvenil hormon ve protorasik bezlerden salgılanan ekdizon hormonunun etkileşimi sonucunda gerçekleşir[18]. Böceklerde PTTH ve ekdizon hormonu deri değiştirmeyi tetiklerken, JH deri değiştirme sürecini ve bir sonraki larva yaşının doğasını belirler[32]. PTTH ve ekdizonun etkisiyle deri değiştirme gerçekleşirken JH devreye girerse larva döneminden pupa dönemine geçiş engellenir. Böylece larva dönemi daha uzun sürer ve daha uzun süre beslenme olduğu için oluşan bireyler daha büyük olurlar[33]. Bu nedenle birçok böcek türünde olduğu gibi, *Bombus terrestris* arılarında da ana arı yetiştirilmesi için larva gelişiminin belirli periyotlarında JH gereklidir. Yapılan çalışmalarda ana arı ve işçi arı larvalarının JH biyosentez oranları ölçülmüş ve *Bombus terrestris* arılarında JH'un işçi arı ve ana arı karakterli bireylerin oluşumu ile ilişkili olduğu belirlenmiştir[22]. Ancak *Bombus terrestris* arılarında larvanın ana arı olacağına karar vermek için kritik periyot, birinci larva yaşının üçüncü ve beşinci günleridir[34]. Bu yüzden JH biyosentez oranının yüksek olması larvanın işçi arı veya ana arı olarak belirlenmesinin bir nedeni değil bir sonucudur[18].

Bombus terrestris arılarında işçi arı ve ana arı oluşum mekanizmasının belirteçlerinden birisinin de ana arının sahip olduğu feromonlar olabileceği düşünülmektedir[34]. Bal arılarında ana arı, salgıladığı feromonlar sayesinde hem işçi arıların yumurtalıklarının gelişimini baskılayarak yumurtlamalarını hem de kovanda yeni ana arı yetiştirilmesini engellemektedir. Bombus arısı kolonilerinde de ana arılar hem işçi arılar hem de larvalar üzerinde etkili olan feromonlara sahiptirler. Kolonideki işçi arı sayısının artmasıyla birlikte her bireye düşen feromon miktarında azalma olmakta ve böylece ana arının feromonlarının etkisinden kurtulan larvalar genç ana arı olarak yetişmektedir. Ayrıca bu feromonların etkisinden kurtulan işçi arılar erkek arıların oluştuğu haploid yumurtaları yumurtlamaya başlar ve yuvadaki diploid larvaları ana arı olacak şekilde beslerler. Ana arı feromonlarının fonksiyonunun nasıl gerçekleştiği tam olarak bilinmemektedir. Bu feromonlar ya ana arının larvayı beslemesi sırasında doğrudan ya da işçiler vasıtası ile dolaylı olarak larvaya aktarılır[25,34].

Beslenme ile ilgili faktörler

Sosyal böceklerde işçi arı-ana arı farklılaşması öncelikle beslemeye ve sosyal faktörlere bağlıdır[35]. Örneğin bal arılarında ana arı larvaları bu farklılaşmada önemli rol oynayan ve özel bir kuluçka besini olan arı sütü ile beslenirler. Sonuçta meydana gelen birey işçilere göre daha büyük ve fizyolojik olarak da farklı olmaktadır. Bombus arılarında ise ana arı yetiştirme mekanizmasının düzenlenmesi henüz bal arılarındaki işçi arı-ana arı farklılaşması kadar iyi anlaşılmamıştır. Ancak ana arının feromonlarının azalması ile işçi arıların bakıcılık davranışlarının değiştiği ve besleme davranışlarını değiştirerek ana arıları yetiştirdikleri ön plana çıkan bir açıklamadır[34]. Bu değişim ancak besinin miktarı veya kalitesinin değiştirilmesi ile mümkün olabilir[35]. *Bombus terrestris* arılarında larva, polen ve nektar karışımı bir sıvıyla ana arı veya işçi arılar tarafından beslenir[7,36]. Bu karışım, depo yerinden alındıktan sonra abdomendeki kasılma sayesinde küçük damlalar halinde ve sıvı formda larvaya aktarılır. Larva bu yiyeceği aldıktan sonra birkaç dakika içinde hepsini tüketir. Sonuçta larva gelişimi boyunca alınan toplam besin miktarı vücut büyüklüğünü belirler[37]. Ana arılar işçi arılardan daha büyük olduğu için muhtemelen daha fazla besin almaktadırlar. Yapılan

CamScanner ile tarandı

çalışmalar da ana arı olacak larvaların son yaş döneminde işçi arılardan daha sık beslendiğini göstermektedir[33]. *Bombus terrestris* arılarında larvaların beslenme sıklığını belirlemek için yapılan çalışmalara göre erkek arı larvaları işçi arı larvalarından daha sık, ana arı larvalarından ise daha az sıklıkta, ancak aynı besin ile beslenmişlerdir[18,38].

Bombus arılarında işçi arı-ana arı farklılaşmasında besleme sıklığının aksine besin kalitesinin rolü hakkında çok az bilgi bulunmaktadır. Bu konudaki bir görüşe göre işçi arı ve ana arı larvaları son yaş dönemlerinde farklı diyetlerle beslenmektedirler ve diyetlerdeki bu fark işçi arıların bezsel salgılarından kaynaklanmaktadır[39]. Bu durumda işçi arıların bezsel salgıları işçi arı-ana arı farklılaşmasında önemli olmaktadır.

Bu görüşün aksine diğer bir görüş larva diyetindeki farklılıkların bombus arılarında işçi arı-ana arı farklılaşmasıyla ilgisi olmadığını ileri sürmektedir. Bu görüşe göre larva besini sadece basit bir bal-polen karışımı olup daha önceden sindirilmiş bir ürün değildir. Bu besinin alımı ve larvaya aktarımı arasında çok kısa bir süre geçmektedir ve bu kısa sürede besinin sindirimi ihtimal dışıdır. Üstelik işçi arılar farklı tip larvaları çok hızlı bir şekilde besledikleri için işçi, erkek ve ana arı larvaları aynı diyeti alırlar[40]. Ancak bu görüşü savunan araştırıcılar da işçi arıların larvalara besin verirken seçici bir şekilde bezsel salgılar ekleyebilecekleri olasılığını göz ardı etmemiş ve bunun işçi ve ana arı larvası arasındaki farklılığı yaratabileceğini savunmuşlardır. Bombus arılarında besinsel dönüşümün işçi arı-ana arı farklılaşmasına etkisi larva gelişiminin başlangıcında olma ihtimali yüksek olsa da işçi arı ve ana arı gelişimi arasındaki farklar larva döneminin sonunda çok belirgin olduğu için muhtemelen bu dönemdeki besinin kompozisyonu işçi arı-ana arı farklılaşmasına neden gösterilebilir[25].

Larva gelişimi için en önemli faktörlerden birisi besin varlığıdır[20]. Polen eksikliği işçi, erkek ve ana arıların larva dönemlerinin uzamasına neden olur ve bireylerin büyüklüklerini etkiler[41,42]. Ayrıca koloni düzeyinde yapılan çalışmalar larva besleme oranı ile larva kütlesi arasında önemli ilişki olduğunu ortaya koymuştur.

Diğer çevresel faktörler

Bombus arılarında koloni yaşam döngüsü türlere ve arıların yaşadığı çevre koşullarına göre değişen karmaşık bir süreçtir. Çevresel faktörler içinde en önemlileri ise sıcaklık ve nemdir. Yapılan çalışmalarla bombus arılarının gelişmeleri için en uygun sıcaklık 28-30 °C, en uygun oransal nem ise %65-75 olarak belirlenmiştir[11]. Genel olarak sıcaklığın artması, böceklerdeki cinsiyet oranının dişi lehine bozulmasına yol açmaktadır. Oransal nemin ise böceklerin cinsiyet oranı üzerine etkisi sıcaklıkla ters orantılıdır. Böcekler yüksek oransal nem koşullarında daha fazla erkek birey yetiştirmektedirler[43]. Sıcaklık ve neme ek olarak bombus arılarında fotoperiyotun da dişi ve erkek bireylerin yetiştirilmesini etkileyebileceği sanılmaktadır[44]. Bu açıklamalara dayanarak bombus arılarında larvanın işçi arı veya ana arı olacağına karar verilmesinde ve erkek arı üretiminde sıcaklık, nem ve fotoperiyot gibi çevresel faktörlerin ne şekilde etkili olduğu da merak konusudur.

Bombus arısı kolonilerinde erken dönemde ana arı ve erkek arı üretilmesinin bir nedeni de yuvalarda görülen ve koloni gücüne önemli zarar veren parazit sineklerin olumsuz etkisinden kaçınmak olabilir. Parazit sineklerin artması ile birlikte koloni yaşamı sona ermektedir. Koloni gelişiminin ileri aşamalarında görülen ve etkili olan bu parazit sinekler ortaya çıkmadan erkek ve ana arı üretimi başlatılarak türün devamı sağlanmaktadır[45].

Sonuç

Bombus terrestris kolonilerindeki işçi, erkek ve ana arı arasındaki ayırım büyüklük, fizyoloji ve davranışlardaki belirgin farklılıklardan yararlanılarak

CamScanner ile tarandı

kolayca yapılabilir. Ancak bombus arılarında işçi, erkek ve ana arı üretim zamanı ve mekanizmasını belirleyen tek bir faktörün veya eş zamanlı meydana gelen değişik faktörlerin olup olmadığı tam olarak bilinmemektedir. Yalnız haploid yumurtalardan meydana gelebilen erkek arıların oluşumu işçi arı ve ana arı tarafından belirlenmekte ve birçok faktör tarafından etkilenmektedir. Ancak hem işçi arılar hem de ana arılar diploid yumurtalardan meydana gelmektedirler ve herhangi bir diploid larvanın işçi veya ana arı olarak gelişebilmesine karar veren mekanizma henüz kesinlik kazanmamıştır. Bal arılarında diploid bir yumurtanın işçi arı veya ana arı olarak gelişmesindeki temel etken larvanın arı sütü ile beslenmesidir. Ancak bombus arılarında besleme tek başına işçi arı-ana arı farklılaşmasında etkili değildir. Bombus arıları larva beslemede kullanmak üzere arı sütü üretmezler. Bu nedenle işçi arı-ana arı farklılaşmasında besleme ile ilgili olarak işçi arıların ve ana arının ek salgıları üretebilecekleri göz ardı edilmemelidir.

Sonuç olarak *Bombus terrestris* arılarında işçi arı ve ana arı oluşumunun belirlenmesinde, farklılaşmasında ve erkek arı üretiminde beslenme, koloninin sosyal yapısı, kimyasal ve diğer çevresel faktörler etkilidir. Ancak bu faktörlerin etki şekli ve oranlarına yönelik araştırmalara ihtiyaç duyulmaktadır. *Bombus terrestris* kolonilerinde işçi, erkek ve ana arıların yetiştirilmesini etkileyen faktörlerin belirlenmesi, bu arıların kitlesel üretimlerinde ve tozlaşma amacıyla kullanılacak uygun kolonilerin yetiştirilmesinde önemli katkılar sağlayacaktır.

Kaynaklar

1. Goodwin, S., Steiner, M., Introduction of *Bombus terrestris* for biological pollination of horticultural crops in Australia, Gosford IPM Services, 1997.
2. Williams, P.H., An annotated checklist of bumblebees with an analysis of patterns of description. Bulletin of the Natural History Museum: Entomology Series, 67, 79-152, 1998.
3. Benton, T., The Bumblebees of Essex, The Nature of Essex Series, No: 4, Loginga Books, Essex. 9 pp, 2000
4. Alford, D.V., A study of the hibernation of bumblebees (Hymenoptera: Bombidae) in southern England, J. Anim. Ecol., 38, 149-170, 1969.
5. Beekman, M., Stratum P.V., Does the diapause experience of bumblebee queens, *Bombus terrestris*, effect colony characteristics ? Ecol. Entomol., 25, 1-6, 2000.
6. Beck, S.D., Photoperiodism and diapause survey of photoperiodically controlled diapause, Insect Photoperiodism, Second Edition, Academic Press Inc, 1980.
7. Michener, D.C., The social behavior of the bees, The Belkrap Press of Harward University Press, Cambridge, 404 pp, 1974.
8. Pomeroy, N., Plowright, R. C., The relation between worker numbers and the production of males and queens in the bumblebee *Bombus perplexus*, Can. J. Zool. 60, 954-957, 1982.
9. Blom, J.V.D., Reproductive dominance within colonies of *Bombus terrestris* (L.), Behaviour, 97, 37-49, 1986.
10. Doorn, A. V., Heringa, J., The ontogeny of a dominance hierarchy in colonies of the bumblebee *Bombus terrestris* (Hymenoptera, Apidae), Insectes Soc., 33, 3-25, 1986.
11. Duchateau, M.J., Velthuis, H.H.W., Development and reproductive stratejies in *Bombus terrestris* colonies, Behaviour, 107, 186-207, 1988.
12. Yeninar, H., Duchateau, M.J., Kaftanoğlu, O., Velthuis, H., Colony developmental patterns in different local populations of the Turkish bumblebee, *Bombus terretris dalmatinus*. J. Apic. Res., 39 (3-4), 107-116, 2000.
13. Gürel, F., Gösterit, A., Talay, R., Efendi, Y., Bombus arısı (*Bombus terrestris*)' nın örtüaltı yetiştiricilikte ve ekolojik tarımda kullanımı, 2. Ekolojik Tarım Kongresi, Antalya, 2001.
14. Beekman, M., Lingeman, R., Kleijne, F.M., Sabelis, M.W., Optimal timing of the production of sexuals in bumblebees colonies, Entomol. Exp. Appl., 88, 147-154, 1998.
15. Gösterit, A., *Bombus terrestris* arılarında diyapoz sonrası ana arı ağırlığı ve değişik besleme yöntemlerinin koloni gelişimi ve üreme özellikleri üzerine etkileri, (Yüksek Lisans Tezi), Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya, (2003).
16. Eijnde, J.V.D., Method for continuous rearing of *Bombus terrestris* and the production of bumblebee colonies for pollination purposes, Apidologie, 21, 330-332, 1990.
17. Wilson E. O., The insect societies, Harvard University Press, Cambridge, Mass, 1971.
18. Cnaani, J., Robinson, G.E., Hefetz, A., The critical period for caste determination in *Bombus terrestris* and its juvenile hormone correlates, J. Comp. Physiol. *A*, 186, 1089-1094, 2000a.

CamScanner ile tarandı

19. Cnaani, J., Schmid-Hempel, R., Schmidt, J.O., Colony development, larval development and worker reproduction in *Bombus impatiens* Cresson. Insectes Soc., 49, 164-170, 2002.

20. Riberio, M.F., Growth in bumble bee larvae: relation between development time, mass, and amount of pollen ingested, Can. J. Zool., 72, 1978-1985, 1994.

21. Borlotti, L., Duchateau, M.J., Sbrenna, G., Effect of juvenile hormone on caste determination and colony processes in the bumblebee *Bombus terrestris*, Entomol. Exp. Appl. 101, 143-158, 2001.

22. Cnaani, J., Borst, D. W., Huang, Z. Y., Robinson, G. E., Caste determination in *Bombus terrestris*: differences in development and rates of JH biosynthesis between queen and worker larvae, J. Insect Physiol., 43, 373-381, 1997.

23. Honk, C.G.J., Röseler, P.F., Velthuis, H.H.W., Hogoveen, J.C., Factors influencing the egg laying of workers in a captive *Bombus terrestris* colony, Behav. Ecol. Sociobiol., 9, 9-14, 1981.

24. Duchateau, M.J., Velthuis, H.H.W., Ovarian development and egg laying in workers of *Bombus terrestris*, Entomol. Exp.Appl., 51, 199-213, 1989.

25. Röseler, P.F., Juvenile hormone and queen rearing in bumblebees, Phase and Caste Determination in Insectes, 55-61, 1976.

26. Cnaani, J., Robinson, G. E., Bloch, G., Brost, D., Hefetz, A., The effect of queen-worker conflict in the caste determination in the bumblebee, Behav. Ecol. Sociobiol., 47, 346-352, 2000b.

27. Nation, J.L., Insect physiology and biochemistry, CRC Press LLC, 2002.

28. Röseler, P.F., Van Honk, C.G.J., Castes and reproduction in bumblebees. In: Engels, W. (Ed.) Social Insects, An Evalutionary Approach to Castes and Reproduction. Springer-Verlag, Berlin, pp. 147-166, 1990.

29. Bloch, G., Borst, D.V., Robinson, G.E., Huang, Z.Y., Hefetz, A., Effects of social conditions on juvenile hormone mediated reproductive development in *Bombus terrestris* workers, Physiol. Entomol., 21, 257-267, 1996.

30. Bloch, G., Borst, D.V., Robinson, G.E., Huang, Z.Y., Cnaani, J., Hefetz, A., Juvenile hormone titers, juvenile hormone biosynthesis, ovarian development and social environment in *Bombus terrestris*, J. Insect Physiol., 46, 47-57, 2000.

31. Bloch, G., Hefetz, A., Regulation of reproduction by dominant workers in bumblebee (*Bombus terrestris*) queenright colonies, Behav. Ecol. Sociobiol., 45, 125-135, 1999.

32. Nijhout, H. F., Insect hormones, Princeton University Press, Princeton, New Jersey, 1994.

33. Riberio, M.F., Velthuis, H.H.W., Duchateau, M.J., Tweel, V.D., Feeding frequency and caste differentiation in *Bombus terrestris* larvae, Insectes Soc., 46, 306-314, 1999.

34. Röseler, P.F., Differences in the caste determination between the bumblebee species *Bombus hypnorum* and *Bombus terrestris*, Z Naturforsch, 25, 543-54, 1970.

35. Wheeler, D.E., Developmental and physiological determinants of caste in social Hymenoptera: evolutionary implications, Amer. Nat., 128, 13-34, 1986.

36. Pereboom, J.J.M., The composition of larval food and the significance of exocrine secretions in bumblebee *Bombus terrestris*, Insectes Soc., 47, 11-20, 2000.

37. Plowright, R.C., Jay, S.C., On the size determination of bumblebee castes (Hymenoptera: Apidae), Can. J. Zool., 1133-1138, 1977.

38. Pereboom, J.J.M., The significance of trophogenic and social factors on caste determination and differentiation in the bumblebee *Bombus terrestris*, PhD thesis, Utrecht University, The Netherlands,1997.

39. Riberio, M.F., Long–duration feeding and caste differentiation in *Bombus terrestris* larvae, Insectes Soc.,46, 315-322, 1999.

40. Katayama, E., Observations on the brood development in *Bombus ignitus* (Hymenoptera, Apidae): II. Brood development and feeding habits, Kontyu, 41, 203-216, 1973.

41. Sutchliffe, G.H., Plowright, R.C., The effects of food supply on adult size in the bumble bee *Bombus terricola* Kirby. (Hymenoptera: Apidae), Can. Entomol., 120, 1050-1058, 1988.

42. Sutchliffe, G.H., Plowright, R.C., The effects of pollen availability on development time in the bumblebee *Bombus tericola* Kirby, (Hymenoptera: Apidae). Can. J. Zool., 68, 1120-1123, 1990.

43. Oğurlu, İ., Böcek ekolojisi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Yayın no: 9, Isparta, 2001.

44. Beekman, M., Stratum, P.V., Lingeman, L., Artificial rearing of bumblebees (*Bombus terrestris*) selects against heavy queens, J. Apic. Res., 39 (1-2), 61-65, 2000.

45. Imhoof, B., Schmid-Hempel, P., Colony success of the bumble bee, *Bombus terrestris*, in relation to infections by two protozoan parasites, *Crithidia bombi* and *Nosema bombi*, Insectes soc., 46, 233-238, 1999.

CamScanner ile tarandı