

## İzmir İli Bal Arısı (*Apis mellifera* L.) Populasyonlarında Enzim Polimorfizmi\*

Fatih KILIÇ<sup>1</sup>

Güldehen BİLGİN<sup>2</sup>

### Summary

#### Enzyme Polymorphism in Honeybee (*Apis mellifera* L.) Populations from Izmir Province

The aim of this study was to determine the genetic variation in honeybee populations from Izmir province. A total of 147 adult worker bees were collected from Menemen, Buca, Kemalpaşa and Bornova towns of Izmir and were electrophoretically examined for three enzyme (Esterase, Malic enzyme, Malate dehydrogenase) systems. There was no variation for three enzyme systems at honeybee populations of Izmir province. All the examined populations appeared monomorphic with one-banded model for these enzyme systems. As a result of electrophoretic analysis for Mdh enzyme, Mdh<sup>100</sup> allele was found as monomorphic in all samples, which was identified as various forms of Anatolian honeybee (*Apis mellifera anatoliaca*). However samples of one colony originated from Italian bee (*Apis mellifera ligustica*), which were taken from Aegean Agricultural Research Institute, were found monomorphic from the point of view Mdh<sup>65</sup> allele.

**Key words:** Honeybee (*Apis mellifera* L.), enzyme polymorphism, starch gel electrophoresis.

---

<sup>1</sup> Zir. Yük. Müh., Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü  
Biyometri–Genetik A.B.D., 35100 Bornova/İZMİR [kilicf@gmail.com](mailto:kilicf@gmail.com)

<sup>2</sup> Prof. Dr., Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü  
Biyometri–Genetik A.B.D., 35100 Bornova/İZMİR

\* Bu makale Fatih KILIÇ'ın Yüksek Lisans tezinden özetlenmiştir.

## Giriş

Bal arısı (*Apis mellifera* L.), yüksek adaptasyon yeteneğinden dolayı hemen hemen dünyanın her bölgesine yayılmış ve bulunduğu bölgelerin ekolojik şartlarına adapte olarak çok sayıda coğrafik ırk ve bu ırklar içerisinde de farklı ekotipler oluşturmuştur. Türkiye, farklı iklimsel ve topoğrafik şartlara sahip olması ve ayrıca Afrika, Avrupa ve Asya arasında doğal bir geçiş noktası konumunda bulunması nedeniyle, birçok arı ırkı ve ekotipini içinde barındıran bir gen havuzu konumundadır (Adam, 1983). Ayrıca, Türkiye sahip olduğu bu özelliklerle bal arılarının evriminde de önemli bir yere sahiptir.

Bal arısı populasyonları bakımından Türkiye'nin sahip olduğu bu geniş genetik varyasyonun belirlenmesi ve korunması, yapılacak ıslah çalışmalarının en önemli noktasıdır. Çünkü bir ıslahçının malzemesi genetik varyasyondur. Ancak Türkiye'de bu konuda çok sınırlı sayıda çalışma yapılmıştır. Son yıllarda bu amaçla yapılan çalışmaların sayısında bir artış eğilimi görülmekle birlikte hala yeterli seviyede olduğu söylenemez. Ayrıca Türkiye'de göçer arıcılık yapanların sayısı her geçen gün artmaktadır. Bu nedenden dolayı kontrol edilemeyen genetik hibridizasyonlar ile bal arısı populasyonları arasında gen akımı artmakta ve Türkiye bal arısı populasyonundaki bu geniş genetik varyasyon, kaybolma tehlikesiyle karşı karşıya kalmaktadır.

Türkiye'deki bal arılarının çeşitliliğinin araştırılması ve bal arılarının sınıflandırılması çalışmaları ilk olarak Bodenheimer (1941) tarafından morfometrik yöntemler kullanılarak yapılmıştır. Bodenheimer, Türkiye'de sekiz grup bal arısı alt türü olduğunu bildirmiştir. Daha sonra Maa (1953), morfometrik yöntemle Anadolu arılarının diğer bölge arılarından farklı olduğunu göstermiş ve bu bölgedeki arıları Anadolu arısı (*Apis mellifera anatoliaca*) olarak isimlendirmiştir. Adam (1983), morfometrik ve davranışsal özelliklerine göre kolonileri sınıflandırmış ve Bodenheimer'e benzer sonuçlar bildirmiştir. Ruttner (1988), morfometrik yöntemle incelediği Türkiye bal arısı populasyonunu, Orta Anadolu'da Anadolu arısı (*Apis mellifera anatoliaca*), Kuzeydoğu Anadolu'da Kafkas arısı (*Apis mellifera caucasica*), Güneydoğu Anadolu'da İran arısı (*Apis mellifera meda*) olmak üzere üç grupta sınıflandırmıştır. Son yıllarda Türkiye bal arısı populasyonlarındaki genetik varyasyon; morfolojik, biyokimyasal ve moleküler genetik

yöntemlerle çeşitli araştırmacılar tarafından incelenmiştir (Asal ve ark. 1995; Eryümlü, 1999; Kandemir ve ark. 2000).

Ekonomik değere sahip karakterlerin ıslahında ve veriminin artırılmasında uygulanacak yöntemin başarısı, populasyonun genetik yapısının iyi tanımlanmasına bağlıdır. Son yıllarda yapılan çalışmalar ile populasyonların genetik yapılarının daha iyi tanımlanmasına olanak veren teknikler geliştirilmiştir. Bunlardan biri de populasyondaki kalıtsal biyokimyasal varyasyonunun ortaya çıkarılmasına olanak sağlayan “Elektroforetik” yöntemlerdir.

Bal arılarında biyokimyasal varyasyonunun araştırılması amacıyla 25’e yakın enzim sistemi elektroforetik yöntemle incelenmiştir. Bunlardan Malate dehydrogenase (Mdh), Esterase (Est), Malic enzim (Me), Phosphoglucomutase (Pgm), Aconitase (Acon), Hexokinase (Hk), Aldehyde oxidase (Ao) enzim sistemleri yapılan çeşitli araştırmalarda polimorfik olarak belirlenmiştir (Sheppard ve Berlocher, 1984; Del Lama ve ark. 1990; Dedej ve ark. 1996).

Bu çalışmanın amacı; İzmir ili bal arısı (*Apis mellifera* L.) populasyonlarında Esterase (Est., E.C. 3.1.1.1), Malic enzim (Me., E.C. 1.1.1.40) ve Malate dehydrogenase (Mdh., E.C. 1.1.1.37) enzim sistemleri bakımından genetik varyasyonun belirlenmesidir.

## **Materyal ve Yöntem**

### **Materyal**

İzmir ilinin dört ilçesinden (Menemen, Buca, Kemalpaşa ve Bornova) arı örnekleri alınmıştır. Bu ilçeler, ilde arıcılığın en yoğun olarak yapıldığı lokasyonlardır. Buca, Kemalpaşa ve Bornova ilçelerinden beşer koloni, Menemen ilçesinden altı koloni ve her koloniden yedişer adet olmak üzere toplam 147 ergin işçi arı örneği Haziran ve Temmuz aylarında toplanmıştır. Arı örnekleri özellikle, göçer arıcılık yapmayan ve kapalı yetiştiricilik yapan küçük işletmelerden alınmıştır. Materyal olarak kullanılan arı örnekleri, kesin tanımlamaları yapılamamakla birlikte Anadolu arısı (*Apis mellifera anatoliaca*)’nın çeşitli formlarıdır. Çalışmada ayrıca İzmir ili bal arısı örnekleriyle karşılaştırmak amacıyla, Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü’nden (Menemen) sağlanan, damızlık ana arı

yetiştirilmesinde ve melezleme çalışmalarında kullanılmak üzere Avustralya'dan getirilmiş, saf İtalyan arısı (*Apis mellifera ligustica*)'ndan oluşan bir koloniden yedi adet ergin işçi arı örneği alınmıştır. Örnekler, kovanlar açılmadan, her bir koloninin ön kısmından alınarak eppendorf tüplerine konulmuş, etiketlenmiş ve bir buz kabının içine yerleştirilerek laboratuvara taşınmıştır. Bal arısı örnekleri kullanılıncaya kadar  $-20^{\circ}\text{C}$ 'de tutulmuştur.

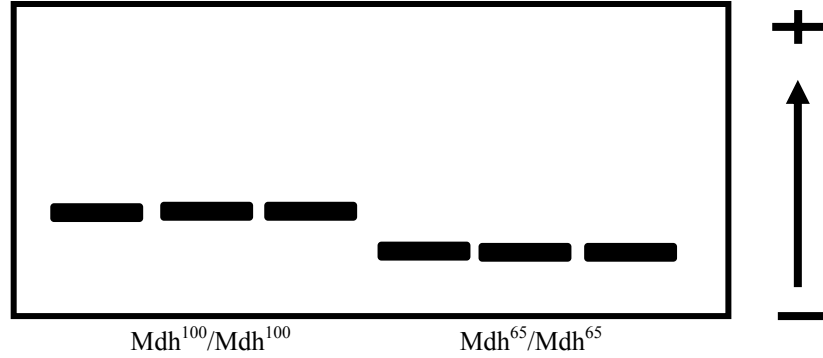
### **Yöntem**

Elektroforetik analiz için bal arısının abdomen, kanat ve bacak kısımları uzaklaştırılmış, geriye kalan baş ve toraks kısımları eppendorf tüpler içerisinde 250  $\mu\text{l}$  saf su ilave edilerek homojenize edilmiştir. Daha sonra örnekler  $+4^{\circ}\text{C}$ 'de 12.000 rpm'de 20' santrüfüjlenmiş ve analiz yapılmaya kadar  $-20^{\circ}\text{C}$ 'de tutulmuştur (Sheppard ve Berlocher, 1985).

İzmir ili bal arısı populasyonları, Esterase enzimi için Sheppard ve Berlocher (1984)'e, Malic enzim ve Malate dehydrogenase enzimleri için Harris ve Hopkinson (1976)'den modifiye edilmiş %12'lik yatay nişasta jel elektroforez yöntemine göre incelenmiştir. Elektroforez işlemi  $+4^{\circ}\text{C}$ 'de Esterase enzimi bakımından 20V/cm, diğer iki enzim bakımından 9V/cm olacak şekilde sabit akımda gerçekleştirilmiştir. Ele alınan üç enzim, Harris ve Hopkinson (1976) ve Vallejos (1983)'dan modifiye edilmiş yöntemine göre boyanmıştır.

### **Bulgular**

İzmir ilinin 4 ilçesinden toplanan toplam 147 adet ergin işçi arı örneği, üç enzim sistemi (Est, Me ve Mdh) bakımından yatay nişasta jel elektroforeziyle incelenmiştir. Ele alınan 3 enzim sistemi bakımından İzmir ili bal arısı populasyonlarında bir varyasyon gözlenmemiştir. Mdh enzim sistemi bakımından incelendiğinde, İzmir ilinden toplanan ve Anadolu arısının çeşitli formları olarak tanımlanan arı örneklerinin tümü Mdh<sup>100</sup> alleli bakımından monomorfik bulunurken, Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nden sağlanan İtalyan arısı örnekleri Mdh<sup>65</sup> alleli bakımından monomorfik bulunmuştur. Elektroforetik analiz sonucunda İzmir ili bal arısı ve İtalyan arısı örneklerine ilişkin Mdh genotipleri (fenotipleri) şematik olarak Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. İzmir ili bal arısı ( $Mdh^{100}/Mdh^{100}$ ) ve İtalyan arısı örneklerinde ( $Mdh^{65}/Mdh^{65}$ ) Mdh genotipleri (fenotipleri)

Me ve Est enzim sistemleri bakımından ise İzmir ili bal arısı populasyonları ve İtalyan arısı örnekleri tekli bant modeliyle monomorfik bulunmuştur. Söz konusu enzim sistemleri bakımından İzmir ilini de kapsayan, Anadolu ve İtalyan arıları üzerinde yapılan çalışmalarda  $Me^{100}$  ve  $Est^{100}$ 'ün en yaygın alleller oldukları saptanmıştır. Bundan dolayı, bu çalışmada belirlenen allellerin  $Me^{100}$  ve  $Est^{100}$  olduğu söylenebilir.

## Tartışma ve Sonuç

### Esterase (Est)

Bal arılarında bugüne kadar yapılan çalışmalarda, Est enzim sisteminde  $Est^{130}$ ,  $Est^{100}$  ve  $Est^{70}$  olarak üç allel belirlenmiştir. Amerika ve Avrupa bal arıları alt türleri arasında Est enzim sistemi bakımında önemli bir farklılık gözlenmemiş ve bütün alt türlerde en yaygın allel  $Est^{100}$  olarak belirlenmiştir (Sheppard ve Berlocher, 1985; Sheppard ve McPheron, 1986; Badino ve ark. 1988; Del Lama ve ark. 1990; Comparini ve Biasiolo, 1991; Dedej ve ark. 1996). Sadece İtalya'nın Sicilya adasında bulunan Sicilya bal arısında (*Apis mellifera sicula*)  $Est^{70}$  alleli en yaygın allel olarak saptanmıştır.  $Est^{70}$  allel frekansının Sicilya adasının batısında 0.936 olarak belirlendiği ve doğuya gidildikçe allel frekansında azalma görüldüğü bildirilmiştir. İtalya ana karasında ise  $Est^{70}$  alleli sadece Calabria bölgesinde 0.004 frekansta gözlenmiştir (Badino ve ark. 1985).

Türkiye bal arısı populasyonunda Esterase enzimi bakımından yapılan çalışmalarda Est<sup>130</sup>, Est<sup>100</sup> ve Est<sup>70</sup> olarak üç allel belirlenmiş ve Esterase enzim sisteminin düşük düzeyde bir varyasyon gösterdiği bildirilmiştir. Türkiye bal arısı populasyonunda en yaygın allel Est<sup>100</sup>'dür ve Est<sup>70</sup> alleleline çok düşük frekanslarda rastlanılmaktadır (Gençler, 1988; Eryümlü, 1999; Kandemir ve ark. 2000; Kandemir ve ark. 2005). Est<sup>130</sup> alleleline sadece Edirne ilinde 0.011 frekansında rastlamıştır (Kandemir ve ark. 2000; Kandemir ve ark. 2005).

İzmir ili bal arısı populasyonlarında enzim polimorfizmi açısından yapılan önceki çalışmalarda Kandemir ve ark. (2000), Est<sup>100</sup> ve Est<sup>70</sup> allellerini saptamış ve allel frekanslarını sırasıyla 0.982 ve 0.018 olarak bildirmiştir. Eryümlü (1999)'de İzmir'in dört ilçesinden topladığı örneklerde Est<sup>100</sup> ve Est<sup>70</sup> allellerini belirlemiş ve allel frekanslarını sırasıyla 0.973 ve 0.027 olarak bildirmiştir. Bu çalışmalara bakıldığında İzmir ili bal arısı populasyonlarında Est enziminin çok düşük düzeyde bir varyasyon gösterdiği anlaşılmaktadır.

Bu çalışmada, İzmir ili bal arısı populasyonlarında Esterase enzimi bakımından saptanan monomorfik yapının nedeni olarak, arı örneklerinin toplandığı arıcıların göçer arıcılık yapmamaları, az sayıda koloniyle ve bu kolonileri de hep kendi populasyonlarından oğul alarak sağlamalarından kaynaklandığı söylenebilir.

### **Malic Enzim (Me)**

Bal arılarında Me üzerine yapılan çalışmalarda Me<sup>79</sup>, Me<sup>100</sup> ve Me<sup>106</sup> olarak üç allel bildirilmiştir. Çalışılan tüm bal arısı populasyonlarının Me lokusu bakımından monomorfik ya da çok düşük düzeyde bir varyasyon gösterdiği ve bütün alt türlerde en yaygın allelin Me<sup>100</sup> olduğu belirlenmiştir (Sheppard ve Berlocher, 1984; Sheppard ve Berlocher, 1985; Sheppard ve McPheron, 1986; Del Lama ve ark. 1990).

Türkiye'de Orta Anadolu, Kuzeybatı Anadolu ve Ege bölgesinde ayrı ayrı yapılan çalışmalarda ve tüm Türkiye'den örnek alınarak yapılan çalışmalarda bu çalışmaya benzer olarak Me sistemi monomorfik bulunmuştur (Kandemir, 1994; Asal ve ark. 1995; Kandemir ve Kence, 1995; Gençler, 1998; Eryümlü, 1999;

Kandemir ve ark. 2000; Hadımoğulları, 2000; Kandemir ve ark. 2005).

### Malate Dehydrogenase (Mdh)

Bal arılarında Mdh enzim sistemini inceleyen çalışmalarda Mdh<sup>116</sup>, Mdh<sup>100</sup>, Mdh<sup>80</sup> ve Mdh<sup>65</sup> olarak dört allel belirlenmiştir. Orta Amerika'da bulunan Afrikalılaşmış bal arılarında en yaygın allel Mdh<sup>100</sup> olarak bildirilirken (Del Lama ve ark. 1990), İtalyan (*Apis mellifera ligustica*) ve Karniyol (*Apis mellifera carnica*) bal arılarında en yaygın allel Mdh<sup>65</sup> olarak bildirilmiştir (Badino ve ark. 1983; Badino ve ark. 1985; Sheppard ve Berlocher, 1985; Del Lama ve ark. 1990; Comparini ve Biasiolo, 1991; Dedej ve ark. 1996). Norveç'in çeşitli bölgelerinden örneklenen *Apis mellifera mellifera* alt türünde en yaygın allel Mdh<sup>80</sup> olarak bildirilmiştir (Sheppard ve Berlocher, 1984). Yunanistan'ın çeşitli bölgelerinden alınan bal arısı örneklerinde batıdan doğuya ve kuzeyden güneye gidildikçe Mdh<sup>65</sup> allel frekansı azalırken Mdh<sup>100</sup> allel frekansı yükselmektedir. Türkiye sınırına yakın bölgelerde Mdh<sup>100</sup> alleli monomorfik olarak belirlenmiştir (Badino ve ark. 1988).

Türkiye'de yapılan çalışmalarda Mdh<sup>65</sup>, Mdh<sup>87</sup>, Mdh<sup>100</sup> ve Mdh<sup>116</sup> olarak dört allel saptanmış ve en yaygın allel Mdh<sup>100</sup> olarak bildirilmiştir (Kandemir, 1994; Asal ve ark. 1995; Kandemir ve Kence, 1995; Gençler, 1998; Eryümlü, 1999; Kandemir ve ark. 2000; Hadımoğulları, 2000; Kandemir ve ark. 2005). Mdh<sup>116</sup> alleli, sadece Edirne ve Kars bölgesinde sırasıyla 0.011 ve 0.111 frekansında saptanmıştır (Kandemir ve ark. 2005).

Türkiye'de bal arıları üzerinde bu konuda yapılan çalışmalardan sadece İzmir ili bal arılarının incelendiği çalışmalara bakıldığında Mdh<sup>100</sup> allelinin monomorfik olduğu görülmektedir. (Eryümlü, 1999; Kandemir, 1999; Kandemir ve ark. 2000). Bu çalışmada, İzmir ili bal arısı örneklerinin tamamının homozigot Mdh<sup>100</sup>/Mdh<sup>100</sup> genotipinde, Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nden sağlanan İtalyan arısı (*Apis mellifera ligustica*) örneklerinin ise homozigot Mdh<sup>65</sup>/Mdh<sup>65</sup> genotipinde olduğu saptanmıştır (Şekil 1). Bu sonuçtan da anlaşılacağı gibi Mdh enzim sisteminin alt türlerin tanımlanması ve ayırılmasında yarar sağlayacağı söylenebilir.

Çalışma bu bilgiler ışığında değerlendirildiğinde, İzmir ili bal arısı populasyonlarında Est, Me ve Mdh enzim sistemleri bakımından önceki çalışmalarla benzer sonuçlar elde edilmiştir.

Ülkemiz bal arılarında farklı genotiplerin, genellikle herhangi bir ırkın etkisinde kalmadan doğal seleksiyon sonucu bölgesel koşullara uyumuş ekotiplerden oluştuğu, yapılan araştırmalardan anlaşılmaktadır. Bu nedenle ülkemizin farklı ekolojik koşullara uyma sonucu birbirinden gerek morfolojik, gerekse fizyolojik olarak farklı özellikler gösteren genotip gruplarının “ekotip” olarak tanımlanması daha doğrudur (Bodenheimer, 1941; Adam, 1983; Ruttner, 1988). Arıcılıkta ıslah çalışmalarının öncelikle ekotipe, tip sabitleşmesine dayandırılarak yapılması ilkesi dikkate alınır, bu çalışmanın ıslah çalışmaları bakımından arıcılığa önemli bir katkı sağlayabileceği anlaşılmaktadır. Araştırmada ele alınan üç farklı enzim sisteminin genetik varyasyon göstermemesi, yörede tip sabitleşmesinin varlığı hakkında önemli bir veri sağlamaktadır. Türkiye, bal arısı populasyonları bakımından geniş bir genetik varyasyona sahiptir. Bu geniş genetik varyasyonun kaybedilmeden morfolojik, biyokimyasal ve moleküler genetik yöntemlerle belirlenmesi ve korunması yapılacak ıslah çalışmalarının en önemli noktası olacaktır. Bu nedenlerden dolayı daha kapsamlı araştırmalara gereksinim duyulmaktadır.

## Özet

Bu çalışmada, İzmir ili bal arısı (*Apis mellifera* L.) populasyonlarında genetik varyasyonu belirlemek amaçlanmıştır. İzmir ilinin Menemen, Buca, Kemalpaşa ve Bornova ilçelerinden toplanan 147 ergin işçi arı örneği üç enzim sistemi (Esterase, Malic enzim, Malate dehydrogenase) bakımından elektroforetik olarak incelenmiştir. İzmir ili bal arısı populasyonlarında üç enzim sistemi bakımından bir varyasyon gözlenmemiştir. Tüm populasyonlar tekli bant modeliyle monomorfik bulunmuştur. Mdh enziminin elektroforetik analizi sonucunda, İzmir ilinden toplanan ve Anadolu arısı (*Apis mellifera anatoliaca*)'nın çeşitli formları olarak tanımlanan bütün arı örnekleri Mdh<sup>100</sup> alleli bakımından monomorfik bulunurken Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nden sağlanan İtalyan arısı (*Apis mellifera ligustica*)'ndan oluşan bir koloniye ait örnekler Mdh<sup>65</sup> alleli bakımından monomorfik bulunmuştur.

**Anahtar sözcükler:** Bal arısı (*Apis mellifera* L.), nişasta jel elektroforezi, enzim polimorfizmi.



## Kaynaklar

- Adam, B., 1983. In search of best strains of honeybees. 2<sup>nd</sup> Edition, Northern Bee Books, Mytholmroyd, Hebden Bridge, UK. pages 206.
- Asal, S., Ş. Kocabaş, C. Elmacı and M.A. Yıldız, 1995. Enzyme polymorphism in honeybee (*Apis mellifera* L.) from Anatolia, Doğa-Tr. Journal of Zoology, 19: 153–156.
- Badino, G., G. Celebrano and A. Manino, 1983. Population structure and *Mdh-1* lokus variation in *Apis mellifera ligustica*, The Journal of Heredity, 74: 443–446.
- Badino, G., G. Celebrano, A. Manino and S. Longo, 1985. Enzyme polymorphism in the Sicilian honeybee, *Experientia*, 41: 752-754.
- Badino, G., G. Celebrano, A. Manino and M.D. Ifantidis, 1988. Allozyme variability in Greek Honeybees (*Apis mellifera* L.), *Apidologie*, 19: 377-386.
- Bodenheimer, F.S., 1941. Türkiye’de bal arısı ve arıcılık hakkında etüdler, Merkez Ziraat Mücadele Enstitüsü, Ankara.
- Comparini, A. and A. Biasiolo, 1991. Genetic discrimination of Italian bee, *Apis mellifera ligustica* versus Carniolan bee, *Apis mellifera carnica* by allozyme variability analysis, *Biochemical Systematics and Ecology*, 19: 189–194.
- Dedej, S., A. Biasiolo and R. Piva, 1996. Morphometric and alloenzymatic characterization in the Albanian honeybee population *Apis mellifera* L., *Apidologie*, 27: 121–131.
- Del Lama, M. A., J.A. Lobo, A.E.E. Soares and S.N. Del Lama, 1990. Genetic differentiation estimated by isozymic analysis of Africanized honeybee populations from Brazil and from Central America, *Apidologie*, 21: 271-280.
- Eryümlü, A.Z., 1999. Determination of morphometric and electrophoretic variation in honeybee (*Apis mellifera* L) populations of Aegean Region of Turkey, Ms. Thesis, METU, Ankara.
- Gençler, G., 1998. Determination of morphometric and electrophoretic variation in honeybee (*Apis mellifera* L) populations of Northwestern Anatolia, Ms. Thesis, METU, Ankara.
- Hadımoğulları, N., 2000. Determination of genetic variation in honeybee (*Apis mellifera* L.) populations of Hatay and Southeastern Anatolia, Ms. Thesis, METU, Ankara.
- Harris, H. and D.A. Hopkinson, 1976. Handbook of Enzyme Electrophoresis in Human Genetics, North-Holland Publishing Company, Amsterdam, 400 p.
- Kandemir, İ., 1994. Electrophoretic variation in the honeybee populations (*Apis mellifera* L.) in Bala, Ankara, Ms. Thesis, METU, Ankara.
- Kandemir, İ. and A. Kence, 1995. Allozyme variation in Central Anatolian honeybee (*Apis mellifera* L.) populations, *Apidologie*, 26: 503–510.
- Kandemir, İ., 1999. Genetic and morphometric variation in honeybee populations (*Apis mellifera* L.) in Turkey, Ph.D. Thesis, METU, Ankara.
- Kandemir, İ., M. Kence and A. Kence, 2000. Genetic and morphometric variation in honeybee (*Apis mellifera* L.) populations of Turkey, *Apidologie*, 31: 343–356.

- Kandemir, İ., M. Kence and A. Kence, 2005. Morphometric and electrophoretic variation in different honeybee (*Apis mellifera* L.) populations, Turk J. Vet. Animal Science, 29: 885-890.
- Maa, T. C., 1953. An inquiry into the systematics of the Tribus Apidini or honeybees (*Hymenoptera*), Treubia, 21: 525-640.
- Ruttner, F., 1988. Biogeography and taxonomy of honeybee, Spriger-Verlag, Berlin, 284p.
- Sheppard, W.S. and S.H. Berlocher, 1984. Enzyme polymorphism in *Apis mellifera* from Norway, Journal of Apiculture Research, 23: 64-69.
- Sheppard, W.S. and S.H. Berlocher, 1985. New allozyme variability in Italian honeybees, The Journal of Heredity, 76: 45-48.
- Sheppard, W.S. and B.A. McPheron, 1986. Genetic variation in honeybees from an area of racial hybridization in western Czechoslovakia, Apidologie, 17: 21-32.
- Vallejos, E., 1983. Enzyme Activity Staining, Isozymes in Plant Genetics and Breeding, Eds: Tanksley S.D., Orton T.S., Part A, Elsevier Publ., Amsterdam, 469-516.