

İzmir Yöresindeki Bal Arısı Populasyonlarında Fizyolojik Özelliklere İlişkin Genetik Parametre Tahminleri ve Seleksiyon Verimliliğinin Değerlendirilmesi¹

Ş. Ömür Uygur^{2*}, Banu Yücel³

²İzmir İl Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü, Bornova, İzmir

³Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü, Bornova, İzmir

*İletişim (correspondence): e-mail: omuruuygur@hotmail.com; Tel: +90 (232) 435 1002 / 1139; Faks: +90 (232) 463 4808

Gönderim tarihi (Received): 17 Şubat 2015; Kabul tarihi (Accepted): 02 Aralık 2015

Öz

Bu çalışmada, İzmir yöresi bal arısı populasyonlarında fizyolojik özelliklere ilişkin genetik parametre tahminleri ve seleksiyon verimliliğinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. İzmir ilinin 16 ilçesinde verim özellikleri bakımından üstün ve buldukları yöreleri temsil eden koloniler seçilmiştir. Seçilen kolonilerde arılı çerçeve sayısı, yavrulu çerçeve sayısı, hırcınlık eğilimi, koloni ağırlık artışı, kışlama yeteneği ve bal verim özelliklerine seleksiyon uygulanarak populasyonun genotipik yapısı iyileştirilmeye çalışılmış ve bu özelliklere ilişkin genetik parametre tahminleri hesaplanmıştır. Fizyolojik özellikler, yıllara göre ve yıllar içinde yörelere göre değerlendirilmiştir. 2008-2010 yıllarında üç yıl süren ıslah çalışması sonucunda 0.68 birim genetik ilerleme elde edilmiştir. Bu sonuç, çevresel faktörlerin etkisi göz önüne alındığında anlamlı düzeyde bir genetik ilerleme olarak değerlendirilemezse de, Türkiye arıcılığında genetik ilerlemenin hesaplandığı ilk araştırma olma özelliğini taşımaktadır.

Anahtar kelimeler: Bal arısı, *Apis mellifera*, seleksiyon, kalıtım derecesi, genetik ilerleme

Evaluation of Selection Productivity and Genetic Parameter Estimations Related to Physiological Characteristics of Honey Bee Populations of Izmir and Environments

Abstract

In this study, evaluation of selection productivity and estimation of genetic parameter related to physiologic characteristics had been purposed for honey bees from Izmir and environments. Apiaries had been selected for superior in productivity and representation of 16 district of Izmir. Selection is applied in selected colonies for number of frames, number of brood frames, tendency of aggressiveness, colony weight increase, wintering ability and honey yield in order to improve the genotypic structure and estimated the genetic parameter for these phenotypes. Physiologic characteristics are evaluated due to years and districts. At the end of three years of selection, 0.68 unit of genetic improvement is obtained. Even of this result could not be evaluated significant in genetic improvement considering effects of environmental factors, it is the first research on genetic improvement of bees in Turkey.

Keywords: Honeybee, *Apis mellifera*, selection, heritability, genetic improvement

Giriş

Bal arısının (*Apis mellifera* L.) insan yaşamı ve sağlığı açısından önemi ve bitkisel üretime katkısı nedeniyle binlerce yıldan beri ülkemizde ve dünyamızda yetiştiriciliği yapılmaktadır (Bodenheimer, 1942; Adam 1983).

Ülkemizin yedi coğrafi bölgesindeki farklı iklim koşulları; bu değişik ekolojilere uyum sağlamış ekotiplerin oluşmasını sağlamıştır. Bu farklılaşmada ülkemizdeki floral kaynakların çeşitliliği ve endemik bitki zenginliğinin yanı sıra yöresel koşullara uygun koloni bakım-yönetim teknikleri de önemli rol oynamaktadır. Anadolu'nun arı varlığı incelendiğinde birçok arı ırkı ve tipleriyle karşılaşılmaktadır

(Bodenheimer, 1942; Adam, 1983; Ruttner, 1988). Bunlar içinde Anadolu ırkı (*A. mellifera anatoliaca*) ülkemizde en yaygın ırk olarak bulunmakla birlikte, belirli bölgelerde Kafkas ırkı (*A. mellifera caucasica*), Suriye ırkı (*A. mellifera syriaca*), İran ırkı (*A. mellifera meda*) ve Anadolu ırkının değişik tipleri mevcuttur.

Anadolu arısı, ülkemizde düzenli ıslah çalışması ile genetik yapısı iyileştirilmediği halde genel olarak hastalıklara ve kuraklığa dayanıklı bir ırkı olarak bilinmektedir. Düşük bal tüketimi ile kış koşullarına dayanıklı, yazın kurak koşullarında oluşturduğu balı biriktirebilme özelliğine sahip verimli bir arı ırkıdır. Bu özellikleri, Anadolu arısının ABD ve İngiltere'ye ıslah amacıyla götürülmelerinin başlıca nedenleridir. Farklı bir yörede ıslah edildiğinde yüksek performans

¹Bu çalışma 2012 yılında E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından kabul edilen Doktora Tezi'nden üretilmiş, bir bölümü 4. Uluslararası Muğla Arıcılık ve Çam Balı Kongresi'nde kısa özet poster bildiri olarak sunulmuştur.

gösterebilen Anadolu arı ırk ve ekotiplerinin kendi ana yurtlarında ıslah edilmeleri durumunda çok daha üstün performans göstermeleri beklenmektedir (Doğaroğlu ve Uygur, 2008).

Ülkemizde gen kaynağı olarak oldukça zengin bir potansiyel olması ve özellikle her iklim koşuluna uygun ekotiplerin bulunması, ülkemiz arıcıları için bir genetik hazine niteliğindedir. Çoğu arıcı bu gerçeği göremeyip daha verimli ırklar için çeşitli bölgelerden arı edinme çabası içerisine girmektedir. Oysa bir arıcı için en değerli ırk veya ekotip kendi bölgesi koşullarına uyum sağlamış genotiplerdir (Doğaroğlu, 1999). Çünkü bu ırk ve ekotipler insanoğlunun etkisi olmadan doğal seleksiyon sonucu buldukları bölgeye adapte olmuşlardır (Zayed, 2009; Meixner et al., 2010). Farklı koşullara uyum sağlamış ırk veya ekotiplerle yapılacak çalışmalar çoğu kez başarısızlıkla sonuçlanmaktadır. Bunun esas nedeni de böceklerin canlılar alemi içerisinde farklı koşullara en zor uyum gösteren canlılar olmalarıdır (Doğaroğlu ve Uygur, 2008).

Ülkemiz zengin doğal bitki örtüsü ve bölgeden bölgeye değişen ekolojik yapısıyla büyük bir arıcılık potansiyeline sahip olmakla birlikte, hem kovan varlığı hem de bal üretimi bakımından Dünya'da ilk üç ülke arasında yer almaktadır (FAO, 2010). Buna karşın, Ülkemizde 15 kg dolayında olan kovan başına yıllık ortalama bal verimi, arıcılığı gelişmiş ülkelerle karşılaştırıldığında yetersiz bulunmaktadır. Söz konusu yetersizliğin en önemli nedenlerinden biri; yerli arı ırk ve ekotiplerinin tanımlanıp ıslah edilememiş olmasıdır. Bal arılarında ırklar arasında ve aynı ırk içerisindeki koloniler arasında çeşitli özellikler bakımından oldukça geniş bir varyasyon bulunmaktadır (Genç ve ark., 1999). Yani çeşitli arı ırk ve hatlarında pek çok morfolojik, fizyolojik ve davranış farklılıkları görmek mümkündür (Dodoloğlu ve Genç, 2002; Yücel ve Kösoğlu, 2011). Bu nedenle arı ıslahı çalışmaları sonucunda kısa sürede genetik ilerleme sağlanabilmekte ve kolonilerin verimleri arttırılabilmektedir. Genetik ilerlemeyi sağlamak için arzu edilen verim ve özellikler bakımından, aynı koşullarda diğerlerinden daha üstün olan kolonilerin ana arıları damızlık olarak seçilmektedir. Bu damızlık kolonilerden yetiştirilecek ana arıların yine bu damızlık kolonilerin erkek arıları ile kontrollü olarak çiftleştirilmeleri seleksiyon etkinliğini ve genetik ilerlemeyi arttıracaktır (Woyke, 1984; Rinderer, 1986; Moritz, 1986).

Bu çalışmada; İzmir yöresinde dağılım gösteren bal arısı (*Apis mellifera L.*) popülasyonunu temsil eden kolonilerin arılı çerçeve sayısı, yavruyu çerçeve sayısı,

hırçnılık eğilimi, koloni ağırlık artışı, kışlama yeteneği, bal verim özelliklerine seleksiyon uygulanarak popülasyonun genotipik yapısı iyileştirilmeye çalışılmış, bu özelliklere ilişkin genetik parametre tahminleri ve kalıtım dereceleri hesaplanmıştır. Kolonilerde iki generasyon sonucu sağlanan genetik ilerleme belirlenmiş, incelenen özellikler arası ilişkiler irdelenmiştir.

Materyal ve Yöntem

Deneme materyali olarak; İzmir ilinde 2008 yılında sabit ya da dışarıdan arı girmemiş (kapalı) arılıklarda yapılan incelemelerde kolonilerin gücü (arılı çerçeve sayıları), kolonideki yavru alanı ve bal miktarı, arıların kitin rengi, koloninin sağlığı ve sakinliği bakımından üstün oldukları belirlenen 201 adet koloni seçilmiştir. Koloni seçiminde, ilçelerin sahip oldukları koloni varlıkları dikkate alınarak nispi temsil sistemi uygulanmıştır. Buna göre; Aliğa 8, Bayındır 14, Bergama 60, Çeşme 7, Dikili 7, Kınık 6, Kiraz 7, Mendere 11, Menemen 20, Ödemiş 17, Seferihisar 3, Selçuk 7, Tire 14, Urla 11, Beydağ 3 ve Merkez ilçeden (Karşıyaka) 5 koloni seçilmiştir. Seçilerek satın alınan toplam 201 koloniden oluşan temel sürü bu projenin başlangıç materyalini oluşturmuştur. Ana arı yenileyen, oğul veren ve sönen koloniler deneme dışı bırakılmıştır.

Kolonilerinin seçimi

2009 ve 2010 yıllarında, kolonilerin bir önceki yıl performans verilerine göre koloni indeks değerleri hesaplanmıştır. Koloni indeksine göre ilk 50'ye giren koloniler damızlık olarak seçilmiştir (Cobey and Lawrence, 1988). Ana arı üretmek için yapılacak larva transferlerinde tutma oranını arttırmak amacıyla arılıklıta bulunan güçlü ve gelişme hızı yüksek iki katlı (minimum 17-18 çerçevesi) kolonilerden 9 tanesi başlatıcı koloni olarak seçilmiştir. Hazırlanan 9 adet başlatıcı koloni her gün 1/1 oranında hazırlanmış şeker şurubuyla beslenmiştir.

Larva transferi yapılacak ana arı yüksüklerinin (hücrelerinin) hazırlanması ve larva transferi

İçerisine larva transferi yapılacak yüksükler saf bal mumundan hazırlanmıştır. Üzerinde 15 adet yüksük bulunan bu çیتالardan üç adedi bir çerçeveye takılmıştır (Laidlaw, 1979). Arı sütü bırakılmış bu yüksüklerin içerisine bir günlük (24 saat) işçi arı larvaları transfer edilmiş, homojenliği sağlamak amacıyla başlatıcı kolonilere eşit olarak dağıtılmıştır. Her başlatıcı kovana iki adet aşılama çerçevesi (90 adet larva) verilmiştir. Larva transferinden sekiz gün sonra çiftleştirme

kolonileri hazırlanmıştır. Oluşan ana arı yüksükleri, çıkışlarına iki gün kala (larva transferinin 10.gününde) çiftleştirme kolonilerine aktarılmıştır. Ana arı yüksükleri verildikten iki gün sonra tüm çiftleştirme kolonileri kontrol edilerek ana arı çıkışları belirlenmiştir.

Erkek arı yetiştiriciliği

Koloni indeksine göre ilk 50'ye giren kolonilerden erkek arı üretmek için ana arıların çiftleşme tarihinden yaklaşık 40-45 gün önce bu kolonilere orta kısımları kesilmiş kabartılmış petekler verilmiştir. Böylece işçi arılar tarafından erkek arı gözleri işlenen bu peteklere ana arıların dölsüz yumurta bırakması sağlanarak, üretilen ana arıların çiftleşeceği yeterli miktarda erkek arı yetiştirilmiştir.

Ana arıların çiftleşmesi

Koloni indeksine göre ilk 50'ye giren koloniler ve bu kolonilerden üretilen 200 adet ana arının bulunduğu ruşet koloniler Nisan ayında Ege Denizi'ndeki Eşek Adası'na götürülmüşlerdir. Kıyıya uzaklığı 11 km olan bu izole bölgede 200 adet ana arının 2009 yılı koloni indeksine göre ilk 50'ye giren kolonilerin erkek arıları ile doğal olarak çiftleşmesi sağlanmıştır. Bu çalışma ile ülkemizde ilk defa ana arıların izole bir adada çiftleşmeleri gerçekleştirilmiştir.

Kolonilerin çiftleştirme kovanlarından deneme kovanlarına aktarılması ve eşitlenmesi

2009 ve 2010 yılında yetiştirilen ve çiftleştirme kovanlarında çiftleşen ana arılar, Langstroth tipi standart kovanlara aktararak önce 2'şer arılı çerçeveli kolonilere kabul ettirilmiş ve daha sonra koloniler ballı, polenli ve kapalı yavrulu petek takviyesi ile 6'şar çerçeve olacak şekilde eşitlenerek düzenlenmiştir.

Kolonilerin yönetimi

Deneme süresince bütün kolonilere başlangıçta işlenmiş petek ve daha sonra aynı firma üretimi temel petek verilmiştir. Deneme süresince bütün kolonilere 1:1 (1kg şeker, 1 litre su) oranında şeker şurubu ile besleme yapılmıştır. Deneme süresince kolonilerin kışa güçlü girebilmeleri için geç sonbaharda 2:1 oranında şeker şurubu ile, Ocak ve Şubat aylarında kekle besleme yapılmıştır. Deneme kolonilerine varroa (*Varroa jacobsoni* Q.) mücadelesi için Kasım ve Mart aylarında etken maddesi Coumaphos ve Flumethrin olan ilaçlar değişimli olarak verilmiştir. Deneme kolonileri Temmuz ayından başlayarak Kasım ayına kadar 21 gün aralıklarla kontrol edilerek kolonilerin arılı ve yavrulu çerçeve

sayıları, hırçınlık eğilimleri, koloni ağırlık artışları, kışlama yetenekleri ve bal verimleri ölçülerek kayıtlar tutulmuştur. Koloniler 2008, 2009 ve 2010 yıllarında erken ilkbahar-geç sonbahar dönemlerinde Menderes İlçesi Gümüldür Mahallesi, Bursa Karacabey İlçesi Kurşunlu Köyüne, Menemen Seyrek Mahallesi, Yeni Foça'ya, Çiğli ilçesi Sasalı Mahallesi, Aliğa ilçesi Çıtak Köyüne taşınmışlardır. Koloniler, 2010 Aralık tarihinde kışı geçirmek için ETAE (Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü) Arıcılık Şubesinin arılığine taşınmıştır.

Fizyolojik özellikler ve belirleme yöntemleri

Arılı çerçeve sayısı (adet/koloni); petek yüzeyleri işçi arı ile tam kaplı olan çerçeveler sayılarak (Doğaroğlu, 1981), yavrulu çerçeve sayısı (adet/koloni); üzerinde açık ve kapalı yavru bulunan çerçeveler sayılarak tespit edilmiştir (Kaftanoğlu ve ark., 1993). Hırçınlık Eğilimi (iğne adet/koloni); her koloni için siyah renkli süet kumaştan hazırlanan 4-5 cm çaplı pinpon topları kolonilerin uçuş delikleri önünde 1 dakika süreyle sarkaç gibi sallandırılarak belirlenmiştir. Süre sonunda her top naylon torba içine konularak daha sonra topların üzerlerindeki iğneler cımbız ile çıkarılarak sayılmış, ölçümler aynı zaman diliminde ve ortam koşullarında düzenli aralıklarla tekrarlanarak elde edilmiştir (Fıratlı ve Budak, 1994). Koloni ağırlık artışı (kg/koloni); bütün kolonilerin nektar akımı başlangıcı ve sonunda 100 g hassasiyetle aynı gün ve saatte baskülle tartılmasıyla belirlenmiştir. Her iki dönemde kolonilerde meydana gelen ağırlık farkı, koloni ağırlık artışı olarak saptanmıştır (Dülger, 1997)

Kolonilerin kışa giriş ve çıkışta belirlenen arılı çerçeve sayıları Genç (1993) tarafından bildirilen; (Kışlama kabiliyeti = Bahara çıkan arılı çerçeve sayısı / Kışa giren arılı çerçeve sayısı x 100) (%) formülünden yararlanılarak belirlenmiştir.

Yıl boyunca kolonilerden her hasatta elde edilen bal miktarları toplanarak kolonilerin yıllık bal verimleri belirlenmiştir (Doğaroğlu, 1981). Bu amaçla dolu ballık ağırlıklarından boş çerçeveli ballık ağırlığı çıkarılarak her kovana ait bal verimi saptanmıştır (Güler vd, 1999).

Karakter indeksi, her koloninin ölçülen özellikleri 5 tam puan üzerinden değerlendirilerek belirlenmiştir. Bu amaçla her karakter için, ölçülen en yüksek değer 5'e bölünüp elde edilen birim değer 1 kabul edilmiş ve bu karaktere ait ortalama değer, birim değere bölünerek karakter indeksi ve bu değerlerin toplamı olarak koloni indeksi hesaplanmıştır (Rinderer, 1986).

Denemede kolonilerin bireysel verimlerine dayanan kitle (mass) seleksiyon yöntemi uygulanmıştır. Bal arılarında fenotipin tespitinde ana arı veya koloninin tümü değerlendirildiği için, erkek ve dişilerin seçiminde değerlendirilecek materyal olan ana arılara ait fenotipik değerlerden yararlanılmış, üç yıl süren denemede iki generasyon elde edilmiştir (Moritz, 1986; Güler, 2006).

Verilerin değerlendirilmesi

Fizyolojik özelliklere ait verilerin değerlendirilmesi

Arılı çerçeve sayısı, yavrulu çerçeve sayısı, hırçınlık eğilimi, koloni ağırlık artışı, kışlama yeteneği ve bal verimi özelliklerine ait verilerin varyans analizi ön şartlarını sağlayıp sağlamadığı incelenmiştir. Buna göre tüm özelliklerin dağılımına bakılmış, bal verimi dışındaki özelliklerin normal dağılım göstermediği belirlenmiştir. Bal verimi hariç, varyans analizi ön şartlarını taşımayan diğer özelliklere ait verilere parametrik olmayan (Non-parametrik) analizler uygulanmıştır. Parametrik olmayan verilere sahip; arılı çerçeve sayısı, yavrulu çerçeve sayısı, hırçınlık eğilimi, koloni ağırlık artışı ve kışlama yeteneği özelliklerine yılların ve yörelerin etkisinin belirlenmesinde Kruskal-Wallis testi kullanılmıştır. Yıl ve yöre etkisinin önemli bulunması durumundaki karşılaştırmalarda Mann-Whitney U testi uygulanmıştır. Bal verim değerleri parametrik olduğundan, yıl içindeki yöreler arasındaki farklılıklarda tek yönlü varyans analizi kullanılmıştır. Bu çalışmada incelenen özelliklere ait verilerin analizinde SPSS (2006) istatistik programından yararlanılmıştır.

Genetik ilerleme ve seleksiyon üstünlüğünün hesaplanması

Seleksiyon üstünlüğü (S), gelecek generasyon fertlerini meydana getirmek üzere seçilen kolonilerin fenotipik ortalaması (\bar{P}_s) ile bunların içerisinde seçtikleri orijinal grubun fenotipik ortalaması (\bar{P}) arasındaki farktan hesaplanmıştır ($S = \bar{P}_s - \bar{P}$). Üç yıl süren denemede toplam genetik ilerleme $\Delta G_3 = \mu_3 - \mu_1$ formülasyonuna göre hesaplanmıştır (μ_1 ve μ_3 , 1. ve 3. yılın ortalamalarını ifade etmektedir).

İncelenen özelliklere ait kalıtım derecelerinin hesaplanması

Ana arı birden fazla sayıda erkek arı ile çiftleştiği için, kalıtım derecesinin hesaplanmasında ana arı ile yavrularının aynı özellikleri arasındaki regresyon katsayısından yararlanılmıştır. Bu amaçla ana arılara ait

verilerle bunların döllerine ait veriler bir araya getirilerek, uygulanan regresyon analizi ile regresyon katsayısı hesaplanmıştır ($Y=a+bx$). Formüldeki x bağımsız değişken olarak anaya ait özellikleri, Y bağımlı değişken olarak aynı özelliğin yavrudaki düzeyini, a regresyon denklem sabitini, b ise regresyon katsayısını ifade etmektedir.

İncelenen özellikler arası ilişkiler

İncelenen özelliklere ait verilerin parametrik olmaması nedeniyle kolonilerde ölçümü yapılan özellikler arası ilişkilere ait fenotipik korelasyonlar Spearman Sıra Korelasyonu (Spearman's rho) ile belirlenmiştir (İkiz ve ark., 1996). Ayrıca Harvey (1990) programı kullanılarak genetik korelasyonlar belirlenmeye çalışılmıştır.

Araştırma Sonuçları ve Tartışma

Denemede her yıl 200 adet ana arı yetiştirildiği halde ana arı değiştiren ve sönen koloniler denemeden çıkarıldığı için 2008 yılında 137, 2009 yılında 130 ve 2010 yılında 142 koloni değerlendirmeye alınabilmiştir.

Fizyolojik özelliklerin yıllara göre değerlendirilmesinde arılı ve yavrulu çerçeve sayısı en fazla 2008 yılında sırasıyla 8.95 ± 0.19 ve 5.52 ± 0.10 ortalama ile belirlenmiştir. Koloni ağırlık artışı ve bal veriminde en yüksek değerler 2009 yılında sırasıyla 4.37 ± 0.50 ve 7.73 ± 0.63 kg olarak elde edilmiştir. Kolonilerde hırçınlık düzeyi en yüksek 2009 yılında 1.95 ± 0.15 ile tespit edilmiştir. Çalışmada hırçınlık eğiliminin yıllara göre farklı saptanmış olması, Collins et al.,(1982) ve Doğaroğlu (1981)'in kolonilerin çeşitli çevresel faktörler ve arı sayısına bağlı olarak hırçınlık eğilimlerinin yıllara göre değişebileceği bulgusu ile uyumlu bulunmuştur. Kışlama yeteneği en yüksek 2008 yılında belirlenmiş, ancak bu fark diğer yıllarla karşılaştırıldığında istatistik olarak önemsiz bulunmuştur. Fizyolojik özelliklerin yıllara göre farklılık göstermesinin sebebi; denemede her yıl yeni ana arıların yetiştirilmesi ve kolonilere kazandırılması sırasında kolonilerin bahar mevsimini kaçırması, yıllar arasındaki sıcaklık değişimlerine bağlı olarak da nektar kaynaklarının olumsuz yönde etkilenmesi olarak belirlenmiştir (Gürel, 1995; Frühwirth, 1996; Koç,2008).

Fizyolojik özellikler yıllar içerisinde yörelere göre değerlendirildiğinde; 2008 yılında arılı çerçeve sayısı, hırçınlık eğilimi ve koloni ağırlık artışı bakımından yöreler arasında fark önemli bulunmazken, yavrulu çerçeve sayısı, kışlama yeteneği ve bal verimi bakımından yöreler arasında fark önemli ($P<0.05$) bulunmuştur. Ortalama yavrulu çerçeve sayısı ($6.88 \pm$

0.38) ve kışlama yeteneği (% 100) 2008 yılında en yüksek Seferihisar arılarında, ortalama bal verimi (11.13 ± 11.13 kg) ise Karşıyaka arılarında en yüksek olarak bulunmuştur. 2009 yılında sadece hırçınlık eğilimi bakımından yöreler arasında fark önemli (P<0.05) bulunmuş, ortalama (0.63 ± 0.24) iğne adet/koloni ile Selçuk yöresi arıları en sakin arı olarak belirlenmiştir. Bu bulgu, Dülger (1997) ve Akyol (1998)'ün genotip grupları arasında hırçınlık eğilimi bakımından önemli farklılık bulunduğu bildirişleriyle uyumludur. 2010 yılında ise bütün özellikler bakımından yöreler arasında önemli bir fark bulunmamıştır.

Denemede incelenen karakterler arası korelasyonlar Çizelge 1'de verilmiştir.

Değerlendirme sonucunda yalnız hırçınlık eğilimi ile arılı çerçeve sayısı, yavrulu çerçeve sayısı ve kışlama yeteneği arasında negatif ve önemli bir korelasyon bulunduğu belirlenmiş, kolonide ergin arı ve yavru sayısı ile kışlama yeteneği arttıkça hırçınlık eğiliminin önemli düzeyde azaldığı belirlenmiştir. Bu bulgular Güler (1995) ve Ritter (2001)'in bulguları ile uyumludur. Çalışmada önemli (P<0.01) ve en yüksek korelasyon arılı ve yavrulu çerçeve sayısı arasında 0.94 olarak belirlenmiştir. Bulunan korelasyon katsayısı Alataş vd (1994)'nin 0.63, Güler (1995)'in 0.55, Akyol (1998)'ün 0.84, Dodoloğlu ve Genç (2002)'in 0.60 ve Mostajeran et al.,(2006)'nın 0.81 olarak bildirdikleri değerlerden yüksektir. Yavrulu çerçeve sayısındaki artışa bağlı olarak arılı çerçeve sayılarında meydana gelen artış, kolonilerin hem daha fazla bal depolamalarını hem de kışı kayıpsız atlattıklarını sağlamıştır.

Denemenin 2008 yılındaki ilk 137 adet başlangıç popülasyonunun arılı çerçeve sayısı, yavrulu çerçeve sayısı, hırçınlık eğilimi, koloni ağırlık artışı, kışlama yeteneği ve bal verim fenotipik indeks ortalaması

$\bar{P} = 11.95$, ilk popülasyondan seçilen ilk 50 koloninin fenotipik ortalaması (\bar{P}_s) ise 15.30 olarak hesaplanmıştır. Birinci yıl seleksiyon üstünlüğü $S = 15.30 - 11.95 = 3.35$ olarak bulunmuştur. İkinci yıl (2009) 130 adet koloniye ait çalışılan karakterlerin fenotipik indeks ortalaması $\bar{P} = 8.90$, bu popülasyondan seçilen ilk 50 koloninin fenotipik ortalaması (\bar{P}_s) ise 12.56 olarak hesaplanmıştır. İkinci yılda seleksiyon üstünlüğü $S = 12.56 - 8.90 = 3.66$ olarak saptanmıştır. 2010 yılında elde edilen ikinci generasyonu temsil eden 142 adet koloninin fenotipik indeks ortalaması $\bar{P} = 12.63$, seçilen ilk 50 koloninin fenotipik ortalaması ($\bar{P}_s = 15.26$) olarak hesaplanmıştır. Üçüncü yıla ait seleksiyon üstünlüğü $S = 15.26 - 12.63 = 2.63$ olarak belirlenmiştir.

2008 yılında ilk popülasyonu oluşturan 137 adet koloninin indeks ortalaması $\bar{P}_s = 11.95$ (1638/137) iken, 3 yıl uygulanan seleksiyon çalışması sonunda elde edilen iki generasyonu temsil eden popülasyonun indeks ortalaması $\bar{P}_s = 12.63$ (1794/142) olarak bulunmuştur. Buradan genetik ilerleme $\Delta G_3 = 12.63 - 11.95 = 0.68$ olarak hesaplanmıştır. Yıllık genetik ilerleme, toplam genetik ilerlemenin toplam yıl sayısına bölünmesiyle $\Delta G/3 = 0.68/3 = 0.22$ olarak hesaplanmıştır. Her generasyon en iyi analardan ana arılar yetiştirildiği için deneme sonucunda genetik ilerlemenin sağlanması beklenen bir durumdur. Elde edilen bu sonuçla çalışma, üç yıllık süreçte çevresel faktörlerin etkisi göz önüne alındığında anlamlı düzeyde bir genetik ilerleme sağlanmasa da, literatürde arıcılıkta genetik ilerlemenin hesaplandığı ilk araştırma olma özelliğini taşımaktadır.

Ebeveyn-yavru regresyon analiz yöntemi kullanılarak iki generasyona ait kalıtım dereceleri hesaplanmıştır.

Çizelge 1. Karakterler arası korelasyonlar

Karakterler	Arılı Çerçeve Sayısı	Yavrulu Çerçeve Sayısı	Hırçınlık Eğilimi	Koloni Ağırlık Artışı	Kışlama Yeteneği	Bal Verimi
Arılı Çerçeve Sayısı (adet/koloni)						
Yavrulu Çerçeve Sayısı (adet/koloni)	0.94**					
Hırçınlık Eğilimi (iğne adet/koloni)	-0.36**	-0.39**				
Koloni Ağırlık Artışı (kg/koloni)	0.29**	0.26**	0.11*			
Kışlama Yeteneği (%)	0.13**	0.14**	-0.04	0.10*		
Bal Verimi (kg/koloni)	0.34**	0.20**	0.20**	0.32**	0.08	

*P<0.05, **P<0.01

İncelenen özelliklere ait birinci ve ikinci generasyonlara ait kalıtım dereceleri Çizelge 2’de verilmiştir.

Çizelge 2. Özelliklere ait kalıtım dereceleri

Özellikler	1.Generasyon	2.Generasyon
Arılı çerçeve sayısı	0.64	0.04
Yavrulu çerçeve sayısı	0.28	0.04
Hırçınlık eğilimi	0.13	0.16
Koloni ağırlık artışı	0.18	0.02
Kışlama yeteneği	0.70	0.10
Bal verimi	0.38	0.02

Birinci ve ikinci generasyona ait kalıtım dereceleri sırasıyla arılı çerçeve sayısı için 0.64 ve 0.04, yavrulu çerçeve sayısı için 0.28 ve 0.04, hırçınlık eğilimi için 0.13 ve 0.16, koloni ağırlık artışı için 0.18 ve 0.02, kışlama yeteneği için 0.70 ve 0.10, bal verimi için 0.38 ve 0.02 olarak hesaplanmıştır. Birinci yıl arılı çerçeve sayısı için tahmin edilen kalıtım derecesi ($h^2=0.64$), William ve Essl (1993)’in 0.19 ve Mostajeran et al.(2006)’nın 0.50 olarak buldukları kalıtım derecesinden yüksek iken, ikinci generasyonda kalıtım derecesinin önemli düzeyde azaldığı (0.04) görülmektedir. Benzer şekilde ikinci generasyonda yavrulu çerçeve sayısı, koloni ağırlık artışı, kışlama yeteneği ve bal verimi kalıtım dereceleri Zawilski (1974), Bienefeld ve Prichner (1990), Oldroyd et al.(1987)’nin bildirişleriyle uyum göstermekte ve birinci generasyona göre azalmaktadır. Özellikle ikinci generasyonda 0.02 düzeyine kadar azalan kalıtım derecesi, Frühwirt (1996)’in, bal veriminin %75’inin çevre koşullarından, %25’inin de genetik yapıdan kaynaklandığını vurguladığı literatür bildirişi ile benzeşmektedir. Düşük kalıtım derecesi, arılı çerçeve sayısının çevre koşullarından önemli ölçüde etkilendiğini ortaya koymaktadır.

Uzun yıllardan beri doğal seleksiyon ile çeşitli ekolojik koşullara adapte olmuş bölgesel arı ırkları diğer bölgelerden gelen arıların erkekleriyle çiftleşmekte ve ırk özellikleri yavaş yavaş kaybolmaktadır. Bu çalışmada olduğu gibi bundan sonra diğer bölgelerde de göçer arıcılığa kapalı ve dışarıdan yabancı ana arı girmemiş arılıklara sahip yöreler belirlenmelidir. Yörelere ait özgün populasyonlar tespit edilerek ıslah çalışmaları yapılmalıdır. Bu bölgesel ırkların korunmaları ancak ana arıların aynı ırktan erkek arılarla ya yapay tohumlama yöntemiyle ya da tecritli doğal çiftleştirme alanlarında döllemeyle sağlanabilir.

Ülkemizde yapay tohumlama tekniğini bilen kişi sayısının az olması, gerek ıslah çalışmalarında gerekse ıslah çalışması sonucunda elde edilen hatların saf olarak

muhafazasında izole bölgelerin oluşturulmasını daha önemli kılmaktadır. Bu nedenle bölgelerin arıcılık mevcutları dikkate alınarak, Araştırma Enstitüleri ve/veya tarım kuruluşlarının denetimlerinde olmak üzere özel izole bölgeler, çiftleştirme istasyonları kurulmalıdır. Dünya arıcılığının belki de en zengin gen kaynaklarını oluşturan ülke arılarımızın bütün yörelerdeki farklı ekotiplerinin korunması ve bunların ıslah edilerek üreticilere dağıtılmasıyla yöresel üreticilerin farklı ırk ve ekotiplere yönelmeleri önlenmiş olacaktır. Böylece ülkemizin en büyük arıcılık sorunlarından birisi de çözüme ulaşmış olacaktır.

Çalışma, ülkemizde bal arısı populasyonlarında fizyolojik özelliklere ait genetik parametre tahminlerinin ve seleksiyon verimliliğinin değerlendirildiği ilk araştırma olması bakımından önemlidir. Elde ettiğimiz genetik ilerleme, ülkemiz arı alt türleri (ırkları) üzerinde yapılacak düzenli seleksiyon ve ıslah çalışması ile üstün verim özelliklerine sahip arı genotiplerine sahip olabileceğimizi ortaya koymaktadır.

Teşekkür

Çalışmanın gerçekleştirilmesindeki destekleri nedeniyle Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü’ne, Ziraat Mühendisi Üzeyir KARACA’ya, verilerin analizindeki yardımlarından dolayı Doç. Dr. Çiğdem TAKMA’ya ve bu makalenin yapılandırılmasındaki teknik yardım için Ziraat Mühendisi Ekin VAROL’a teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Adam B. 1983. In search of the best strains of bees. Northern Bee Boks, Hebden Bridge, WestYorkshire, U.K., 206 p.
- Akyol E. 1998. Kafkas ve Muğla arılarının saf ve karşılıklı melezlerinin morfolojik, fizyolojik ve davranışsal özelliklerinin belirlenmesi. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootekni Ana Bilim Dalı, Adana,152 s.
- Alataş İ, Yalçın Lİ, Öztürk Aİ. 1994. Menemen, Foça ve Bayındır yöresi arılarının (*Apis mellifera* L.) bazı özellikleri yönünden karşılaştırılması (sonuç Raporu). Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü. 1994 Yılı Sonuç Raporu (Hayvancılık). Menemen-İzmir, 59-46 s.
- Bienefeld K, Pirchner F. 1990. Heritabilities for several colony traits in the honeybee (*Apis mellifera carnica*). Apodologie 21:175-183.
- Bodenheimer FS. 1942. Studies on the honey bee and beekeeping in Turkey. İstanbul. 179 p.
- Cobey S, Lawrence T. 1988. A successful application of the Page/Laidlaw breeding program. Gleanings in Bee Culture 116:274-276.

- Collins AM, Rinderer TE, Harbo JB, Bolten AB. 1982. Colony defense by Africanized and European honey bees. *Science* 218:72-74.
- Dodoloğlu A, Genç F. 2002. Kafkas ve Anadolu balarısı (*Apis mellifera* L.) ırkları ile karşılıklı melezlerinin bazı fizyolojik özellikleri. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Science* 26:715-722.
- Doğaroğlu M. 1981. Türkiye’de yetiştirilen önemli arı ırk ve tiplerinin "Çukurova Bölgesi" koşullarında performanslarının karşılaştırılması, Doktora Tezi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 84s.
- Doğaroğlu M. 1999. Modern arıcılık. Anadolu Matbaa ve Ambalaj San. Tic. Ltd. Şti. İstanbul. 295s.
- Doğaroğlu M, Uygur ŞÖ. 2008. Türkiye bal arısı ekotiplerinin Türkiye arıcılığı açısından önemi. Tarımsal Araştırma Yayın ve Eğitim Koordinasyonu (TAYEK) 2008 Yılı Hayvancılık Grubu Bilgi Alışveriş Toplantısı Bildirileri. Yayın No: 131. Menemen, 22-27s.
- Dülger C. 1997. Kafkas, Anadolu ve Erzurum balarısı (*Apis mellifera* L.) Genotiplerinin Erzurum koşullarındaki performanslarının belirlenmesi ve morfolojik özellikleri. Doktora Tezi. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum, 110s.
- FAO, 2010. Food and Agriculture Organization of The United Nations, FAO Statistical Databases/ Agriculture (www.fao.org).
- Fıratlı Ç, Budak ME. 1994. Türkiye’de çeşitli kurumlarda yetiştirilen ana arılar ile oluşturulan balarısı (*Apis mellifera*) kolonilerinin fizyolojik, morfolojik ve davranış farklılıklarının araştırılması. TÜBİTAK VHAG- 795 nolu proje kesin raporu. Ankara, 117s.
- Frühwirth P. 1996. Zuchtauslese mit computer und jahrmillionenelte auslese eles sammaltriebes: Ein widerspruch. *Deutsches Bienen-Journal*, pp.14-16.
- Genç F. 1993. Bal arısı (*Apis mellifera* L.) kolonilerinde koloni gelişimi ile bal verimi arasındaki bazı korelasyonlar. *Türkiye Veterinerlik ve Hayvancılık Dergisi* 18(1):33-38.
- Genç F, Dülger C, Kutluca S, Dodoloğlu A. 1999. Kafkas Orta Anadolu ve Erzurum balarısı (*Apis mellifera* L.) genotiplerinin Erzurum koşullarındaki bazı davranış özelliklerinin karşılaştırılması. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences* 23:651-656.
- Güler A, Gürel AC, Durmus İ. 1999. Bal arısı (*Apis mellifera* L.)’nda fizyolojik ve davranış karakterlerini belirleme yöntemleri. Türkiye’de Arıcılık Sorunları ve 1. Ulusal Arıcılık Sempozyumu (28-30 Eylül 1999). Kemalîye/Erzincan, s.180-188.
- Güler A. 2006. Bal arısı (*Apis mellifera*). Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitabı. No:55, Samsun, 574s.
- Gürel F. 1995. Kimi ana arı üretim işletmelerindeki arıların (*Apis mellifera* L.) Morfolojik özellikleri ve bunlardan hibrid ebeveyn hatları geliştirme olanakları. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 86s.
- Harvey WR. 1990. Mixed Model Least-Squares and Maximum Likelihood Computer Program. PC-2 Version.
- İkiz F, Püskülcü H, Eren Ş. 1996. İstatistiğe giriş. Ege Üniversitesi Basımevi, Bornova, 435s.
- Kaftanoğlu O, Kumova U, Bek Y. 1993. GAP bölgesinde çeşitli balarısı (*Apis mellifera* L.) ırklarının performanslarının saptanması ve bölgedeki mevcut arı ırklarının ıslahı olanakları. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Güneydogu Anadolu Projesi (GAP) Tarımsal Araştırma İnceleme ve Geliştirme Proje Paketi. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Genel Yayınları No: 63. GAP yay. No:74. Adana, 50s.
- Koç AU. 2008. Kafkas (*Apis mellifera caucasica*), İtalyan (*Apis mellifera ligustica*) ırkları ve Anadolu arısı Ege ekotipi (*Apis mellifera anatolica*) ile bazı melezlerinin Ege Bölgesi koşullarında koloni gelişimleri. Doktora Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Aydın, 83s.
- Laidlaw HH. 1979. Contemporary queen rearing. Dadant and Sons Hamilton, Illinois. 199p.
- Meixner MD, Costa C, Kryger P, Hatjina F, Bouga M, Ivano E, Büchler R. 2010. Conserving diversity and vitality for honey bee breeding. *Journal of Apicultural Research* 49(1):85-92.
- Moritz RFA. 1986. Comparison of within-family and mass selection in honey bee populations. *Journal of Apicultural Research* 25(3):146-153.
- Mostajeran M, Edriss MA, Basiri MR. 2006. Analysis of colony and morphological characters in honey bees (*Apis mellifera meda*). *Pakistan Journal of Biological Sciences* 9(14):2685-2688.
- Oldroyd BP, Moran C, Nicholas FW. 1987. Diallele crosses of honeybees. II. A note presenting the heritability of honey production under Australian conditions. *Australian Journal of Agricultural Research* 38:651-654.
- Rinderer ET. 1986. Bee genetic and breeding. Academic Press, Inc. Ltd. London. 425p.
- Ritter R, Künze J, Maquelin C. 2001. Königinenzucht und genetic der Honigbiene. *Fachschriftenverlag*. 8p.
- Ruttner F. 1988. Breeding techniques and selection for breeding of the honeybee. G. Beard & Son Ltd., Brighton. 151p.

- SPSS, 2006. Version 15 for Windows. SPSS Inc., Chicago, USA.
- William A, Essl A. 1993. Schatzung von populations parameter für veschiedene bei der honigbiene (*Apis mellifera carnica*). Apidologie 24(4):355-364.
- Woyke J. 1984. Correlation and interaction between population, length of worker life and honey production by honey bees in a temperate region. Journal of Apicultural Research 23(3):148-156.
- Yücel B, Kösoğlu M. 2011. Ege Bölgesi'nde Muğla ekotipi ve İtalyan melezi bal arılarının kimi performans özellikleri bakımından karşılaştırılması. Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi 17(6):1025-1029.
- Zawilski A. 1974. Genetic- breeding morphological index of the honey bee. Pr. Mater. Zootechn. 5p.
- Zayed A. 2009. Bee genetic and conservation. Apidologie 40:237-262.