

## BAL ARILARI (*Apis mellifera* L.)'NDA YAPAY TOHURLAMA VE TÜRKİYE İÇİN ÖNEMİ

Ahmet GÜLER

Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü, 55139 Kurupelit-SAMSUN

Geliş Tarihi: 27.06.2006

**ÖZET:** Koloninin genetik anahtarı niteliğindeki birey olan ana arının kovan dışında ve çok sayıda erkek arı ile çiftleşmesi genetik yapının kontrol edilmesini imkansız kılmaktadır. Bu nedenle bal arısı (*Apis mellifera* L.) gen kaynaklarının muhafazası izole bölge, kontrollü çiftleştirme alanı ve yapay tohumlama uygulamaları ile mümkündür. Saf yetiştiricilik ve hibrit yetiştiriciliği gibi kontrollü çiftleştirme gerektiren çalışmalar ise ancak yapay tohumlama ile başarılı olmaktadır. Anadolu Dünyanın en önemli arı gen merkezlerinden birisidir. Bu genetik zenginlik son yıllarda yoğun ve kontrolsüz bir şekilde yapılan göçer arıcılık, ana arı ve koloni satışları gibi uygulamalar sonucu safliklarını kaybetme aşamasındadırlar. Türkiye yapay tohumlama alt yapısını bir an önce kurarak bu genetik kaynakların muhafaza altına alınmasını başarmak durumundadır.

**Anahtar Kelimeler:** Bal arısı, *Apis mellifera*, ana arı, yapay tohumlama, Türkiye

### INSTRUMENTAL INSEMINATION IN HONEY BEE (*Apis mellifera* L.) AND ITS IMPORTANCE FOR TÜRKİYE

**ABSTRACT:** Queen is a genetic key of bee colony. It is impossible to control the genetic structure of colony as the queen mates with many drones at the outside of the colony. In this case the genetic resources of honey bee should be protected by restricted area, mating station and instrumental insemination. Pure and hybrid rearing which necessitate controlled mating can be performed by instrumental insemination technique. Anatolian is an important central of honey bee gene homeland. However, these genetic resources have been changed due to high migratory beekeeping activities, and high uncontrolled colony and queen selling. So Türkiye has to save all these genetic resources through setting up instrumental insemination substructures.

**Key Words:** Honey bee, *Apis mellifera*, queen, instrumental insemination, Türkiye

## 2. GİRİŞ

Arıcılık çok eski bir geçmişe sahip olmasına rağmen, arıdan gerçek anlamda yararlanma ve arıda gelişmeler esasında, hareketli çerçeve sisteminin bulunuşu, çok sayıda ana arı üretebilecek yetiştirme yöntemlerinin geliştirilmesi ve ana arının yapay tohumlama tekniği ile kontrollü döllemesi sayesinde mümkün olmuştur (Kaftanoğlu, 2005). Bu gelişmeler aynı zamanda arı genetik ve ıslahının gelişmesinde de yol gösterici olmuşlardır. Diğer tarafta bugünkü koşullarda ticari talepler, geçiş alanları, tür farklılığı ve çok sayıda genetik stokların bulunması gibi etmenlerde ıslah ve genetik çalışmalarını engellemektedir.

Bal arılarında genetik yapının gelecek döl generasyonuna aktarılması ana arı sayesinde mümkün olmaktadır. Erkek arılar sadece sistemi tamamlayan birer araçdırlar. Ana arı her iki cinsiyetin (erkek ve dişi) temsilcisidir ve bu özelliği sayesinde bir yerde hem yumurta hem de sperm hücresi üretim kaynağını oluşturur (Rinderer, 1986; Collins, 1986, Şengonca, 2004; Güler, 2006). Bu nedenle gerçek ıslah materyali ana arıdır ve uygulanan ıslah programları ana arılar arası çiftleştirmeler üzerine kurulur (Verma ve Ruttner, 1983; Cornuet, 1986; Woyke, 1986). Bir ana arıdan bir üretim sezonunda binlerle ifade edilecek sayıda ana ve erkek arı yetiştirmek mümkün olabildiği gibi bir erkek arıdan da benzer yapıda olan on milyon sperm almak ta mümkündür. Bütün bunlar ıslah çalışmaları için bal arısının sahip olduğu önemli avantajlardır. Bu yapısı ile değerlendirildiğinde bal arılarının ıslahı diğer evcil hayvanların tümünden daha kolay görülmektedir. Ancak gerçek durum böyle değildir. Diğer evcil hayvanlarda ki gibi erkek ve dişi

bireyi kontrolü bir şekilde yetiştirip bunları yine kontrolü bir şekilde birbiriyle çiftleştirmek, bal arıları için geçerli değildir. Çünkü ana arı kovanın dışında ve arılıktan da 500-3000 m arasında değişen uzaklıkta bulunabilen çiftleştirme sahalarında, havada ve ortalama 8-10 erkek arı ile çiftleşir (Woyke, 1962; Büchler ve ark., 1976). Bir çiftleşme alanında da sayıları mevsime göre değişmekle birlikte yaklaşık 70-80 bin erkek arı bulunabilir (Harbo, 1984; Cobey, 2004). Bu erkek arılar, yörede yaklaşık 13-15 km yarıçaplı alan içerisinde bulunan tüm arılıklardan ve kovanlardan gelirler. Bu nedenle ana arının genetik yapısı tam bilinmesine karşın ana arının çiftleştiği erkek arıların genetik yapıları bilinemez ve bu çiftleşme davranışları kontrol edilememektedir. Ana arının kovan dışında çiftleştiğini ilk olarak Anton Janscha (1771) belirlemiştir. Daha sonra Huber (1814) bunu kovan önüne ana arı gözetleyicisi koyarak ispatlamıştır (Cobey, 1983a).

## 2. YAPAY TOHURLAMA TEKNİĞİNİN GELİŞİMİ

Bal arılarının çiftleşme davranışları öğrenildikten sonra, arı popülasyonlarının ıslahı için ana ile erkek arının kontrolü çiftleştirilmesinde yaklaşık son 250 yıllık süreçte çok değişik uygulama ve yöntemler denenmiştir. Harbo (1985) ve Cobey (1983c, 1983b, 1995, 2004)'in bildirişlerine göre, Reaumur (1740) ana arı ile erkek arıyı bir su bardağının içerisine koyarak; François Huber (1814) erkek arı semenini ana arı iğne çemberi üzerine sürerek, Kohler (1868) erkek arı larvasından aldığı sıvıyı ana arı larvası üzerine dökerek ve McLain (1885) ana arı pupası ve ergin ana arı üzerine semen sıvısı damlatarak denemişlerdir.

Daha sonraki yıllarda yine bir çok araştırmacı (Dathe, 1868; Kohler, 1868; King, 1872; Shrimplin, 1861; Demare, 1881; Shuck, 1882; Hohenshell, 1887; Davitte, 1901; Church, 1906; Root ve ark., 1917) ise farklı büyüklüklerde çadırlar kurarak bunu denemişlerdir. Yine başka araştırmacılar (Shafer, 1917; Bishop, 1920) ise erkek arıda eversiyonu gerçekleştirdikten sonra bunu ana arının ürogenital çemberine el yardımıyla sokmaya çalışarak denemişlerdir. McLain, 1885 ve Jager ve Howard (1914) gibi araştırmacılar ise iğne benzeri ince bir boru yardımıyla erkek arılardan topladıkları semen sıvısını ana arının ürogenital organına boşaltarak denemişlerdir. Laidlaw (1932) ise daha uygun nitelenebilen; ana arı iğne çemberini açmak için küçük bir yay geliştirmiş ve bunu mikroskop altında deneyerek uygulamıştır. Ancak, görüldüğü gibi 1740 yılından 1927 yılına kadar yapılan bütün bu uygulama ve yöntemler başarısızlıkla sonuçlanmıştır. Bütün bu başarısızlıklara rağmen bu işten asla vazgeçilmemiştir ve hatta bazen bunu başarabilecek olanlar için büyük ödüller ortaya konmuştur.

Cobey (1983a) ve Kaftanoğlu (2005)'na göre bal arılarında modern yapay tohumlama tekniğini ilk olarak 1926 yılında Watson gerçekleştirmiş ve çalışmalarını bir makale halinde yayınlamıştır. Watson (1927) geliştirdiği şırınga ile erkek arılardan sperm toplamış ve bir mikroskop altında bunu ana arının ürogenital organına enjekte etmeyi başarmıştır. Daha sonraki yıllarda Nolan (1932 ve 1937), Mackensen (1947, 1954), Mackensen ve Roberts (1948), Laidlaw (1944, 1977), Ruttner (1976), Harbo (1974), Kaftanoğlu ve Peng (1980a) yapay tohumlama aletinin ve uygulamasında kolaylıklar geliştirmek üzere katkıda bulunmuşlardır. Yapay tohumlama tekniği üzerinde çalışan Laidlaw (1944) ise anestezi amaçla karbondioksit (CO<sub>2</sub>) kullanmaya başlamış, Mackensen (1947) 24 saat ara ile verilen iki CO<sub>2</sub> uygulamasının ana arılarda yumurtlama öncesi süreyi (preoviposition) kısalttığını saptamış, Kaftanoğlu ve Peng (1980b) mikroskop kullanmadan kısa zamanda fazla miktarda sperma toplama tekniğini (Washing Technique) geliştirerek yapay tohumlama tekniğinin gelişmesine katkıda bulunmuşlardır.

Diğer tarafta yapay tohumlama aletinin yapısında çok büyük değişiklikler yapılmış ve yeni aletler geliştirilmiştir. Bugün dünyada en yaygın olarak kullanılan yapay tohumlama aletleri Mackensen ve Ruttner, Schneider ve Fresnaye'nin geliştirdiği aletlerdir. Mackensen ve Ruttner yapay tohumlama aleti, demirden yapılmış ayaklı bir gövde, buna dikey olarak monte edilmiş iki adet 9 mm çapında demir çubuk ve bunlar üzerinde sağa ve sola hareket edebilen dikdörtgen prizma şeklinde tutucu kıskaç ve bunlar içerisinde hareket edebilen şırınga, ventral kanca, dorsal kanca ile ana arı tüpü ve karbondioksit (CO<sub>2</sub>) donanımından oluşmaktadır (Schley, 1988; Cobey ve Schley, 1989). Ruttner-Schneider ve Fresnaye yapay tohumlama aletini Mackensen yapay

tohumlama aletinden ayıran en önemli özellik şırınga hareketinin ayarlı vidalarla daha duyarlı biçimde kontrol edilebilmesidir (Cobey, 1995; Cobey ve Schley, 2002; Kaftanoğlu, 2005).

### 3. YAPAY TOHURLAMADAN YARARLANMA

Yapay tohumlama yönteminin önemi, sadece genetik materyalin saf korumasını sağlaması değil, aynı zamanda üstün verim verecek, hastalık ve zararlılara dayanıklı yeni genetik kombinasyonların oluşturulmasında da esas araç olmasıdır. En önemli işlevi, pedigrili damızlık ana arı üretimi ve ıslah çalışmalarında uygulanacak çiftleştirme yönteminde kontrolü sağlamasıdır (Ruttner, 1972; Rinderer, 1986; Ruttner, 1988; Şengonca, 2004). Yapay tohumlama tekniği sayesinde, 1950 yıllardan sonra çok önemli hibritler ve genetik stoklar üretilmiştir (Mackensen ve Nye, 1966). Bal verimini arttırmak, polinasyonda etkinliği arttırmak, daha uysal genotiplerin üretimi, Amerikan Yavru Çürüklüğü (*Paenibacillus larvae larvae*) gibi hastalık ve *Varroa destructor*'a ve Trake akarı (*Acarapis Woodi*) gibi iç ve dış parazitlere karşı dayanıklı materyallerin geliştirilmiş olmasındaki en büyük katkı yapay tohumlama uygulamalarınındır (Büchler, 1993). Çok üstün özelliklere sahip hibritlerin üretimi yapay tohumlama yöntemi kullanılarak başarılmıştır. Bu öneminden dolayı arıcılıkta gelişmelerin sağlandığı ülkelerde bu konu çok önemsenmiş ve bu sistemden günümüzde maksimum düzeyde yararlanılmaktadır. Çek Cumhuriyeti, Almanya ve Polonya gibi ülkelerde özel laboratuvarlar, Finlandiya ve İtalya da ise uzmanlaşmış araştırma enstitüleri suni tohumlama işlemini üstlenmişlerdir. Araştırma sonuçlarına göre suni tohumlama ile elde edilen ana arı miktarı Avrupa da düşük olmasına karşın tüm ülkeler gen kaynaklarının korunması hususunda her türlü hassasiyeti göstermekte ve yapay tohumlama ile ilgili alt yapılarını uzun bir süreden beri tamamlamış ve rutin bir iş haline getirmeyi başarmışlardır. Polonya'da ise daha farklı bir yapı söz konusudur. Bu ülkede üretilen toplam ana arının %40'ı yapay tohumlama ile döllenenmektedir. Bu ülkede yılda yaklaşık 25-30 bin arasında ana arı yapay tohumlama ile döllenenmektedir. Almanya ve Avusturya gibi ülkelerde çiftleştirme istasyonlarının kuruluş ve korunması yasalarla düzenlenmiştir. Bu ülkelerdeki diğer arıcı birlikleri ve enstitülerin üyelerinin kullanımı için özel çiftleştirme istasyonları bulunmaktadır (Lodesani ve Costa, 2003).

#### 3.1. Gerekli Alet ve Ekipman

Tohumlamaya başlamadan önce aşağıda liste halinde verilen alet ve ekipmana ihtiyaç duyulur (Schley, 1988; Cobey, 1995; Kaftanoğlu, 2005).

- ◆ Enjektörlü dölleme aleti
- ◆ Işık düzenli mikroskop
- ◆ Işıklandırma düzeneği (soğuk ışık ileticisi)
- ◆ Narkoz düzeneği (CO<sub>2</sub> tüp ve düzeneği)
- ◆ Ana arı markası ve yapıştırıcısı
- ◆ Streptomycin

- ◆ Etil Alkol (%70'lik)
- ◆ Saf su, Kağıt havlu
- ◆ NaCl (%9'luk sodyum klorür)
- ◆ Makas, Pamuklu çubuk, Bardak
- ◆ Erkek arı kapanı
- ◆ Ana arı uygulama kafesi

### 3.2. Ana Arının Yapay Tohumlamaya Hazırlanması

Yapay tohumlanmış ana arının üretim materyali olarak kullanılması uygun olmakla beraber ekonomik ve pratik değildir. Yapay tohumlanacak ana arıların hemen hemen tümü ıslah materyali veya genetik stoklardır. Yapay dölleneyecek olan ana arılar özenle yetiştirilir. Bu amaçla bol miktarda arı sütü üreten genç işçi arı kadrosu fazla olan güçlü, başlatıcı kolonilerden yararlanılır (Laidlaw, 1979; Harbo, 1986; Ruttner, 1988; Kaftanoğlu, 1993; Morse, 1994). Hazırlanan her başlatıcı koloniye ortalama 30 adet larva transfer edilir. Başlatıcı kolonilerin bol miktarda bal ve polen tüketmelerine imkan verilir ve bu tür ana arılar mevsimin en iyi olduğu dönemde yetiştirilmeye çalışılır (Avetisyan ve ark., 1976; Moritz, 1984; Kaftanoğlu ve Kumova, 1992; Güler ve Alpay, 2005). Kaliteli ana arı yetiştirebilmek için 0-24 saatlik larvalardan yararlanılır ve daha yaşlı larva transfer amacıyla kullanılmaz. Yapılan araştırmalarda 2, 3 ve 4 günlük larvalardan yetiştirilen ana arıların daha ufak, yumurtalıklarındaki ovariol sayısının daha az ve sperm kesesi çapının ve hacminin daha küçük olduğu belirlenmiştir (Woyke, 1967, 1971, 1973; 1976). Bir günlük larva transferi ile yetiştirilen ve yapay tohumlama ile dölenen ana arıların sperm keselerinde, 3 günlük larva transferi yetiştirilen ana arılara oranla % 30 ile 50 arasında değişen oranlarda daha fazla spermatozoa bulunmuştur (Woyke, 1971; Harbo, 1985; Cobey, 1995).

Yapay tohumlama ve ıslah çalışmaları için yapılan ana arı yetiştiriciliğinde 9 mm çapındaki ana arı hücrelerine çift aşılama (double grafting) yaparak daha kaliteli ve iri vücutlu ana arılar yetiştirilir (Kaftanoğlu, 1995; Güler, 2006). Ana arıların kolonilere verilmelerindeki veya kabul ettirilmelerindeki güçlükleri ortadan kaldırmak için henüz çıkmamış ve larva transferinin 10. gününde olan ve kapalı hücreler içerisindeki ana arılar üç gün önceden hazırlanmış anasız çiftleştirme (ruşet) kolonilerine kazandırılır (Laidlaw, 1979; Ruttner, 1988; Morse, 1994). Çiftleştirme kolonilerinde en az 2-3 çerçeveyi kaplayacak miktarda işçi arı bulunmalı ve bu koloniler bol yemlenmelidir. Ana arının uçuşunu ve doğal çiftleşmesini önlemek için ananın sağ veya sol ön kanatlarından birisi yaklaşık yarısı olacak şekilde kesilir, kovanın giriş deliğine ana arı ızgarası yerleştirilir ve thorax boya veya numara ile işaretlenir (Laidlaw, 1979).

Doğal olarak ana arılar ergin hale geldikten 6-10 gün sonra çiftleşme uçuşuna çıkarlar. Yapay tohumlanacak ana arılar 6-15 günlük yaşta olmalıdır. Altı günlükten daha genç ana arıların üreme organları

ve dokuları çok zayıf olduğundan; 15 günlük yaştan daha yaşlı olan ana arılarında dokularının elastikiyeti azaldığından yapay tohumlanmalarında bazı güçlükler meydana gelmektedir. Örneğin, 15 günlük yaştan daha yaşlı olan ana arılar yapay tohumlandığında daha az sperm depoladıkları belirlenmiştir (Ruttner, 1976; Woyke ve Jasinski, 1976).

### 3.3. Erkek Arının Yapay Tohumlamadaki Önemi Ve Yetiştiriciliği

Ana arıların yapay tohumlanmasında kullanılacak erkek arıların yetiştirilmesi ve seleksiyonu da ana arı yetiştiriciliği kadar önemli bir konudur. Çünkü oluşacak olan döl, sahip olacağı bütün karakterleri bu iki ebeveyninden eşit ve tesadüfi birer yarı (1/2) düzeyinde alacaklardır. Erkek arı yetiştiriciliği mevsimseldir ve her mevsimde istenen kolonilerden, istenildiği zaman kullanılacak yaşta erkek arı üretmek ve bulmak oldukça güçtür. Bu nedenle ana arı yetiştiriciliği ile erkek arı yetiştiriciliği birlikte planlanmalıdır. Erkek arıların 24 günde ergin hale geldikleri ve 14 günde cinsi olgunluğa eriştikleri göz önüne alınır ise, erkek arı yetiştiriciliğine yapay tohumlamanın yapılacağı tarihten en az 38-40 gün öncesinden başlanması gerekmektedir (Ruttner, 1988; Harbo, 1974; Harbo, 1985; Koç ve Karacaoğlu, 2005; Güler, 2006). Bu amaçla baba olarak yararlanılacak koloniye erkek arı gözleri bulunan kabartılmış bir petek verilmeli ve ana arı, özel hazırlanmış ana arı ızgarası yardımı ile bu peteğe hapsedilmelidir. Erkek arı gözlerine döllenmemiş yumurta bırakılacağından 24-25 gün sonra erkek arılar ergin hale geleceklerdir. Bu erkek arılar işaretlenerek yapay tohumlama çalışmalarında kullanılırlar. Yapay tohumlamada yararlanılacak en iyi erkek arılar 10 ile 21 günlük yaşta olanlardır. 10 günlük yaştan küçük olan erkek arılar cinsi olgunluk yaşına gelmedikleri için ve 21 günlük yaştan büyük olanlarda hastalık taşıdıkları veya ana arı oviductunda kalıntı bıraktıkları için yapay tohumlamada kullanılmazlar (Cobey, 1980c; Harbo, 1985).

Erkek arı yetiştirilen kolonilerin de oldukça güçlü işçi arı kadrolarına sahip olmaları gerekir. Kovanlarda bol miktarda bal ve polen bulunmalı ve sürekli bir şekilde şerbet verilerek takviye edilmelidir. Yeterince beslenmeyen kolonilerden toplanan erkek arılardan elde edilen spermlerin kalite ve kantitesinde azalmalar görülür (Harbo, 1985; Kaftanoğlu ve Kumova, 1992; Cobey, 2004).

Yapay tohumlama çalışmalarında yararlanılacak erkek arılar, ya kovan içerisindeki petekler üzerinden veya kovanın uçuş deliği önünden yakalanarak toplanır. İkinci yöntemde, kovanın uçuş deliği bir ana arı ızgarası ile kapatılır ise erkek arılar kovan uçuş deliği önünde toplanırlar ve kolayca yakalanabilirler. Bu yöntem ile çiftleşme uçuşundan dönen, cinsi olgunluk yaşına gelmiş ve dışkılarını atmış erkek arılar yakalanarak, ya o gün kullanılmak üzere laboratuara taşınır veya ertesi gün kullanılmak üzere, özel yapılmış erkek arı kafesleri içerisinde ve erkek arı

bankası olarak adlandırılan kolonilerde muhafaza edilir (Harbo, 1985; Ruttner, 1988; Kaftanoğlu, 1990; Kaftanoğlu, 2005).

### 3.4. Şırınganın Hazırlanması ve Sperm Toplama

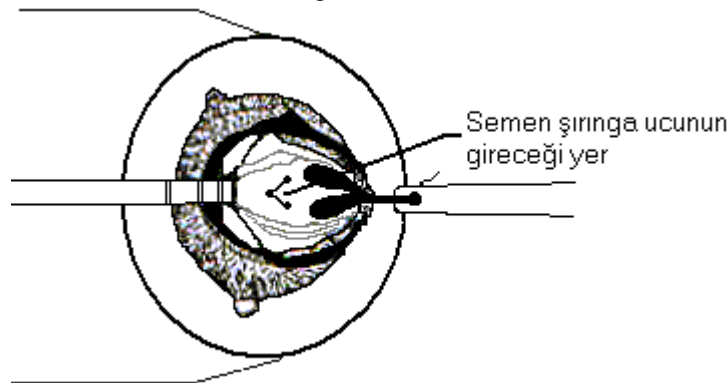
Şırınganın hazırlanmasında çeşitli fizyolojik sıvılardan yararlanılmaktadır. Bunlardan en yaygın olarak yararlanılanları; Ringer solüsyonudur ve bu solüsyonun içeriği (NaCl, 0.85 g; KCl, 0.025 g; CaCl, 0.030 g; glukoz, 0.50 g ve damıtık su, 100 ml), bir diğeri Kiev solüsyonudur (Trisodyum citrate-2 hydrate, 2.43 g; NaHCO<sub>3</sub>, 0.01 g; KCl, 0.30 g; glukoz, 0.30 g ve damıtık su, 100 ml) ve bir başkası ise Salina solüsyonudur (NaCl, 0.85 g; damıtık su 100 ml). Bu solüsyonlar sterilize edilmeli veya % 0.25 oranında dihydrostreptomycin sülfat ilave edilerek bakteri üremesi önlenmelidir (Harbo, 1985; Cobey ve Schley, 2002). Şırınga adaptörü hazırlanan bu sıvı ile doldurulur ve şırınga iğnesi adaptöre monte edilerek şırınga sperm toplama işlemi için hazırlanır. Şırınganın kontrol düğmesi saat yönünde döndürüldüğünde bir miktar fizyolojik sıvı iğneden dışarıya akar, ters yönde döndürüldüğünde ise sıvı iğne içerisinde geri çekilerek bir vakum yaratır. Bu vakum ile erkek arı semeni şırıngaya çekilir.

Cinsi olgunluğa erişmiş 14-20 günlük yaştaki erkek arıların thoraxı sağ elin işaret ve baş parmakları arasında okşanarak hafifçe sıkılır. Bu arada erkek arının üreme organı (endophallus) ürogenital ağızdan dışarı çıkar. Sol elin işaret ve baş parmakları ile abdomenin ucu yeniden hafifçe sıkılarak eversiyon sağlanır. Endophallus üzerinde semen sıvısı mukoz ile birlikte ince bir film tabakası halinde dağılmış halde bulunur. Daha önceden hazırlanarak yapay tohumlama aletine monte edilen şırınga ile erkek arının semen sıvısı şırıngaya çekilir. Sperm toplama işi mikroskop altında yapılır. Sperm toplanırken şırınga ucunun mukoz tabakasına dokunmamasına ve şırıngaya mukoz alınmamasına dikkat edilir. Sperm toplama esnasında şırınganın ucu ıslak tutulur. Her bir erkek arıdan şırıngaya semen alınışında şırıngadaki semen sıvısı ile alınacak semen sıvısı arasında bağlantı

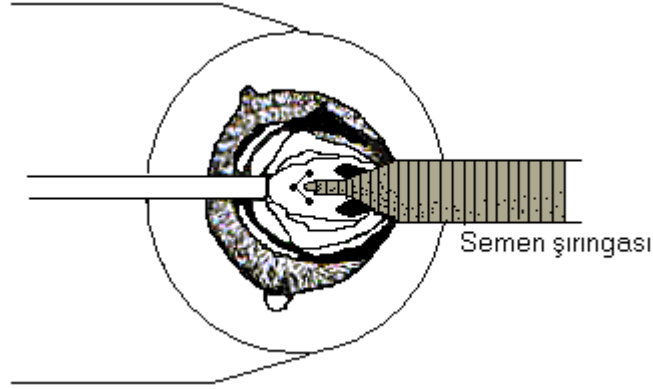
sağlanmalıdır. Bu uygulama şırınga ağzının kapanmasını önler. 8-10 µl sperm alınmaya kadar sperm toplama işine devam edilir. Bir erkek arı ortalama 10 milyon spermatozoa üretir ve yaklaşık olarak 1 µl hacimdeki semen sıvısında 7.5 milyon spermatozoa bulunur (Harbo, 1985).

### 3.5. Ana Arının Yapay Tohumlama ile Döllenmesi

Erkek arılardan ortalama olarak 8 µl hacminde sperm toplandıktan sonra ana arı karbondioksit (CO<sub>2</sub>) ile muamele edilerek bayıltılır (Mackensen, 1947; Harbo, 1985). Ana arı, abdomeninin son 5-6. segmenti ana arı tüpünün dışına çıkacak şekilde tüpe baş aşağı olacak şekilde yerleştirilir. Bu sırada ana arı tüpü CO<sub>2</sub> donanım sistemine bağlanarak ana arının yapay tohumlama işlemi süresince hareketsiz kalması sağlanır. Ana arı tüpüne gelecek olan CO<sub>2</sub> miktarı ayarlanır. Fazla verilen CO<sub>2</sub> ana arının olumsuz etkilenmesine ve hatta ölmesine neden olurken, az miktardaki CO<sub>2</sub> ise yeterli anestetik etki göstermeyerek ana arının hareket etmesine sebep olabilir. Buda yapay tohumlama işleminin başarısızlıkla sonuçlanmasına neden olur. CO<sub>2</sub> akış miktarı dakikada 35 ml düzeyinde olmalıdır (Cobey, 1983b; Harbo, 1985; Kaftanoğlu, 1990). Bu miktarı daha çok karbondioksit hortumu bir bardak su içerisine daldırılarak meydana gelecek kabarcık sayısı üzerinden belirlemek mümkündür. Kabarcıklar sayılabiliyor ise bu geçen CO<sub>2</sub> miktarının yeterli olduğunu gösterir. Şayet su üzerinde meydana gelen kabarcık sayılamayacak kadar fazla ise buda ana arıya giden CO<sub>2</sub> miktarının fazla olduğu anlamına gelir. CO<sub>2</sub> uygulamasının başlıca sebepleri, tohumlama esnasında ana arının hareket etmesini önlemek, doku ve kasların gevşeyerek semen iğnesinin vajinal çemberden geçişini kolaylaştırmak ve ana arının kısa sürede yumurtlamasını sağlamaktır. Ventral ve dorsal kancalar yardımıyla ana arının iğne çemberi mikroskop altında açılır. Açma işinde önce ventral kanca yardımıyla iğne çemberine girilir ve ventralin son sternumundan yakalanır (Şekil 1).



Şekil 1. Ana arının yapay tohumlamaya hazırlanması, dorsal ve ventral kancaların sabitleştirilmesi ve iğne ucunun gireceği vaginal kısmın görünümü.



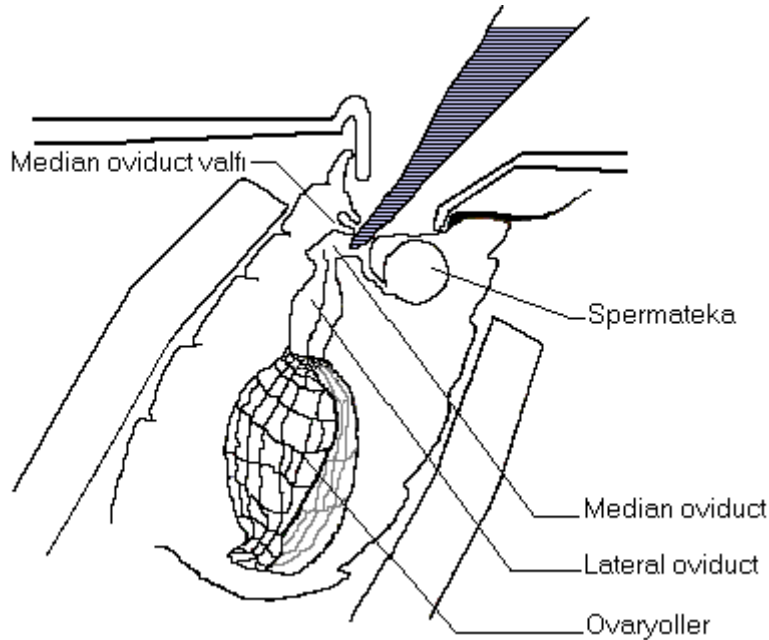
Şekil 2. Semen şiringasının vajinal ağızda giriş yaptığı yer.

Şiringanın kontrol düğmesi sağa doğru yavaşça döndürülerek şiringadaki sperm sıvısının tümü ana arıya enjekte edilir (Şekil 3). Bu işlemden sonra şiringa geri çekilerek ana arının üreme organından uzaklaştırılır. Ana arı tüpten çıkarılır ve anestezinin (CO<sub>2</sub>) etkisinden kurtulunca kafese konularak alındığı kovanına geri verilir. Eğer semen sıvısı enjeksiyon sırasında akıyor veya dışarı akıyor ise bu durumda median oviduct (vajinal) valfinin geçilemediği anlaşılmalıdır. Semen enjeksiyonu ile birlikte semen sıvısı lateral oviduct kanallara akar ve buralar balon gibi şişer. Daha sonraki 24 saat içerisinde semen sıvısı spermatekaya geçerek buraya depolanır.

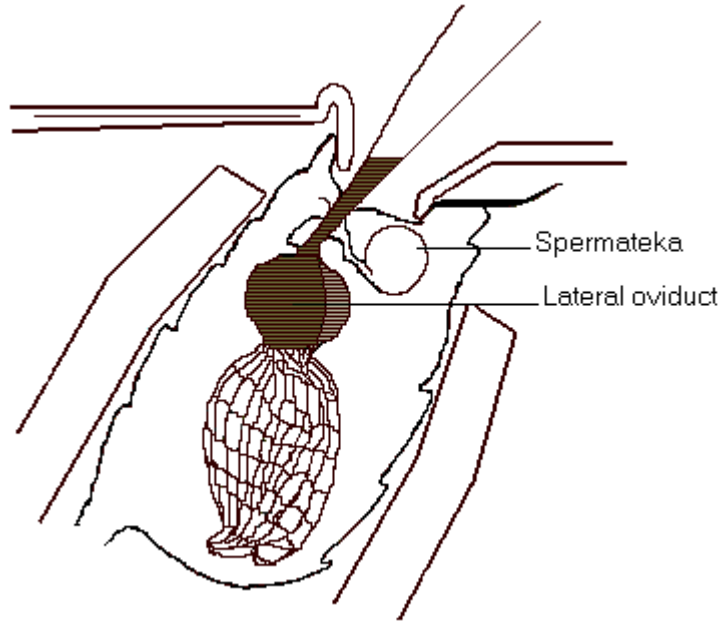
Yapay tohumlama aletinin ayarsız olması, ana arının tüp içerisinde hareket etmesi veya şiringa ucunun vagina valfini geçmemesi gibi durumlarda enjekte edilen semen sıvısı lateral oviducta ulaşamaz.

Bursa kesesine ve bursal copulatrixe dolar ve oradan da dışarıya atılır. Sperm sıvısının dışarıya taşıdığı görüldüğü an semen enjeksiyonu durdurulur ve ana arı iptal edilerek yeni bir ana arıya geçilir.

Yapay tohumlama ile döllenmiş ana arılara 24 saat sonra 10 dakikalık ikinci bir CO<sub>2</sub> uygulaması daha yapılır. Bu uygulama ana arının 4-5 gün içerisinde yumurtlamaya başlamasını sağlar (Harbo, 1985; Kaftanoğlu, 2005). Döllemeden sonra ana arının sperm kesesi sperm depolamaya başlar ve 24 saatlik bir süre içerisinde yaklaşık 4-5 milyon spermatozoa depolanır (Woyke ve Jasinski, 1973). Enjekte edilen ve sperm kesesine ulaşmayan semen doğal çiftleşmede olduğu gibi aynı yoldan dışarı atılır ve ana arının iğne çemberi etrafında birikir. Burası daha sonra işçi arılar tarafından temizlenir.



Şekil 3. Şiringanın vajinadan girişi ve iğnenin median oviduct valfini geçişi (Harbo, 1985'ten değiştirilerek düzenlenmiştir).



Şekil 4. Semen lateral oviducta enjeksiyonu.

### 3.6. Yapay Tohumlamada Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar

Ana arıların yapay tohumlanmasında dikkate edilecek en önemli konu temizlik ve hijyen koşullarına riayet edilmesidir. Tohumlamanın yapılacağı laboratuvar ve alet ve ekipman mümkün olduğunca temiz ve steril olmalıdır. Kullanılan aletlerin hastalık oluşturan mikroorganizmalarla bulaşık olması ana arının hastalanmasına ve ölmesine neden olur. %70'lik alkol bu amaçla kullanılacak iyi bir dezenfektandır. Gerekli alet ve ekipman 120°C'de saf suyla 10 dakika süre ile sterilize edilir. Cam uçları önce enjektör içindeki fizyolojik solüsyonla temizlenir ve daha sonra sterilize edilir. Yapay tohumlama sırasında ana arının enfeksiyonu daha çok aşağıda belirtilen nedenlerden kaynaklanır;

- ◆Steril olmayan alet ve ekipman kullanımı
- ◆Sperm toplama esnasında şırınga ucunun veya toplanan sperm sıvısının erkek arı dışkısı ile teması
- ◆Yapay tohumlama sırasında ana arının defeksiyonu
- ◆Yapay tohumlama aletinin özellikle şırınga ucu, dorsal ve ventral kancalar ve fizyolojik sıvının kontaminasyonu
- ◆Dört haftadan yaşlı erkek arılardan sperm toplamak ve
- ◆Ana ve erkek arıların uzun süre kafeslerde tutulmalarıdır.

Uygulamanın yapılacağı ortam öncelikle steril hale getirilir. Yapay tohumlamayı yapan kişinin ellerini sık sık sabunla yıkaması, her tohumlamadan sonra şırınga iğnesi, ana arı tüpü, ventral ve dorsal kancaları temizlemesi ve gerekli ise metal kısmın dezenfekte edilmesi gereklidir. Ayrıca erkek arılardan semen sıvısı toplanırken şırınganın mukoz sıvısına temas etmemesine özen gösterilir. Şırınga içerisine giren mukoz katılarak semen sıvısının şırınga içerisindeki

hareketini zorlaştırır. Ana arının yumurta kanalına enjekte edilen mukoz burada katılaşmakta ve yumurta kanalının tıkanmasına ve hatta ana arının ölmesine neden olur.

Yapay tohumlamadan sonra ana arı kafes içerisine uzun süre hapsedilir ise semen artıkları temizlenememekte, yumurta kanalında kuruyarak ana arı ölümüne sebep olabilmektedir. Bu nedenle yapay tohumlamadan sonra ana arının koloni ortamında serbest kalması ve işçi arılarla teması sağlanmalıdır. Yapay tohumlama ile döllenmiş ana arının işçi arılar ile temasından sonra sperm kesesine ulaşan sperm miktarının %170 oranında arttığı belirlenmiştir. Döllenmeden hemen sonra sadece 20 işçi arının bulunduğu bir kafese alınan ana arının sperm kesesinde 1.8 milyon spermatozoa belirlenirken, 350 işçi arının bulunduğu bir ortamda tutulması sonrasında ise 4.1 milyon spermatozoa depolandığı saptanmıştır. Buda daha çok koloni ortamındaki sıcaklığın uygun olması, ana arının rahatça hareket etmesi ve ana arının işçi arılarla teması sayesinde gerçekleşmektedir. Bu nedenle yapay tohumlama yapıldıktan sonra ana arıların en kısa süre içerisinde yeterli işçi arı (2-3 arılı çerçeve) kadrosu bulunan kolonilerine serbest bırakılmak suretiyle verilmesi gerekmektedir (Harbo, 1985).

Yapay tohumlama yapılacak ana arılar için en uygun yetiştirme ortamı iki üç çerçeve düzeyinde işçi arı kadrosu bulunan çekirdek kolonilerdir. Bu koloniler 5'li ruşet kovanlarda barındırıldıklarında çalışma yönünden avantaj sağlar. Bu tür koloni ortamı, ana arıların yapay tohumlama öncesi ve sonrası kolayca hareket etmelerini sağlar. Bu nedenle ana arının koloni ortamında kafese konulup hareketi engellenmemelidir.

#### 4.YAPAY TOHURLAMANIN PRATİKTE KULLANIMI

Yapılan çalışmalarda yapay tohumlama ile döllenmiş ana arıların doğal olarak çiftleşen kız kardeşlerinden yaşama gücü, kuluçka üretimi ve bal verimi yönünden farklı olmadıkları belirlenmiştir (Woyke, 1962; Harbo, 1984). Yapay tohumlamanın uzun yıllardan beri uygulanmasına ve geliştirilmesine rağmen uygulamada dünyada istenilen hıza ve başarıya henüz ulaşamamıştır. Yapay tohumlama uygulayıcılarını bulmadaki güçlük, sürekli mikroskop ile çalışma zorunluluğu, sperm toplama ve dölemede karşılaşılan diğer güçlükler, yapay tohumlama çalışmalarının yaygınlaşmasını sınırlamıştır. Ana arı yetiştiricilerinin ana arıları yapay tohumlama ile dölemesi ve pazarlaması bu günkü koşullarda ekonomik olmadığı gibi böyle bir uygulama yetiştiricilik açısından da önemli bir avantaj sağlamamaktadır. Ancak arı ıslahı çalışmalarında çiftleştirmenin kontrol altına alınması, yağmurlu, rüzgarlı ve soğuk günlerde de laboratuvar ortamında bu yöntemin uygulanabilir olması ve bazı arı ırklarının, mevcut genetik stoklarının ve mutasyonlarla elde edilen genetik materyalin muhafazası ve korunabilmesi konunun önemini daha da arttırmakta ve yöntemi vazgeçilmez bir araç haline getirmektedir.

#### 5. TÜRKİYE İÇİN ÖNEMİ

Türkiye’de yapay tohumlamadan yararlanma düzeyi yok denecek seviyededir. Çok sınırlı sayıda üniversitede uygulayıcı bulunmaktadır. Tarım Bakanlığı bünyesinde yapay tohumlama uygulayıcısı yoktur. Bakanlık bu konuyu bazı vakıflara ihale etmiş bir görünüm içerisinde. Sahip olduğu arıcılık kaynakları ve arıcılık kültürü ile bilim çevrelerine gelecekte dünyanı tarımsal arıcılık merkezi olarak gösterilen Türkiye’nin bu önemi Türkiye’deki ilgili kurumlarca yeterince kavranmış değildir.

Son 50-60 yılda yapılan bilimsel çalışmalar ışığında Türkiye’nin dünyada en zengin arı gen bölgelerinden birisi olduğu bilinmektedir (Bodenheimer, 1942; Adam, 1983; Smith ve ark., 1997; Kandemir ve ark., 2000; Güler ve Bek, 2002). Ancak Türkiye’deki yetiştirme sistemi ve genetik hareketlilik gibi bazı uygulamaların bu zenginliğin değişimine sebep olduğu yönünde önemli kaygılar bulunmaktadır. Değişimin başlıca sebepleri ise;

- ▶ Yoğun göçer arıcılık uygulamaları
- ▶ Arı Kolonisi ve
- ▶ Ana arı satışlarıdır.

Türkiye’de bilindiği gibi son 35-40 yılda ekolojik zenginliğin sağladığı bir avantajın sonucu olarak ve yaygın bir şekilde değerlendirilen bir göçer arıcılık sistemi mevcuttur. Arıcılar bu göçü mevsimle birlikte yaptıkları için gittikleri her bölgede kolonilerine yeni bir baharı yaşatırlar. Bu nedenle gittikleri her bölgede koloniler ya fizyolojik üreme ihtiyacı duyarak doğal oğula gider veya arıcılar bölme yaparak koloni sayılarını artırırlar. Diğer taraftan da adaptasyonu

bilinmeden her bölgeye rast gele ana arı ve koloni satışları yapılmaktadır. Bu tür arı hareketliliği ve satışı Türkiye de son yıllarda çok yoğun bir şekilde artmış bulunmaktadır. Buna bazı tarım kuruluşları ve Vakıflarda öncülük yapmaktadırlar (Güler ve Bacaksız, 2003). Bütün bu arı hareketliliği ve davranışları ana arıların farklı genetik yapıdaki erkek arılarla çiftleşmelerine sebep olmaktadır. Genetik yapıda meydana gelecek bozulmanın en önemli sebebi kontrolsüz ana arı ve koloni satışlarıdır. Çünkü bu iki kaynaktan erkek arı üretim birimi niteliğindedir. Meydana gelen genetik farklılıkta göçer arıcılığın olumsuz etkisi, Doğu Anadolu, Akdeniz ve İç Anadolu Bölgeleri hariç diğer bölgelerde çok fazla değildir. Örneğin ülkemizde dışarıdan en fazla göç alan bölge Ege Bölgesidir (Güler ve Demir, 2005). Bu bölgeye göç daha çok sonbahar mevsiminde görülür. Bu mevsimde bölgeye gelen kolonilerde erkek arı hemen hemen yok denecek düzeydedir, bu mevsimde ana arı yetiştiriciliği yapılmamakta ve kolonilerde fizyolojik çoğalma mevsimi olmadığı için oğul davranışı da görülmemektedir. Kısacası bu dönem üreme ve çoğalma mevsimi olmadığından genetik yapının olumsuz etkilenmesi söz konusu değildir.

Sonuçta herhangi bir bölgeye dışarıdan gelen gen akışı bölgeye on binlerce yılda adapte olmuş gen kaynağının melezişmesine, genetik kirlenmeye ve ırk özelliklerini kaybetmelerine sebep olmaktadır. Doğal seleksiyon sonucu kazanılmış bu gen kaynaklarını yeniden kazanmak yüzyıllardan daha uzun süre ve çabayı gerektirir. Olumsuzluğun yaşanmasında bilim ve araştırmaya toplumsal yaklaşım ve inanmayışımız yanında aşağıda belirtilen nedenleri göstermek mümkündür.

- ▶ Arı konusunda yetişmiş personel eksikliği
- ▶ Gen kaynaklarının önemi ve bunların muhafazasındaki amacın yeterince bilinmemesi
- ▶ Gerekli alt yapı yetersizliği
- ▶ Kaynakların korunmasına yönelik organizasyon yetersizliği
- ▶ Araştırma bilincinin ve alt yapısının oluşturulmasındaki eksiklikler
- ▶ Bazı konularda siyasi ve politik müdahalelerde bulunulması ve
- ▶ Çoğu yönlendirmelerin ekip işbirliği ve görüşlerinden faydalanma yerine kişisel yapılması gelmektedir.

#### 5.1. Yapılması Gerekenler

Çok zengin gen kaynaklarına sahip olan Türkiye bir taraftan bu kaynaklarını muhafaza etmek diğer taraftan da bunlardan üstün özelliklere sahip yeni genotipler üretilip yetiştiricilerinin hizmetine sunmak zorundadır. Günümüz arıcılık sisteminde bu gen kaynaklarının korunması ise iki yöntem ile mümkün olabilmektedir.

1. Bu yöntemlerden birincisi, yukarıda anlatılan yapay tohumla tekniği ve

2. İkincisi ise, izole bölgelerin korunmasıdır. İzole bölge, belirli bir coğrafik bölgeye adapte olmuş arı ırk

ve ekotipinin her türlü gen akışına kapatılarak korunmasıdır. İzole bölgeyi doğada bölgeler arasındaki coğrafik engeller (denizler, adalar, dağ silsileleri ve engebeler) belirler. İnsan müdahalesi ile o coğrafyaya dışarıdan arı kolonisi, ana arı, erkek arı, sperm ve yumurta gibi genetik kaynakla ilgili materyal sokulmadığı sürece buradaki populasyon genetik saflığını muhafaza eder. Irkların muhafazasında yapay tohumlama yöntemi ile mukayese edildiğinde izole bölge zorunludur ve önemi çok daha büyüktür. Irk ve soyların bu orijinal doğal tecritli coğrafik bölgelerde gelecekleri daha garantilidir. Çünkü bu genetik kaynaklar doğal adaptasyon sonucunda buralara uyum sağlamış popülasyonlardır. Yani genetik yapı ile çevrenin ortaklaşa ürettikleri ürünlerdir.

Ayrıca bu iki yöntemden ayrı olarak saf yetiştiricilik ve hibrit üretim amaçlı olmak üzere “çiftleştirme istasyonları” veya alanları kurmakta mümkündür. Özellikle Türkiye’de son yıllarda ana arı üreticilerinin artmış olması dikkate alındığında bu alanların önemi daha da artmış bulunmaktadır. Bakanlık ana arı üreticilerinden ana arı olacak tarafı oluşturmak üzere larva transferi için damızlık koloni almalarını istemekte ve bir yerde bunu zorunluluk haline getirmeye çalışmaktadır. Ancak baba tarafı için herhangi bir istek, zorunluluk veya seçicilik aranmamaktadır. Bu büyük bir eksiklik teşkil etmektedir. Çünkü yetiştirilen ve satışa sunulan kullanma materyali ana arıların bu durumda sadece ana genotipi kontrol edilmektedir. Baba tarafı bilinmediği gibi bir kontrolde söz konusu değildir. Oysa ki her dölün sahip olduğu her özelliğinin meydana gelmesinde ana ve baba ebeveynlerin katkıları eşittir. Bu durumda Türkiye’de satışa sunulan ticari ana arıların genetik yapılarının mevcut koşullarda en fazla %50’si bilinmemektedir.

Bu nedenle bölgelerin arıcılık mevcutları dikkate alınarak başta arıcılık araştırma enstitüsü veya tarım kuruluşlarının denetimlerinde olmak üzere özel izole bölgeler veya çiftleştirme istasyonları kurulmalıdır. Bu çiftleştirme alanları (istasyonları), kontrolsüz çiftleştirme alanlarından tamamen izole edilmeli ve bu alana ana arı, erkek arı ve arı kolonisi gibi her türlü gen akışı engellenmelidir. Bu amaçla bölgedeki ana arı yetiştiricilerinin sayıları dikkate alınarak bir veya birkaç tane çiftleştirme alanı kurulmalıdır. Çiftleştirme alanı veya istasyonu yaklaşık 12-15 km yarıçaplı alanlardır (Rinderer, 1986; Ruttner, 1988; Güler, 2006). Ana arıların daha kolay çiftleşmeleri için mümkün olduğunca hakim rüzgarlara kapalı vadiler bu amaçla tercih edilir. Ayrıca, bu alanın güvenilirliğini arttırmak amacıyla çevredeki arınlıklarda bulunan arı konilerinin ana arıları 2-3 yıl gibi bir sürede yenilenerek istenen genetik materyale dönüştürülebilir. Çiftleştirme bölgesi, popülasyonu temsil eden arı genotipine ait erkek arı ile doymuş hale getirilir. Her 100 ana arı için çiftleşme bölgesinde ortalama 8-10 bin erkek arı bulundurulur. Bu sayıdaki erkek arı bu amaca yönlendirilmiş 2-3 erkek arı

üreticisi koloniden sağlanabilir. Bu alanlar saf yetiştiricilik amacıyla kullanılacakları gibi aynı ırkı temsil eden hatlar ve soylar arası melezleme amacıyla da kullanılabilir.

Sonuç olarak arı potansiyeli, üretimi, tüketimi ve gen kaynaklarının zenginliği yönünden dünyada ilk sıralarda bulunan Türkiye şu ana kadar bu yöntemleri gerçekleştirip başaramamıştır. Bu sistemi kurup başarabilmesi için daha ne kadar bekleyeceği de mevcut koşullarda şüphelidir. Ancak gerçek olan bir durum var ki oda binlerce yılda oluşmuş ve bize miras değil de geleceğe bırakacağımız bir emanet olan bu genetik zenginliğin her geçen gün kayba uğramasıdır.

## 6. KAYNAKLAR

- Adam, B., 1983. In search of the best strains of honeybee. N.Bee Boks, West Yorkshire.
- Bodenheimer, FS., 1942. Studies on the honey bee and beekeeping in Turkey. Merkez Zirai Mücadele Enstitüsü Ankara. Numune Matbaası, İstanbul.
- Büchler, R., 1993. Specific combination of Carnica lines to improve productivity and varroa tolerance. Pszczelnicze zeszyty naukowe, Rok XL, Nr 2, S.:119-125.
- Cobey, S., 1983a. The development of instrumental insemination. Amer. Bee Journal 123(2): 108-111.
- Cobey, S., 1983b. Instrumental insemination: Current developments and its application today. Amer. Bee Journal 123(4): 284-289.
- Cobey, S., 1983c. Instrumental insemination: The possibility of semen storage. Amer. Bee Journal 123(5): 389-395.
- Cobey, S., Schley, P., 1989. Precision instrumental insemination equipment. Amer. Bee Jour. 129: 322-323.
- Cobey, S., 1995. Instrumental insemination equipment: sophistication and simplification in designs. Ohio State Univ., 1735 Neil Ave. Columbus, OH 43210, USA.
- Cobey, S., Schley, P., 2002. Innovation in instrumental insemination. The compact, versatile right and left handed Schley model II instrument. Ohio State University 1735 Neil Ave. Columbus, Ohio USA.
- Cobey, S., 2004a. The extraordinary honey bee mating strategy and a simple field dissection of the spermatheca. Ohio State Univ., 1735 Neil Ave. Columbus, OH 43210.
- Cobey, S., 2004b. Instrumental insemination and honey bee breeding. Short Course, June/July. The Ohio State University Rothenbuhler Honey Bee Laboratory Columbus, Ohio.
- Collins, A. M., 1986. Quantitative Genetics. Edit. Rinderer, T.E., in Bee Genetics and Breeding. Academic Press, Inc. London., S.: 283-304.
- Cornuet, J.M., 1986. Population Genetics. Edit. Rinderer, T.E., in Bee Genetics and Breeding. Academic Press, Inc. (London) Ltd., S.: 235-254.
- Guler, A; Bek, Y., 2002. Forewing angles of honey bee (*Apis mellifera*) samples from different regions of Turkey. J. Apic. Res.; 40: 43-49.
- Güler, A., Bacaksız, D., 2003. Türkiye’de arıcılığa aktarılan destek ve kaynaklar. Teknik Arıcılık 82: 12-18.
- Güler, A., H. Alpay, 2005. Reproductive characteristics of some honeybee (*Apis mellifera* L.) genotypes. J. Anim. Vet. Adv., 4 (10): 859-863.
- Güler, A., Demir, M., 2005. Beekeeping potential in Turkey. Bee World 86(4): 114-119.
- Güler, A., 2006. Bal Arısı (*Apis mellifera*). O.M.Ü. Ziraat Fakültesi Ders Kitabı No: 55. 574s.



- Harbo, J.R., 1974. A technique for handling stored semen of honey bees. *Ann. Entomol. Soc. Amer.* 67: 191-194.
- Harbo, J.R., 1984. A comparison of instrumentally inseminated and naturally mated queens. *J. Apic. Res.* 23: 31-36.
- Harbo, J.R., Szabo, T. I., 1984. A comparison of instrumentally inseminated and naturally mated queens. *J. Apic. Res.*, 23: 31-36.
- Harbo, J.R., 1985. Instrumental insemination of queen bee. Stock Center Laboratory, ARS, USDA, Route 3, Ben Hur Road, Baston Rouge, LA 70820.
- Harbo, J.R., 1986. Propagation and Instrumental Insemination. Edit. Rinderer, T.E., in *Bee Genetics and Breeding*. Academic Press Ltd. (London). S.:361-390.
- Kaftanoğlu, O., Y. S. Peng, 1980a. A new syringe for semen storage and instrumental insemination of queen honey bees. *J. Apic. Res.* 19(1): 73-76.
- Kaftanoğlu, O., YS. Peng, 1980b. A washing technique for collection of honey bee semen. *J. Apic. Res.* 19(3):205-211.
- Kaftanoğlu, O., Y. S. Peng, 1982. Effects of insemination on the initiation of oviposition in the queen honeybee. *J. of Apic. Research.* 21 (1):3-6.
- Kaftanoğlu, O., 1990. Arıcılıkta Yapay Tohumlama Kursu, 04-09 Haziran Ç.Ü. Ziraat Fak. Adana.
- Kaftanoğlu, O., Kumova, U., 1992. Çukurova Bölgesi koşullarında yetiştirme mevsiminin ana arı kalitesi üzerine etkilerinin belirlenmesi. *Turkish J. Vete. Ani. Sci.*, 16: 569-577.
- Kaftanoğlu, O., 2005. Arıcılıkta Yapay Tohumlama Kursu. 23-25 Mayıs 2005. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi. Adana.
- Kandemir , I; Kence, M; Kence, A., 2000. Genetic and morphometric variation in honeybee (*Apis mellifera*) population of Turkey. *Apidologie*, 31: 343-356.
- Koç, A.U.; Karacaoğlu, M., 2005. Erkek arılarda cinsel gelişim ve çiftleşme davranışı. *Teknik Arıcılık* 90: 23-30.
- Kulincevic, J.M., 1986. Breeding Accomplishment With Honey Bees. Edit. Rinderer, T.E. in *Bee Genetics and Breeding*. Academic Press Ltd. (London). S.:391-414.
- Kumova, U., 1989. Arı ıslahında ele alınan başlıca karakterlerin kalıtımı. *Teknik Arıcılık*, 23: 9-15.
- Laidlaw, H. H. Jr., 1944. Artificial insemination of the queen bee: Morphological basis and results. *Jour. Of Morph.* 74(3): 429-465.
- Laidlaw, H. H. Jr., 1977. Instrumental Insemination of Honey Bee Queens. *Dadant and Sonss. Hamilton. Illinois.*
- Laidlaw, H. H. Jr., 1979. Contemporary Queen Rearing. *Dadant and Sons. Hamilton, Illinois.*
- Lodesani, M., Costa, C., 2003. Bee breeding and genetics in Europe. *Bee World* 84(2): 69-85.
- Mackensen, O., 1947. Effect of carbon dioxide on initial oviposition of artificially inseminated and virgin queen bees. *Jour. Econ. Ent.* 40(3): 344-349.
- Mackensen, O., Nye, W.P., 1966. Selecting and breeding honeybee for collecting Alfalfa. *J. Apic. Res.*, 5: 322-323.
- Morse, R.A., 1994. Rearing Queen Honeybees. *Wicwas Press; Cheshire, CT, USA; 128p.*
- Page, R.E., Laidlaw, H. H. Jr., 1985. Closed population honeybee breeding. *Bee World* 66(2): 63-72.
- Rinderer, T.E., 1986. Selection. Edit. Rinderer, T.E., in *Bee Genetics and Breeding*. Academic Press Ltd. (London). S.:155-176.
- Rinderer, E. T., 1986. *Bee Genetics and Breeding*. Academic Press, Inc. Ltd. 24-28 Oval Road. London NW1 7DX. London. 425 pp.
- Ruttner, F., 1972. Controlled mating and selection of the honey bee. *APIMONDIA, 1972, Lunz Am See, Austria.*
- Ruttner, F., 1976. The Instrumental Insemination of the Queen Bees. *International Beekeeping Technology and Economy Institute of Apimondia. Bucharest, Romania.*
- Ruttner, F., 1988. Breeding Techniques and Selection for Breeding of The Honeybee. *The British Isles Bee Breeders Association. Verlag, Munich. 152 pp.*
- Schley, P., 1988. An important improvement in the insemination technique of queen honey bees. *Justus Liebig University, 6300 Giessen, Otto-Begahel-Strasse 10/D, W. Germany.*
- Smith, DR; Slaymaker, A; Palmer, M; Kaftanoğlu, O., 1997. Turkish honeybees belong to the east Mediterranean mitochondrial lineage. *Apidologie*, 28: 269-274.
- Snodgrass, R. E., 1957. A Revised Interpretation of The External Reproductive Organs of Male Insects. *Smithson. Misc. Collns* 135, no.6, 60 pp.
- Şengonca, M., 2004. Arı Genetiği ve Islahı. *Ege Üniv. Ziraat Fak. Yay. No: 559, Bornova, İzmir.*
- Woyke, J., 1962. Natural and artificial insemination of queen honey bees. *Bee World* 43: 21-25.
- Woyke, J., Jasinski, Z., 1973. Influence of external conditions on the number of spermatozoa entering the spermatheca of instrumentally inseminated honeybee queens. *J. Apic. Res.*, 12: 145-151.
- Woyke, J., Jasinski, Z., 1976. The influence of age on the results of instrumental insemination of honeybee queens. *Apidologie* 7(4): 301-306.
- Woyke, J., 1986. Sex Determination. Edit. Rinderer, T.E. in *Bee Genetics and Breeding*. S.:91-120.