

638.12 (560,4)

K 33 0

4^e



TÜBİTAK

TÜRKİYE BİLİMSEL VE
TEKNİK ARAŞTIRMA KURULU

ORTA ANADOLU ARISI (*Apis mellifera* L.)'NİN
POPULASYON STRÜKTÜRÜ ÜZERİNDE MORFOMETRİK VE
ELEKTROFORETİK ÇALIŞMALAR

1997-507

PROJE NO: TBAG-1021

1-91

Temel Bilimler Araştırma Grubu

Basic Sciences Research Grant Committee

638.12 (560.4)
K 33 0

TÜRKİYE BİLİMSEL ve
TEKNİK ARAŞTIRMA
KURUMU KÜTÜPHANESİ

ORTA ANADOLU ARISI (*Apis mellifera* L.)'NİN
POPULASYON STRÜKTÜRÜ ÜZERİNDE MORFOMETRİK VE
ELEKTROFORETİK ÇALIŞMALAR

1997-507

PROJE NO: TBAG-1021

1-31
(62)

Prof.Dr. Aykut KENCE
Uzm. Yavuz DARENDELİOĞLU

KASIM 1993
ANKARA

Bağın, Şubat 1994

16356

TEŞEKKÜR

Bu çalışmaya yaptığı katkılardan dolayı Türkiye Kalkınma Vakfı (TKV)'na teşekkür ederiz. TKV'den Zir. Müh. Ahmet İNCİ, Zir.Müh. Tamer HAZAR, Doç.Dr. Ertaç TUTKUN, Zir. Müh. Bahri YILMAZ'a gösterdikleri yakın ilgi ve destekten dolayı şükran borçluyuz. Ayrıca Bala ilçesinin konuksever köylülerine bu çalışmada yaptıkları işbirliği için sonsuz teşekkürlerimizi sunarız. Bala ilçesi kaymakamı Mehmet Seyman ve İlçe ziraat mühendisi Haşimi TOKSOY'a örnekleme aşamasında gösterdikleri ilgi ve yardım için teşekkürü borç biliriz. Bu projede yarı zamanlı eleman olarak görev yapan, örnekleme sırasında ve laboratuvar aşamasındaki yardımlarından dolayı İrfan KANDEMİR, Gaye EREN, Uygur TAZEBAY ve Mustafa SEYHAN'a da teşekkürlerimizi sunarız. Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK)'a bu çalışmanın gerçekleşmesinde maddi destek sağladığı için ayrıca teşekkür ederiz(30.11.1993).

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	i
İÇİNDEKİLER	ii
TABLolar	iii
ŞEKİLLER	v
1.GİRİŞ	1
2.GELİŞME	8
2.1.Morfometri	8
2.1.1.Materyal	8
2.1.2.Yöntem	9
2.1.2.1.Arı örneklerinin toplanması	9
2.1.2.2.Arı örneklerinin hazırlanması	9
2.1.2.3.Morfometrik karakterlerin ölçülmesi	9
2.2.Elektroforez	12
2.2.1.Materyal	12
2.2.2.Yöntem	13
2.2.2.1.Arı örneklerinin toplanması	13
2.2.2.2.Arı örneklerinin hazırlanması	15
2.2.2.3.Elektroforez çalışması	15
2.3.Morfometrik ve elektroforetik verilerin analizi	17
3.BULGULAR	22
3.1.Uzamsal otokorelasyon	33
3.2.Temel öğeler analizi	33
3.3.Ayrışım fonksiyonu analizi	53
3.4.Gen frekans yüzeyleri	60
3.5.Grup içi ve gruplar arası varyasyon katsayıları karşılaştırması	60
4.TARTIŞMA	71
5.SONUÇ	83
6.KAYNAKLAR	84

TABLULAR

Tablo 1. Çeşitli bölgelere uyum sağlamış bal arısı alt türleri	1
Tablo 2. Morfometrik çalışmalar kısmında kullanılan malzeme ve cihazlar	8
Tablo 3. Morfometri çalışması için örnek alınan arılıkların adresleri ve arılık sahipleri	11
Tablo 4. Çalışılan karakterlerin listesi	12
Tablo 5. Elektroforezde kullanılan kimyasal malzemeler	13
Tablo 6. Elektroforez örneklemesinin yapıldığı lokasyonların ve arıcıların isimleri	14
Tablo 7. Altı farklı enzimin elektroforez koşulları	16
Tablo 8. Altı farklı enzimin boyama sistemleri	17
Tablo 9. İki seviyeli varyans analizi ile elde edilen lokasyonlar arası varyansların çalışılan karakterlere göre anlamlılıkları	22
Tablo 10. Pgm ve Est enzimlerinin gen frekansları	28
Tablo 11. Hekzokinaz gen frekansları	29
Tablo 12. Malat dehidogenaz gen frekansları	30
Tablo 13. Heterogeneity (G-test) önemlilik testi	31
Tablo 14. Lokasyonların enzim ve populasyon heterozigotluk düzeyleri	32
Tablo 15. Temel öğeler analizinin ilk üç ögesinin toplam varyasyonu açıklama oranları	33
Tablo 16. Temel öğeler analizinin ilk üç ögesine katkıda bulunan karakterlerin ağırlıkları	51
Tablo 17. İlk üç ögenin eigen değerleri, yüzdeleri ve açıkladıkları toplam varyasyon	53

Tablo 18. İlk üç temel ögeye katkıda bulunan değişkenlerin ağırlıkları	53
Tablo 19. Ayırışım fonksiyonu analizinin ilk üç fonksiyonunun toplam varyansı açıklama oranları	56
Tablo 20. Lokasyonların dalgalanan asimetri değerleri	59
Tablo 21. Elektroforez ve morfometri çalışmalarında örnek bulunabilen ortak lokasyonlar	65
Tablo 22. Lokasyonların R_i değerleri	76
Tablo 23. TKV'den alınan iki farklı arının gen frekanslarının ve heterozigotluk düzeylerinin karşılaştırılması	77
Tablo 24. Böceklerde ortalama heterozigotluk düzeyleri	80
Tablo 25. Hymenoptera türlerinde ortalama heterozigotluk düzeyleri	81

ŞEKİLLER

Şekil 1. Bala ilçesi ve köylerinin konumunu gösteren harita	3
Şekil 2. Morfometri çalışmasında ölçülen parametreler	10
Şekil 3. Pgm fenotipleri	24
Şekil 4. Est fenotipleri	24
Şekil 5. Mdh fenotipleri	26
Şekil 6. Hk fenotipleri	26
Şekil 7. Gpi fenotipleri	27
Şekil 8. Me fenotipleri	27
Şekil 9. WT3 parametresi için Moran (I) korelogramı	34
Şekil 10. WT4 parametresi için Moran (I) korelogramı	35
Şekil 11. HT5 parametresi için Moran (I) korelogramı	36
Şekil 12. ASR parametresi için Moran (I) korelogramı	37
Şekil 13. FeLR parametresi için Moran (I) korelogramı	38
Şekil 14. TiLR parametresi için Moran (I) korelogramı	39
Şekil 15. MeLR parametresi için Moran (I) korelogramı	40
Şekil 16. MeWR parametresi için Moran (I) korelogramı	41
Şekil 17. aR parametresi için Moran (I) korelogramı	42
Şekil 18. bR parametresi için Moran (I) korelogramı	43
Şekil 19. L1R parametresi için Moran (I) korelogramı	44
Şekil 20. L2R parametresi için Moran (I) korelogramı	45
Şekil 21. WR parametresi için Moran (I) korelogramı	46
Şekil 22. Est alelleri için Moran(I) korelogramı	47
Şekil 23. Pgm aleli için Moran(I) korelogramı	47
Şekil 24. Hk alelleri için Moran(I) korelogramı	48

Şekil 25. Mdh alelleri için Moran(I) korelogramı	48
Şekil 26. Morfometri verileri ile temel ögeler analizi(iki öge)	49
Şekil 27. Morfometri verileri ile temel ögeler analizi(üç öge)	50
Şekil 28. Elektroforez verileri ile temel ögeler analizi(iki öge)	52
Şekil 29. Elektroforez verileri ile temel ögeler analizi(üç öge)	52
Şekil 30. Morfometri verileri ile aysırışım fonksiyonu analizi(iki öge)	54
Şekil 31. Morfometri verileri ile aysırışım fonksiyonu analizi(üç öge)	55
Şekil 32. Morfometri fenogramı	57
Şekil 33. Elektroforez dendogramı	58
Şekil 34. Pgm gen frekans yüzeyleri	61
Şekil 35. Est gen frekans yüzeyleri	62
Şekil 36. Mdh gen frekans yüzeyleri	63
Şekil 37. Hk gen frekans yüzeyleri	64
Şekil 38. Morfometrik parametrelerin lokasyonlar arası ve lokasyonlar içi varyasyon katsayılarının aynı grafikte gösterimi	66
Şekil 39. Morfometrik parametrelerin lokasyonlar arası ve lokasyonlar içi varyasyon katsayılarının logaritmik grafiği	67
Şekil 40. Elektroforez ve morfometri verileri ile yalnız ortak lokasyonlar kullanılarak elde edilen iki boyutlu temel ögeler analizi	68
Şekil 41. Elektroforez ve morfometri verileri ile yalnız ortak lokasyonlar kullanılarak elde edilen üç boyutlu temel ögeler analizi	68
Şekil 42. Elektroforez verileri ile elde edilen heterozigotluk düzeyi ve morfometri verileri ile elde edilen varyasyon katsayılarının karşılıklı eksenlerde çizimi	69

1. GİRİŞ:

Bal arısı (*Apis mellifera* L.) bir çok özelliğiyle diğer canlılardan ayrılan ilginç bir böcek türüdür. Gerçekte tropikal kökenli bir grup olmalarına karşın, bal arıları, insanların da aracılığıyla bugün dünyanın dört bir yanına yayılmışlardır (1,2,3) (Tablo 1).

Alttür ismi	Bulunduğu bölge
<i>A.mellifera yemenitica</i>	Afrika & Suudi Yarımadası
<i>A.mellifera litorea</i>	Afrika
<i>A.mellifera lamarkii</i>	Afrika
<i>A.mellifera adansonii</i>	Afrika
<i>A.mellifera capensis</i>	Afrika
<i>A.mellifera unicolor</i>	Madagaskar
<i>A.mellifera sahariensis</i>	Afrika
<i>A.mellifera scutellata</i>	Afrika
<i>A.mellifera syriaca</i>	Orta Doğu
<i>A.mellifera monticola</i>	Afrika
<i>A.mellifera meda</i>	Orta Doğu ve Anadolu
<i>A.mellifera cypria</i>	Avrupa
<i>A.mellifera iran</i>	Orta Doğu
<i>A.mellifera anatoliaca</i>	Anadolu
<i>A.mellifera sicula</i>	Sicilya, İtalya
<i>A.mellifera adamii</i>	Kıbrıs
<i>A.mellifera caucasia</i>	Anadolu
<i>A.mellifera intermissa</i>	Afrika
<i>A.mellifera iberica</i>	Avrupa
<i>A.mellifera mellifera</i>	Avrupa
<i>A.mellifera ligustica</i>	Avrupa
<i>A.mellifera carnica</i>	Avrupa
<i>A.mellifera cocropia</i>	Avrupa

Tablo 1. Çeşitli bölgelere uyum sağlamış bal arısı alttürleri

Ülkemizde arıcılık ve bal üretimi önemli bir yer tutar. Anadolu'da arıcılığın köklü bir geçmişi olduğu bilinmektedir. Çatalhöyük'te yapılan kazılarda arıları balözü toplarken ve petekler üzerinde gösteren resimler bulunmuştur (4). Söz konusu resimlerin yaklaşık 10 bin yıllık olduğu ve bal üzerinde ilk yazılı belgelerden binlerce yıl daha eski olduğu bilinmektedir. Hititlerde arıcılığın gelişmiş olduğunu yine o döneme ait belgelerden öğreniyoruz (5). Boğazköy'de bulunan Hitit yazıtlarından bir birim balın, aynı birimdeki tereyağına eşit olduğunu ve bir bal arısı kolonisinin bir koyuna eşdeğer olduğu anlaşılıyor.

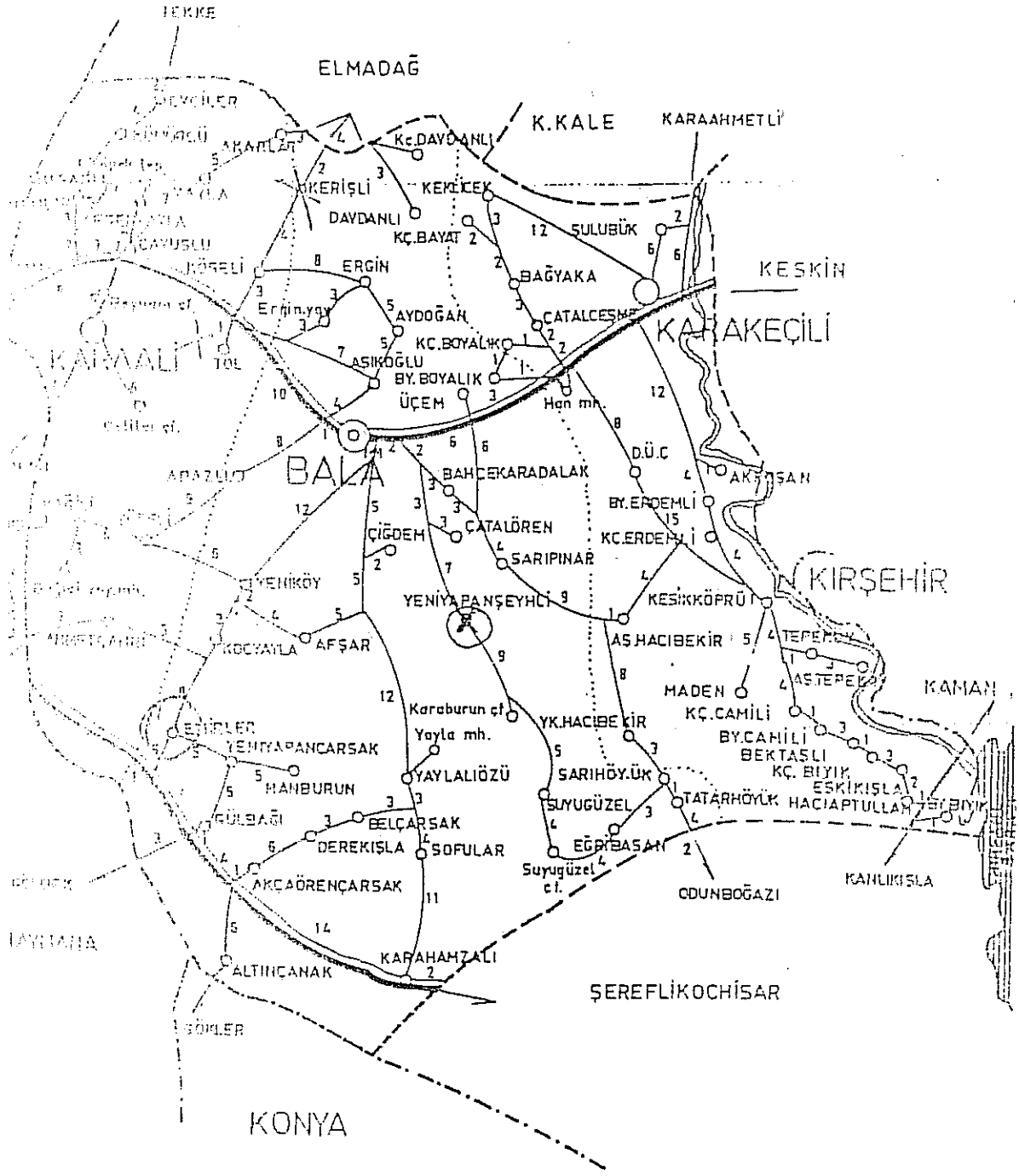
Bal arısı topluluklarının Anadolu'da onbinlerce yıldan beri var olmalarının bir sonucu olarak, yerel ekolojik koşullara uyum sağladıkları ve farklılaştıkları bilinmektedir. Bir çok yabancı (1,5,6) ve yerli (2,7) araştırmacıya göre Anadolu'da çeşitli arı ırkları vardır; ancak bu ırklar için henüz kabul edilir bir sınıflandırma yapılmamıştır. Bu araştırmacılar gelecekte yeni soyların oluşturulmasında Anadolu ırklarının önemli bir rol oynayacağını belirtmekte, bu bölgelerdeki genetik kaynakların araştırılmayı beklediğini eklemektedirler. Türkiye gibi ana arı yenileme geleneğinin olmadığı yerlerde genetik çeşitliliğin yüksek olması beklenmektedir (8). Şu ana kadar sözkonusu arı ırklarının bir envanteri yapılmamıştır.

Türkiye'de son yıllarda hızla gelişen gezginci arıcılık nedeniyle ülkenin bal arısı popülasyonlarında gen havuzları giderek homojen bir yapı kazanmakta ve genetik varyasyon kaybolma tehlikesiyle karşı karşıya bulunmaktadır. Bu nedenle ülkemizin bal arısı popülasyonlarındaki çeşitliliğin saptanması, gen kaynaklarının korunması açısından da önem kazanmaktadır.

Bu amaç doğrultusunda Orta Anadolu bölgesinden aranan özelliklere sahip bir bölge çalışma alanı olarak seçilmiştir (Şekil.1). Ankara iline bağlı Bala ilçesi ve köylerinin çalışma alanı olarak seçilmesinin gerekçeleri:

1.Sözkonusu bölgenin bazı köylerinde atalarından miras olarak kendilerine intikal eden arı kolonileri ile, halen ilkel ve yarı-ikel yöntemlerle arıcılık yapılagelmektedir. Bu nedenle, bu tür arıcılar Ana arı yenileme, yapay tohumlama vb. tekniklerden haberdar olmadıkları ve dolayısıyla Ana arı yenileme alışkanlığından yoksun oldukları için, bölgede yerel koşullara uyum sağlamış arı popülasyonu bulunması olasılığı vardır. Böyle bir popülasyonun bulunması analizlerde referans oluşturması bakımından önemlidir.

BALA



Şekil 1. Bala ilçesi ve köylerinin konumunu gösteren harita. Bala ilçesi Ankara'ya 60 km. uzaklıkta bulunmaktadır.

2. Sözkonusu bölgenin tarım alanlarının Konya-Ankara karayoluna yakın olan bazı kesimlerinde ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) yetiştirilmektedir. Ayçiçeği tarlaları gezginci arıcılar tarafından tercih edilen yerlerdir. Arı kolonilerini ülkenin bir kesiminden diğer bir kesimine transfer ederken, belirli bir süre kolonilerini güçlendirmek ve bu esnada ayçiçeği balı elde etmek üzere, bu bölgede yazın belirli dönemlerinde gezginci arıcılara ait koloniler bulunmaktadır.

Bölgeye dışarıdan getirilen bal arısı kolonileri ile bölgenin yerel bal arısı kolonileri arasında gen alışverişi olabilir. Ana arının biyolojisi gereği çiftleşmesini kovan dışında ve açık arazide yapması esnasında 5-10 km çapındaki alanda bulunan kolonilerin erkek arıları ile çiftleşmesi, bölgeye gelen yabancı koloniler ile bölgeye ait koloniler arasında bir gen alışverişi gerçekleşebilir. Bu durum, bölgenin bal arısı popülasyonlarına dışarıdan gen akışı sağlayabilmektedir. Böyle bir popülasyon yapısı da, bu çalışmada hibritleşmenin boyutunu ve bal arıları üzerindeki mikroevrimsel faktörleri inceleyebilmek açısından uygun bir popülasyon strüktürü oluşturmaktadır.

3. Bala ilçe merkezinin üniversitemize, dolayısı ile araştırma merkezimize 60Km. mesafede bulunması, ayrıca diğer il ve ilçelerin benzeri bir bal arısı popülasyonuna sahip olmamaları nedeniyle Bala ilçesi ve köyleri çalışma bölgesi olarak seçilmiştir.

Arılar bal üretiminde ve tozlaşmada rol oynayarak gerek ekonomiye gerekse tarıma katkıda bulunurlar. Ülkemizde bir tarım ülkesi olması ve daha önce önemlerinin kavranılmamış olması bizleri bu canlılarla çalışmaya yöneltmiştir.

Türkiye'nin bal arıları üzerinde yapılan ilk taksonomik sınıflandırma çalışmasına 1941 yılında rastlanmaktadır. 1941 Yılında Bodenheimer (6) ülkemize gelerek bal arıları üzerinde morfometrik çalışmalar yapmıştır. Bu çalışmasının

sonucunda, Türkiye'yi bal arısı ırklarına göre yedi bölgeye ayırmıştır. 1953 Yılında Maa, Anadolu arısını (*Apis mellifera anatoliaca*) karakterize etmiş ve morfometrik özelliklerini tanımlamıştır (1,2,3,4,5,7,62).

Maa'nın (62) çalışmasından 30 yıl sonra, 1983 yılında Brother Adam (5) ülkemizdeki bal arılarını, canlı kolonileri, arıların görünüm ve davranışlarını inceleyerek Bodenheimer'in bulgularına yakın sonuçlar çıkarmıştır. Brother Adam'a göre Türkiyenin batısında, güney- doğusunda, kuzey-doğusunda ve orta Anadolu da olmak üzere belirgin dört bal arısı bulunmakla birlikte, diğer kesimlerdeki bal arıları da bu dört belirgin bal arısının hibridleridir.

Brother Adam, hem ülkemize yaptığı seyahatler esnasında, hemde ülkemizden İngiltereye götürdüğü koloniler üzerinde Anadolu arısının davranış ve performansını yaklaşık 30 yıl süre ile incelemiştir. Bu incelemesinin sonucunda Anadolu arısının sert iklim koşullarına uyum sağlaması ve nektar toplamaktaki çabukluğu gibi özelliklerine dikkat çekmiştir (5).

Türkiye'de bulunan arılar hakkındaki bilgiler Ruthner (1), Maa (62) ve Brother Adams (5)'in yukarıda sözü edilen, davranışsal ve morfometrik çalışmalara dayanmaktadır.

Türkiyenin bal arıları üzerinde yapılmış olan yukarıda bahsedilen çalışmalar dışında başkaca bir taksonomik ve morfometrik çalışmaya rastlanmamaktadır. Oysa, yukarıdaki çalışmaların yapıldığı yıllardan günümüze kadar arıcılık konusunda birçok gelişmeler olmuştur (2,7). Kara kovan adı verilen ilkel kütük kovanlar yerine fenni kovanlar yaygınlaşmıştır. Fenni kovanların taşıma ve nakliyesinin kolay olması ile birlikte Türkiye'nin bitki örtüsünün yılın farklı zamanlarında farklı özellikte bal çeşitleri üretmeye uygun olması gezginci arıcılığı özendirmiştir.

Gezginci arıcalar için nektar akış döneminde ana arının veriminin azalması önemli bir problemdir. Çünkü, bu dönemde koloninin yeniden ana arı yetiştirilmesi koloninin nektar toplama dönemini verimsiz geçirmesine, bunun sonucunda da bal veriminin düşmesine neden olmaktadır. Bu nedenle, gezginci arıcalar bu gibi durumlarda kullanılmak üzere çiftleşmiş ve yumurtlamaya hazır ana arı temin ederek eski ana arıyı değiştirirler (7).

Son yıllarda moleküler biyolojik ve biyokimyasal metotların gelişmesiyle, çalışmaların çoğu bu yöne kaymış, ve bu yöntemler genetikte, taksonomide, ekolojide yani biyolojinin hemen hemen bütün dallarında kullanılmaya başlanmıştır (9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,23).

Elektroforez bu yöntemlerden sadece birisidir. Elektroforez proteinlerin, amino asitlerin, DNA ve RNA'nın elektrik akımı ve uygun pH'daki tampon solüsyonlarda moleküllerin üzerlerinde bulunan net elektrik yüküne, molekül büyüklüklerine, ve şekillerine göre ayrıştırılması işlemidir (24,25).

Çok çeşitli elektroforez türü olmasına karşın amaç hepsinde aynıdır. Bunlardan birkaçı poliakrilamid jel, agaroz jel, nişasta- agaroz jel, selüloz asetat jel, nişasta jel'dir (25).

1970'lerden sonra değişik elektroforez teknikleri arılarda da çokça kullanılmıştır (9,10,11,12). Sadece arılarla değil aynı zamanda karasinek'te (*Musca domestica*) (13,14,18,26,27), sirke sineğinde (*Drosophila athabance*) (15), çamda (28), insanda (16,17,29) diğer bir deyişle haploit, diploit, haplo-diploit hemen hemen bütün canlı gruplarında elektroforez yöntemi kullanılmıştır.

Canlılarda bulunan genetik varyasyon iki şekilde ölçülebilir. İlki polimorfik lokus sayısına göredir (30). Polimorfizm, çok çeşitlilik, bir karakter bakımından birden fazla alternatifin bulunması anlamına gelmektedir. Değişik formların oluşması organizmalarda meydana gelen genetik değişikliklerden kaynaklanmaktadır.

Elektroforez ile canlılarda bireysel ve populasyon düzeyinde çeşitli enzimler, proteinler çalışabilmekte ve bu çalışmalardan şu sorulara cevap bulabilmekteyiz; enzimlerin kaç değişik lokustan oluştuğu, bu lokuslardaki alel sayıları ve en önemlisi populasyon düzeyinde gen frekanslarını öğrenebilmekteyiz (26). Ayrıca bu çalışmalarda bireysel olarak enzim fenotiplerini de belirleyebiliriz.

Yeryüzünün en önemli gen merkezlerinden birinde bulunan Türkiye'nin sahip olduğu biyolojik zenginliklerini ülke kalkınmasında kullanabilmek ve bu ekonomik potansiyeli harekete geçirebilmek için öncelikle bu zenginlikler bakımından ne durumda olduğumuzu bilmek gerekir (8). Türkiye'nin bal arıları yeterince çalışılmamış ve bal arıları hakkında yeterli bilgi edinilmemiştir. Bu çalışmada ülkemizin Biyolojik zenginliklerinin korunması açısından bal arısı (*Apis mellifera* L) türünde genetik varyasyonun incelenmesi amaçlanmıştır.

Yukarıdaki sözü edilen gerekçelerden dolayı bu çalışmada Orta Anadolu bal arısının morfometrik ve elektroforetik olarak karakterize edilmesi ile birlikte; bölgedeki bal arılarının populasyon strüktürünü araştırmak ve uzamsal otokorelasyon analizi ile bölgedeki populasyonlarda rol alan mikroevrimsel faktörler hakkında bilgi edinilmesi amaçlanmıştır(53).

2. GELİŞME

2.1. MORFOMETRİ

2.1.1. Materyal

Örnek toplama esnasında portatif buzluk ve plastik kaplar kullanılmıştır. Ölçüm esnasında kullanılan mikroskop ve kamera sistemi ile analizlerde kullanılan bilgisayar ve programlar Tablo.2'de verilmiştir.

1.Dondurma kabı
2.Buz kutusu
3.Buz dolabı
4.Tül
5.Paket lastiği
6.Arıcılık malzemeleri
a)Körük
b)Maske
c)El demiri
d)Antihistaminik
7.Örnek kayıt dosyaları
8.Böcek iğnesi
9.Styraptor
10.Bimoküler mikroskop:BAUSCH & LOMB, 10x(0.7x-3x), mikrometrelili
11.CCD Kamera:HUND-Wetzlar, CCD-290
12.Monitör: Telefunken 55/E, Düz Kare
13.Bilgisayarlar
a)IBM-PC, 80386, aritmetik işlemcili
b)IBM-PC, 80486DX
c)IBM3090-VM, Main frame
d)UNISYS,BORROUGHS-A9F, Main frame
e)Yazıcılar: IBM-Proprinter, HP-Lajer Jet Series 4
14.Programlar
a)SPSS, Ver:CMS, Rel:5.6
b)SAAP, Ver:2.3
c)BIOM, F.James Rohlf, 1986
d)NTSYS, F.James Rohlf, 1986, Ver:0.99
e)Harward-Graphics, Ver:3.0

Tablo 2. Morfometrik çalışmalar kısmında kullanılan malzeme ve cihazlar.

2.1.2. Yöntem

2.1.2.1. Arı örneklerinin toplanması:

Morfometri çalışması için gereken arı örnekleri Temmuz 1990 ile Ekim 1990 tarihleri arasında alınmıştır. Örnekleme yapmak üzere Bala ilçesine ait köylerin tümü taranmıştır. Örnekleme yapılacak lokasyon sayısının analizler için gereken sayıya ulaşabilmesi için, çalışma alanı genişletilerek komşu il ve ilçelerde arıcılık yapılan köyler de taranmıştır. Toplam 83 köy ziyaret edilmiştir. Bu köylerden 40 tanesinde arı bulunmuş ve her lokasyondan 20 örnek alınmıştır. Toplanan örnekler, toplandığı yerde etiketlenerek numaralanmıştır. Ayrıca, örnek alınan arıların sahibinden arıları hakkında bilgi alınmıştır. Bu bilgiler de örnek numarası ile kayıt edilmiştir. Örnekleme yapılan lokasyonların listesi Tablo 3'te verilmiştir.

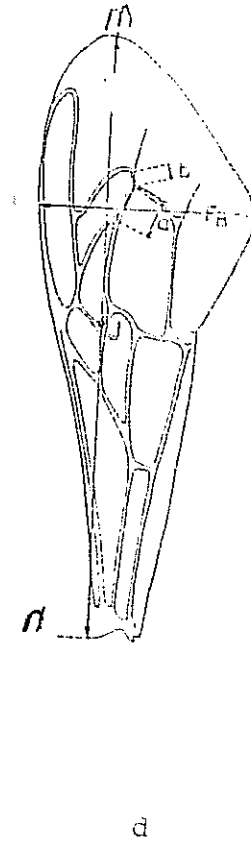
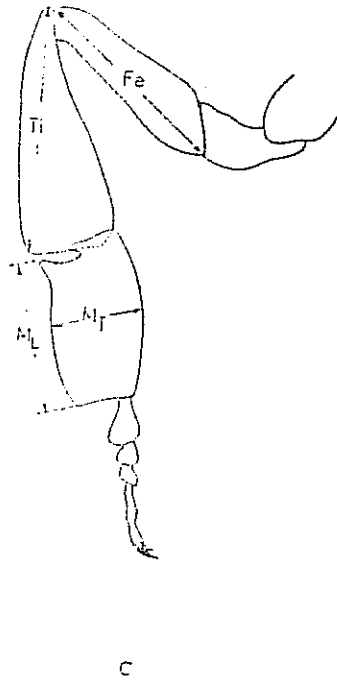
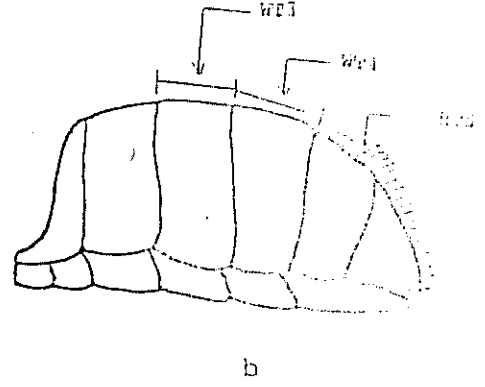
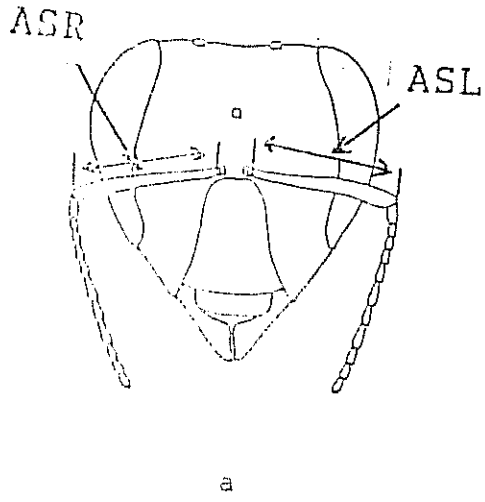
2.1.2.2. Alınan örneklerin hazırlanması:

Morfometrik çalışma (38) için alınan canlı arı örnekleri, buz içerisinde ölmeye terkedilmiştir. Bu işlemden sonra, arılar iğnelenerek ve etiketlenmiştir. Örnekler üç aşamada hazırlanmıştır:

1. Aşamada arılar bütün halde muhafaza edilerek üzerlerinden vücut ve anten değerleri (Şekil 2) ölçülmüştür. 2. ve 3. aşamalarda ise arının kanat ve bacakları ayrılarak lam üzerine sabitlenmiştir.

2.1.2.3. Morfometrik karakterlerin ölçülmesi

Morfometrik analiz amacı ile her arıdan 23 parametre ölçülmüştür. Ölçülen parametreler Şekil 2'de listesi ise Tablo 4'te verilmiştir. Ön kanat uzunluğu teknik nedenlerle iki bölüm halinde ölçülmüştür. L1L ve L1R parametreleri ön kanat uzunluğunun ilk yarısını, L2L ve L2R parametreleri de kanat uzunluğunun ikinci yarısını ifade etmektedir.



Şekil 2. Morfometri çalışmasında ölçülen parametreler. a) baş kısmından, b) abdomenden, c) bacadan ve d) kanattan ölçülen parametreler.

Lok. No:	Lokasyonun ve örneklenen arılığın tanımı
1	TİGEM- Bala üretim çiftliği
2	Kesikköprü öğrenci yurduna ait arı kovanları
3	Kesikköprü, Taner Şahin
4	Kesikköprü, İbrahim Zerzevatçı
5	Bektaşlı, Arif Alpay
6	Tol köyü, Niyazi Ekerci
7	Gümalan köyü (ÇANKAYA)
8	Beynam, Muğlalı gezginci arıcı
9	Esenyayla, Osman Şimsek
10	Esenyayla, Osman Pektaş
11	Telke köyü (ELMADAĞ)
12	Yayla, Mustafa Karataş
13	Akarlar, Necati Tosun
14	Süleymanlı (ELMADAĞ)
15	Süleymanlı, Muğlalı gezginci arıcı
16	Kerişli, Mustafa Özçelik
17	Ergin, Ahmet Gündoğmuş
18	Aydoğan, İsmet Gürbüz
19	Aşıkoğlu, Ali Altıntop
20	Aşağı Hacıbekir, Fahri Kadıkıran
21	Yukarı Hacıbekir, Fevzi Akgün
22	Sarıhöyük, Cemalettin Yıldız ve Musa Belveren
23	Suyugüzel, Ramazan Kılıç
24	Yeniyapanşeyhli, Mustafa Sakal
25	Çiğdemli, Yaşar Can
26	Avşar, Rıza Küçük
27	Ahmetçayır, Hamza Esen
28	Emirler (GÖLBAŞI)
29	Gülbağı, Üçler Avcı
30	Gölbek (GÖLBAŞI)
31	Kömüşini (KONYA)
32	Belçarsak (KONYA)
33	Karaoğlan (GÖLBAŞI)
34	Oğulbey (GÖLBAŞI)
35	Abazlı, Demirci Hasan
36	Yörelî, Hayati ve Necati Demirkıran
37	Bağıcı, Hüseyin Sarıhan
38	Bağyaka, Ali Topuz
39	Küçükbayat, Ahmet Bayat
40	Keklice, Mehmet Yaman

Tablo 3. Morfometri çalışması için örnek alınan arılıkların adresleri ve arılık sahipleri. Bala ilçesine ait olmayan lokasyonların ait oldukları il veya ilçe parantez içerisinde verilmiştir.

(a)	(b)
ASR : Sağ anten segmenti ASL : Sol anten segmenti WT3 : 3. tergit genişliği WT4 : 4. tergit genişliği HT5 : 5. tergitteki kıl uzunluğu	aL : Kübital indeks (a) değeri, Sol bL : Kübital indeks (b) değeri, Sol L1L : Sol ön kanat 1. uzunluğu L2L : Sol ön kanat 2. uzunluğu WL : Sol ön kanat genişliği aR : Kübital indeks (a) değeri, Sağ bR : Kübital indeks (b) değeri, sağ L1R : Sağ ön kanat 1. uzunluğu L2R : Sağ ön kanat 2. uzunluğu WR : Sağ ön kanat genişliği

(c)
FeLL : Femur uzunluğu, Sol TiLL : Tibia uzunluğu, Sol MeLL :Metatarsus uzunluğu, Sol MeWL :Metatarsus genişliği, Sol FeLR : Femur uzunluğu, Sağ TiLR : Tibia uzunluğu, Sağ MeLR : Metatarsus uzunluğu, Sağ MeWR :Metatarsus genişliği, Sağ

Tablo 4. Çalışılan karakterlerin listesi. (a) Vücut ve antenlerden, (b) Ön kanatlardan ve (c) Arka bacaklardan ölçülen morfometrik karakterler

2.2. ELEKTROFOREZ

2.2.1. Materyal

Gerekli olan sabit aletler değişik firmalardan satın alınmış ve laboratuvarında monte edilmiştir. Tampon solüsyonlarının hazırlanmasında, nişasta jelin hazırlanmasında ve boyamalarda gerekli olan bütün kimyasal malzemeler Amerikan "Sigma Chem.Company" den satın alınmıştır. Kullanılan malzemeler Tablo 5'te gösterilmiştir.

2.2.2. Yöntem

2.2.2.1. Arı örneklerinin toplanması

Elektroforez çalışması için gereken arı örnekleri Ankara'nın Bala ilçesine bağlı 43 köyden toplanmıştır. Elektroforez çalışmasında kullanılan lokasyon numaraları ile morfometri çalışmasında numaralar birbirinden farklıdır. Elektroforez örnekleme Ağustos 1992 ile Eylül 1992 tarihleri arasında yapılmıştır. Örnekleme esnasında öncelikle morfometri çalışması için örnek alınan ve arı bulunduğunu bildiğimiz köyler ziyaret edilmiştir. Ancak, bazı köylerde arı kalmadığı ve bazı köylerde ise arıcılığa yeni başlanıldığı gözlenmiştir. Elektroforez çalışması için örnek alınan köylerin listesi Tablo 6'da verilmiştir.

	Kimyasal madde	Marka ve Kodu
1	Metilumbelliferilasetat	Sigma M0883
2	Sodyum fosfat (susuz)	Sigma S3397
3	Sodyum fosfat (sulu)	Sigma S8522
4	Borik asit	Sigma B7901
5	D-Früktoz-6-fosfat	Sigma F3627
6	DL-Laktik asit	Sigma L1250
7	Agar tozu	Sigma A7002
8	Tris	Sigma T1378
9	Nişasta	Sigma S4501
10	Sitrik asit	Sigma C7129
11	NAD	Sigma N7004
12	MTT	Sigma M2128
13	PMS	Sigma P9625
14	Glukoz-6-fosfat dehidrogenaz	Sigma G7877
15	NADP	Sigma N0505
16	Magnezyum klorid	Sigma M0250
17	Glukoz-1-fosfat	Sigma G1259
18	Glukoz-6-fosfat	Sigma G7250
19	Naftil asetat	Sigma N6875
20	Fast mavi BB tuzu	Sigma F3378
21	Metilumbelliferilbutirat	Sigma M7759
22	Fast mavi RR tuzu	Sigma F0500
23	Glukoz	Sigma G8270
24	ATP	Sigma A2383
25	Naftol mavi siyah	Sigma N3393
26	NBT	Sigma N6876

Tablo 5. Elektroforezde kullanılan kimyasal malzemeler.

No	Lokasyon İsmi	Arıcının İsmi
1	TİGEM	Tarım İşletmeleri Genel Müdürlüğü
2	Baraj	Tuncay BEY
3	Bektaşlı	Arif ALTAY
4	Sarıhöyük	Rıfat COŞKUN
5	Sarıhöyük	Cemalettin YILDIZ & Musa BELVEREN
6	Yukarıhacıbekir	Fevzi AYDIN
7	Aşağıhacıbekir	Fahri KADIKIRAN
8	Suyugüzel	Ramazan KILIÇ
9	Esenyayla	Osman ŞİMŞEK
10	Günalan	Yılmaz GÜNGÖR
11	Günalan	Bahattin GÜNGÖR
12	Yeniyapanşeyhli	Mustafa SAKAL
13	Kömürcü	Osman PEKTAŞ
14	Evciler	Mustaaddin DİRİ
15	Tekke	Hatayi YILMAZ
16	Tekke	Satılmış AKKAYA
17	Yayla	Mustafa KARATAŞ
18	Akarlar	Necati TOSUN
19	Süleymanlı	Musa BOSTAN
20	Kerişli	Mustafa ÖZÇELİK
21	Köseli	Mevlut USLU
22	Ergin	Ahmet AYDOĞMUŞ
23	Aydoğan	İsmet GÜRBÜZ
24	Aşıkoğlu	Ali ALTINTOP
25	Keklicek	Naci KANDIRMAZ
26	K.Bayat	Şahin KARTAL
27	Çatalçeşme	Sadrettin CİNKAYA
28	Beynam	Alaaddin YALÇIN
29	Tol	Niyazi EKERCİ
30	Tol	Mehmet A. EKERCİ
31	Abazlı	Hanefi EROĞLU
32	Yörelî	Necati DEMİRKAN
33	Bağıcı	Ali TOPUZ
34	Avşar	Rıza KÜÇÜK
35	Cığdemli	Haydar YALÇIN
36	Yaylalıözü	Ali Osman MIZRAK
37	Belçarsak	Haydar SARI
38	Hanburun	Mehmet KARACAN
39	Gülbağ	Ahmet GÜRKAN
40	Gölbek	Mehmet TETİK
41	Emirler	Bayram KARAKUŞ
42	Ahmetçayırı	İbrahim MIZRAK
43	Ahmetçayırı	Hamza ESEN

Tablo 6. Elektroforez örneklemesinin yapıldığı lokasyonların ve arıcıların isimleri.

Elektroforez çalışması için her kovandan 4-5'er tane olmak üzere toplam her lokasyondan 30-50 arasında arı örneği toplandı. Örnekleme sırasında arılar hakkında bilgiler de sorgulandı.

2.2.2.2. Arı örneklerinin hazırlanması:

Elektroforez çalışması için alınan örnekler sıvı azot tankı içerisinde laboratuvara getirilmiştir. Laboratuvarında, örneklerin torakları distile su (500µl) içerisinde ezildi. Bu şekilde hazırlanan homojenatlar derin dondurucuda (-25°C'de) kullanılabilecek kadar bekletildiler.

2.2.2.3. Elektroforez Çalışması

Biyokimyasal metot olarak yatay nişasta-jel elektroforez yöntemi kullanıldı. Küçük örneklerde daha iyi sonuç vermesi, ekonomik olması, toksik olmaması, daha fazla örneğin aynı anda uygulanması gibi önemli avantajları olduğu için bu metot seçilmiştir.

Arı toraksında bulunan proteinler (Enzimler) elektrik akımında ayrıştırılarak, değişik histokemikal boyama yöntemleriyle gözlenip her lokasyondaki bulgular altı değişik enzim sistemi için toplandı.

Nişasta-jel Shaw & Prasad (1970) ve McDonald'ın (1985) yöntemindeki gibi hazırlandı. Yüzde 12'lik (ağırlık/hacim) nişasta uygun tampon solüsyonunda ateş üzerinde nişasta eriyip berrak hale gelinceye kadar kaynatıldı. Daha içerisindeki hava kabarcıkları su trompu ile alınarak plastik çerçeveler içerisine dökülüp soğumaya bırakıldı. Çerçeve içerisinde ve dış yüzeyin farklı donması elektroforezi etkilediğinden jelin üst (1-2mm) kısmı kesilerek alındı. Metodun geliştirilmesi ile bantlar daha kesin ve güzel görünmeye başlamıştır.

Nişasta jelin soğuması ve üst kısmının kesilmesinden sonra tarak ile açılan yerlere küçük filtre kağıtları, homojenatlara batırılarak ince uçlu bir pens ile uygulanır. Uzun bir jel üzerinde 3-4 değişik uygulama sıraları birbirine paralel olacak şekilde açılabilir, bu yöntem "Piggybacking" ismi (McDonald, 1985) verilir. Bu yöntem ile hem kimyasal maddeden hem de zamandan tasarruf edilmiş olur.

Elektroforezi başlatabilmek için elektrophorez tankına, soğutucuya ve güç kaynağına ihtiyaç vardır. Örneklerin uygulanmasından sonra nişasta jel elektroforez cihazına, soğutma plakasının üzerine konur. Uygun tampon solüsyonunun, her enzim sisteminin kendine özđü bir tampon solüsyonu vardır, her iki rezervuara (anot ve katot rezervuar) konulmasından sonra kapak kapatılır. Güç kaynağında gerilim ve akım değerleri ayarlandıktan sonra deney başlatılır. Enzime bağlı olarak 4-6 saat arasında değişen süre sonunda elektroforez sona erer ve jel boyamaya alınır (Tablo 7).

	Tampon Sistemi	Çalışma ısısı	Voltaj ve Akım	Çalışma süresi	Referanslar
Est-3	Tris-Sitrat pH.7.0	4°C	150V 15mA	5 hrs	Bruckner, 1974 Shaw et al., 1970
Pgm	Tris-Maleik pH.7.4	4°C	170V 30mA	5 hrs	McDonald, 1985 Shaw et al., 1970
Pgi	Tris-Sitrat pH.7.0	4°C	250V 25mA	6 hrs	McDonald, 1985 Shaw et al., 1970
Mdh	Tris-HCl pH. 8.6	4°C	150V 10mA	6 hrs	Smith et al., 1972 Shaw et al., 1970
Me	Tris-HCl pH.8.6	4°C	150V 10mA	6 hrs	Smith et al., 1972 Shaw et al., 1970
Hk	Tris-Sitrat pH.7.0	4°C	150V 15mA	5 hrs	MA Del Lama, 1988

Tablo 7. Altı farklı enzimin elektroforez koşulları

İki farklı boyama sistemi vardır. Birincisi "agar overlay" yöntemi diğerisi ise direk boyamadır. Bu çalışmada sadece histokemikal boyama yapılmış, florojenik boyama kullanılmamıştır. "Agar overlay" yönteminde gerekli olan bütün kimyasal maddeler (Tablo 8) uygun boyama solüsyonu içerisinde (ışık görmeyecek şekilde)

eritilir. Diğer bir yandan agar yine boyama solüsyonunda ateş üzerinde eritilir ve soğumaya bırakılır. Soğuyan agar diğer boya solüsyonu ile karıştırılıp nişasta jel üzerine dökülür. Agar donduktan sonra nişasta jel 37°C'de inkübatöre konular. Yaklaşık 1/2 saat spotlar şeklinde belirirler.

Est	Pgm	Mdh	Me	Hk	Pgi
Tris-HCl pH.7.0 boya tamponu	Tris-HCl pH.8.0 boya tamponu	Tris-HCl pH.8.6 boya tamponu	Tris-HCl pH.8.6 boya tamponu	Tris-HCl pH.7.0 boya tamponu	Tris-HCl pH.7.0 boya tamponu
A-β- Naftil asetat	Glukoz-1-P NADP, MgCl ₂	(-)-L-Malik asit, NAD, PMS,	(-)-L-Malik asit, NADP, PMS,	MgCl ₂ , PMS NADP, MTT Glu-6-Pdehid	Fruktoz-6-P NADP, MgCl ₂
Fast Blue BB tuzu	Glu-6-P- dehid. PMS, MTT, Agar solüsyonu	MTT, Agar solüsyonu	MTT, Agar solüsyonu	Agar solüsyonu	Glu-6-P- dehid. PMS, MTT Agar solüsyonu

Tablo 8. Altı değişik enzimin boyama sistemleri

2.3. Morfometrik ve Elektroforetik verilerin istatistik analizi

Morfometri veriler, ilk olarak, iki seviyeli tek yönlü varyans analizine tabi tutulmuştur.

Elektroforez sonucunda değişik lokasyonlardan alınan bireylerin herbirisinin fenotipi, Heterozigot, homozigot A veya homozigot B şeklinde rapor edilmiştir. Populasyonda bulunan enzimlerin alel frekansları aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$\text{Frekans} = \frac{2 \times \text{Homozigot} + \text{Heterozigot}}{2 \times \text{Toplam Örnek sayısı}} \quad (\text{Formül 1})$$

6 enzim için de bu analiz yapılmıştır.

Heterozigoluk seviyeleri Nei ve Roychoundhry (30)'ye göre hesaplanmıştır.

$$h = \frac{2n(1 - \sum x_i^2)}{2n - 1} \quad (\text{Formül 2})$$

bu formülde n =örnek sayısını, x_i^2 = alel frekansının karesini ifade etmektedir.

Varyasyon ise

$$V(h) = \frac{2}{2n(2n-1)} \{2(2n-2)[\sum x_i^3 - (\sum x_i^2)^2] + \sum x_i^2 - (\sum x_i^2)^2\} \text{ (Formül 3)}$$

ile bulunur. Standard hata ise $V(h)$ değerinin kare kökü alınarak hesaplanabilir. Populasyon heterozigotluğu ise,

$$H = \sum_{j=1}^r h_j / r \quad \text{(Formül 4)}$$

Varyasyon, $V(H) = \frac{V(h)}{r}$ (Formül 5) burada ise $V(h)$ aşağıdaki formüle

göre bulunur. $V(h) = \sum_{j=1}^r (h_j - H)^2 / r - 1$ (Formül 6) göre hesaplandıktan sonra

kare kökü bize yine standart hatayı verecektir. Eala yöresini kapsayacak tek bir heterozigotluk değeri ise yine bu formül ile bulmak kolaydır.

Bölgedeki arı populasyonunun lokasyonlar arasında varyasyon gösterdiğinin anlaşılmasından sonra, hem morfometrik hemde elektroforetik veriler Uzamsal Otokorelasyon Analizine tabi tutulmuştur.

Sistemantik biyolojide ve ekoloji çalışmalarında bir organizmanın coğrafi dağılımı sırasında karakterlerinde meydana gelen değişim izlenebilmektedir. Bu şekilde karakterlerin sözkonusu alan içerisindeki bir lokasyonda gözlenen değeri komşu lokasyonlarda ölçülen değerlere bağımlı olup, olmadığı oldukça önemlidir. Eğer böyle bir bağımlılık varsa, sözkonusu değişken uzamsal otokorelasyon gösterir (39,41,52,53,55,56).

Uzamsal otokorelasyon sonuçlarının değerlendirilmesinde kullanılan iki önemli katsayı vardır. "Moran's I" ve "Geary's C" değerleri

$$\text{Moran's } I = \frac{n \sum_{ij} W_{ij} z_{ij} z_{ij}}{W \sum_i z_i^2} \quad (\text{Formül 7})$$

$$\text{Geary's } C = \frac{(n-1) \sum_{ij} W_{ij} (Y_i - Y_j)^2}{2W \sum_i z_i^2} \quad (\text{Formül 8})$$

Bu formüllerde, n=çalışılan lokasyon sayısı

w_{ij} = i lokasyonu ile j lokasyonu arasındaki ilişkinin ağırlık katsayısı ($w_{ij} = 1$ ye eşit olmayabilir).

z_i = Y değişkeninin i lokasyonundaki değeri ile aynı değişkenin bütün lokasyonlar ortalamasından farkı.

W= Lokasyonlar arasındaki ilişkiler matrisinin toplamıdır.

Moran's I değeri genellikle +1 ve -1 arasında değişir. Geary's C değeri ise komşu lokasyonlar ile pozitif korelasyon durumunda minimum 0 değerini, negatif korelasyon durumunda ise en çok 1 değeri alır. Uzamsal otokorelasyon olmadığı durumlarda Moran's I katsayısının beklenen değeri $1/n-1$ dir. Bu değer Geary's C katsayısı için 1 dir. Moran's I ve Geary's C değerlerinin sonuçları hemen hemen aynı bilgileri vermektedir. Cliff ve Ord yaptıkları Montekarlo Benzetim çalışmaları sonucunda Moran's I katsayısının Geary's C katsayısından daha iyi sonuç verdiğini rapor etmişlerdir (36).

Uzamsal otokorelasyon katsayılarının coğrafi uzaklığa karşı grafik olarak gösterimine Uzamsal Otokorelogram denir. Uzamsal otokorelogramların incelenmesi suretiyle popülasyon strüktürü ve bu strüktürü etkileyen olası evrimsel ve ekolojik faktörler hakkında bilgi edinilebilir (37,44,45,47,48,49,50,51,52,53).

Bir uzamsal otokorelogram kısa mesafe ve uzun mesafede olmak üzere iki kısımda incelenebilir. Kısa mesafede pozitif otokorelasyon uzak mesafeler içeren göç sonucunda olabilir. Bir başka model çevrenin seleksiyon uygulaması ve

sözkonusu alanın fiziksel şartları olabilir. Kısa mesafede negatif otokorelasyon çalışılan alanda küçük heterojen bölgelerin olması ve yoğun seleksiyon baskısı altında görülebilir.

Uzun mesafede pozitif otokorelasyon dairesel veya en azından simetrik mesafelerde görülür. Dairesel bir alanda yarıçapın iki ucundaki lokasyonlar aynı çevresel etkilere maruz kalabilirler. Örneğin bir dağın eteklerinde çevresel olarak yayılmış bir populasyon ya da bir göl etrafında yayılmış olan bir populasyon uzak mesafede pozitif uzamsal otokorelasyon değeri verebilir. Uzun mesafede negatif otokorelasyon, birbirinden farklı olan populasyonların birbirlerinden uzakta olması durumunda görülür.

Uzun mesafede negatif otokorelasyon, kısa mesafede pozitif otokorelasyon ile aynı uzamsal otokorelogramda bir araya gelebilir. Böyle bir yapı büyük alanlara yayılmış olan doğal populasyonlarda görülür. Bu yapıya "Cline" adı verilir.

Yoğun gen akımı, doğal olmayan göç, seleksiyon baskısı ve insan faktörü sonucunda populasyonun gen havuzunun dengesi bozulabilir. Dengelenmemiş bir populasyon da uzamsal otokorelasyon sonucunda "Crazy Quilt" adı verilen otokorelogramlar meydana gelebilir (50,51).

3. Lokaliteler arasındaki gruplaşmayı incelemek üzere veriler Temel Öğeler Analizine (Principal Component Analysis) tabi tutulmuştur. Temel öğeler analizinde varyasyona sahip öğeler eksenler üzerinde 2 veya 3 boyutta incelenirler. Böylece çok boyutlu uzaydaki veriler 2 veya 3 boyuta indirgenirler. Bu yeni eksenler orijinal verilerin linear kombinasyonlarıdır (56,57).

4. Lokaliteler arasındaki gruplaşmayı daha da belirginleştirmek üzere, morfometrik veriler ayrışım fonksiyonu analizine (Discriminant Function Analysis) tabi tutulmuştur (43,56).

5. Bölgedeki arı popülasyonunda lokasyonlar arası fenetik ilişkiyi incelemek üzere morfometrik ve elektroforetik veriler ile fenogramlar oluşturulmuştur (57).

6. Morfometrik bilateral karakterlerin her ikisinden ölçülen veriler Dalgalandan Asimetri (Fluctuating Asymmetry) değerleri hesaplanmak sureti ile arıların lokalitelerdeki genomik koadaptasyonu incelendi (40,42,46,54).

7. Elektroforez sonucunda elde edilen gen frekansları Bala bölgesi haritası yüzeyinde çizdirilmiştir.

TURKİYE İÇİŞLERİ BAKANLIĞI
TEKNİK ARAŞTIRMALAR
KURUMU KÜTÜPHANESİ

3. BULGULAR

Morfometrik veriler ilk olarak iki seviyeli varyans analizi ile incelendiğinde, lokasyonlar arasındaki varyasyon anlamlı çıkmıştır. İncelenen 23 parametreden 3 tanesi 0.05 anlamlılık derecesine göre anlamlı çıkmamıştır. Bu parametreler sırası ile ASL, FeLL ve FeLR karakterleridir. Diğer parametrelerden 14 tanesi 0.001 anlamlılık derecesine göre, 4 tanesi 0.01 anlamlılık derecesine göre ve 2 tanesi de 0.05 anlamlılık derecesine göre anlamlı bulunmuştur. Bu bulgular Tablo 9'de verilmiştir.

Adı	Anlamlılık derecesi	Adı	Anlamlılık derecesi
WT3	***	MeWR	***
WT4	***	aL	**
HT5	***	bL	***
ASR	**	L1L	**
ASL	ns	L2L	***
FeLL	ns	WL	***
TiLL	***	aR	*
MeLL	***	bR	***
MeWL	***	L1R	**
FeLR	ns	L2R	***
TiLR	***	WR	***
MeLR	*		

Tablo 9. İki seviyeli varyans analizi ile elde edilen lokasyonlar arası varyansların çalışılan karakterlere göre anlamlılıklarının karşılaştırılması.

Not: .05, .01 ve .001 değerlerinin F değerleri 87 serbestlik derecesine göre harmonik interpolasyon yöntemi ile hesaplanmıştır (31,32).

$$F_{.05}_{[87,\alpha]}=1.258, \quad F_{.01}_{[87,\alpha]}=1.377, \quad F_{.001}_{[87,\alpha]}=1.530$$

Orta Anadolu (Bala, Ankara) bal arılarında (*A.mellifera* L) genetik varyasyon biyokimyasal metodlar kullanılarak da belirlenmiştir. Genetik varyasyon ölçümünde 6 değişik enzim sistemi, Fosfoglukomutaz (Pgm), Esteraz (Est), Fosfoglukozizomeraz (Pgi), Malatdehidrogenaz (Mdh), Malikenzim (Me), Hekzokinaz (Hk) kullanıldı. Kullanılan enzimler daha önce birçok defa arılarda denenmiş ve polimorfik oldukları gösterilmiştir (9,12,20,21,22). Sunulan çalışmada ise çalışılan 6 enzim sisteminden sadece 4 tanesinde varyasyon tespit edilmiştir.

Fosfogluktomutaz (pgm) (E.C. 5.4.2.2, önce 2.5.7.11)

Fosfoglukomutaz çalışmamızda en çok varyasyona rastlanan enzimdir. 43 lokasyondan 30 tanesinde varyasyon bulunmuştur. Bu enzim monomer yapıda olup bir lokus ve iki alelden meydana gelmektedir. Pgm-1.00 ve Pgm-1.50 olarak isimlendirilen bu alellerin frekansları (Genel alel için) 0.757-1.000 arasında değişmektedir. Fosfoglukomutaz enzimi için 3 fenotip belirlenmiştir (Şekil 3).

İki homozigot fenotipten birisi Pgm 1.00 değeri ise Pgm 1.50 alelini taşımaktadır. Heterozigot bireylerde heriki bant birden görünmektedir. Arılar haplo-diploid eşey belirleme sistemine sahip olduklarından erkek arılarda sadece homozigot bireyler bulunmaktadır.

Esteraz (Est) (E.C. 3.1.1.)

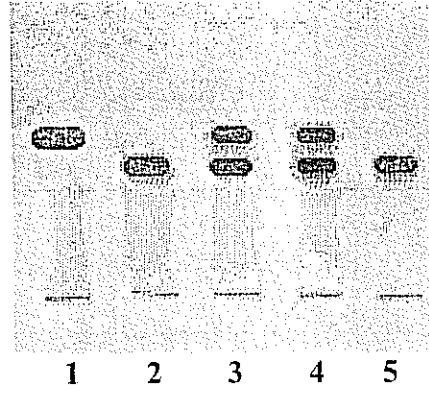
Arılarda esteraz çok çalışılmış ve 6 değişik lokustan oluşan bir enzimdir (19). Bu çalışmada 6 lokustan sadece bir tanesi Esteraz-3 lokusu çalışılmıştır. Bala yöresinde 9 lokasyonda varyasyon bulunmuştur. Esteraz-3 monomer olup 3 alel (Est-0.84, Est-1.00, Est-1.20) taşımaktadır. Esteraz enziminde 3 fenotip (Şekil 4) belirlenmiştir.

Homozigotlardan sadece Est-1.00 bulunmuş Est-0.80'e rastlanmamıştır. İki değişik heterozigot birey tespit edilmiş bunlardan birincisi Est-100/0.80, ikincisi ise Est-1.20/1.00 alellerini taşıdığı belirlenmiştir.

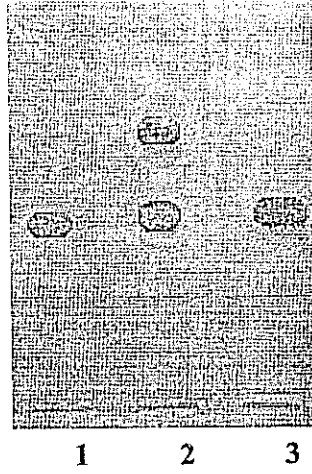
Malat dehidrogenaz (Mdh) (E.C. 1.1.1.37)

Malatdehidrogenaz dimer yapıda olan bir enzimdir ve iki alt ünitesi vardır. Bundan dolayı heterozigot bireyler 3 bant olarak görünürler. Malatdehidrogenaz, 12 lokasyonda varyasyon göstermiştir. 5 değişik fenotip elektromorflarda tespit edilmiştir (Şekil 5).

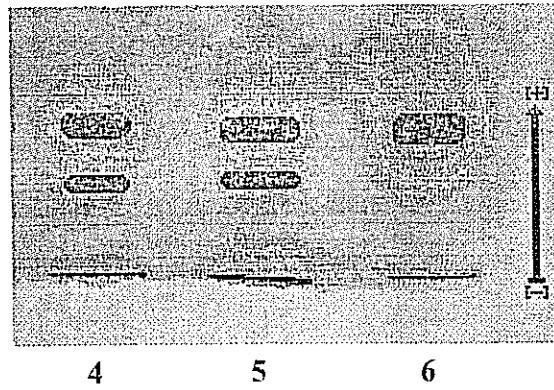
5 değişik alelden oluşan malatdehidrogenaz Mdh-1.00, Mdh-0.50, Mdh-0.75, Mdh-1.25, Mdh-1.50 olarak isimlendirilmiştir. Elektromorflerde 5 değişik fenotip,



Şekil 3. Pgm fenotipleri 1) Pgm-1.00/1.00, 2,5) Pgm-0.50/0.50
3,4) Pgm-0.50/1.00



Şekil 4a.



Şekil 4b.

Şekil 4.a,b. Est fenotipleri 1,3,6) Est-1.00/1.00 2) Est-1.00/1.20
4,5) Est-0.80/1.00

homozigot Mdh-1.00/1.00, heterozigotlardan Mdh-0.50/1.00, Mdh-0.75/1.00, Mdh-1.00/1.125, Mdh- 1.00/1.50 gözlenmiştir.

Hekzokinaz (Hk) (E.C. 2.7.1.1)

Hekzokinaz 14 lokasyonda varyasyon göstermiştir. Monomer yapıda olup bir lokus ve 4 alelden Hk-0.50, Hk-1.00, Hk-1.25, ve Hk-1.50 (Şekil 6) oluşmaktadır.

Elektromorflarda 4 farklı fenotip, Hk-0.50/1.00, Hk-1.00/1.25, Hk-1.00/1.00 ve Hk-1.00/1.50 belirlenmiştir.

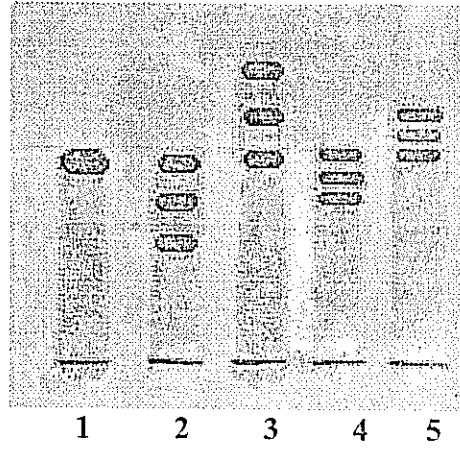
Fosfoglucoizomeraz (Pgi) (E.C. 5.3.1.9)

Fosfoglucoizomeraz iki farklı lokustan (Pgi₁ ve Pgi₂) oluşmaktadır. Her iki lokusta da değişmeyen birer alel (Şekil 7) bulunmaktadır.

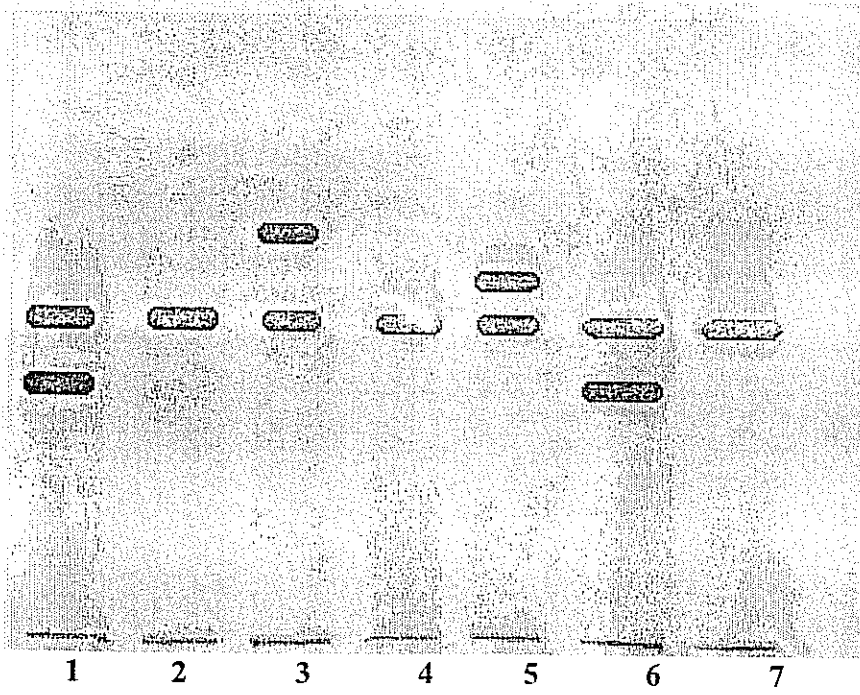
Malikenzim (Me) (E.C. 1.1.1.40)

Varyasyon göstermeyen ikinci enzim malikenzimdir. Tek lokus ve buna bağlı bir alelden (Şekil 8) oluşmaktadır. Elektromorflarda sadece Me-1.00/1.00 homozigot fenotip görülmüştür.

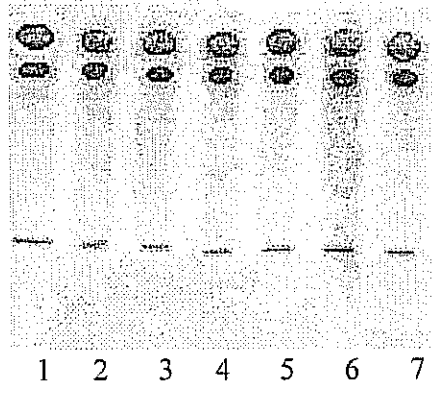
Elektroforez sonucunda, Bala (Orta Anadolu Bölgesi) dan toplam 43 lokasyondan alınan örneklerle 6 enzim sistemi ile çalışılmıştır. Deneyler sonunda elde edilen verilerden enzimlerin gen frekansları Formül 1'e göre hesaplanıp Tablo 10'de Pgm ve Est, Tablo 11'de Hk ve Tablo 12'te de Mdh gen frekansları verilmiştir.



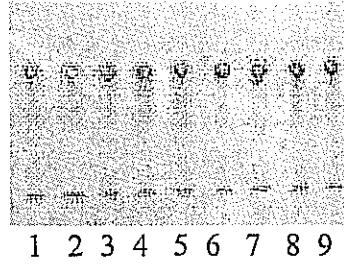
Şekil 5. Mdh fenotipleri 1) Mdh-1.00/1.00, 2) Mdh-0.50/1.00, 3) Mdh-1.00/1.50, 4) Mdh-0.75/1.00, 5) Mdh-1.00/1.25.



Şekil 6. Hk fenotipleri 1,6) Hk-0.50/1.00, 2,4,7) Hk-1.00/1.00 3) Hk-1.00/1.50 5) Hk-1.00/1.25.



Şekil 7. Gpi fenotipleri 1-7) Pgi 1.00/1.00



Şekil 8. Me fenotipleri, 1-9) Me-1.00/1.00

Lok.	N	Pgm-1.00	Pgm-1.50	Est-0.84	Est-1.00	Est-1.20
1	28	0.875	0.125	0.000	1.000	0.000
2	24	0.833	0.167	0.000	1.000	0.000
3	26	0.962	0.038	0.000	1.000	0.000
4	28	0.946	0.054	0.000	1.000	0.000
5	33	0.939	0.061	0.000	1.000	0.000
6	28	1.000	0.000	0.000	1.000	0.000
7	24	0.917	0.083	0.000	1.000	0.000
8	25	1.000	0.000	0.000	1.000	0.000
9	30	1.000	0.000	0.000	1.000	0.000
10	28	0.821	0.179	0.000	1.000	0.000
11	19	0.868	0.132	0.000	0.974	0.026
12	23	0.848	0.152	0.000	0.935	0.065
13	43	0.779	0.221	0.012	0.988	0.000
14	34	1.000	0.000	0.000	1.000	0.000
15	38	0.974	0.026	0.013	0.987	0.000
16	32	0.844	0.156	0.000	1.000	0.000
17	36	1.000	0.000	0.000	1.000	0.000
18	35	0.919	0.071	0.000	1.000	0.000
19	40	0.913	0.087	0.000	1.000	0.000
20	36	0.861	0.139	0.014	0.986	0.000
21	38	0.961	0.039	0.000	1.000	0.000
22	36	0.972	0.028	0.000	1.000	0.000
23	40	1.000	0.000	0.000	1.000	0.000
24	35	1.000	0.000	0.000	1.000	0.000
25	45	1.000	0.000	0.012	0.988	0.000
26	37	1.000	0.000	0.000	1.000	0.000
27	48	0.802	0.198	0.000	1.000	0.000
28	38	0.934	0.066	0.079	0.921	0.000
29	31	0.984	0.016	0.000	1.000	0.000
30	34	0.971	0.029	0.000	1.000	0.000
31	35	1.000	0.000	0.000	1.000	0.000
32	55	1.000	0.000	0.000	1.00	0.000
33	42	0.976	0.024	0.024	0.976	0.000
34	37	1.000	0.000	0.000	1.000	0.000
35	39	0.846	0.154	0.000	1.000	0.000
36	45	0.933	0.067	0.000	1.000	0.000
37	36	0.972	0.028	0.000	1.000	0.000
38	35	0.988	0.012	0.000	1.000	0.000
39	34	1.000	0.000	0.000	1.000	0.000
40	35	0.757	0.243	0.057	0.943	0.000
41	37	0.986	0.014	0.000	1.000	0.000
42	35	0.814	0.186	0.000	1.000	0.000
43	44	0.818	0.182	0.000	1.000	0.000

Tablo 10. Pgm ve Est enziminin gen frekansları

Lok.	N	Hk-0.50	Hk-1.00	Hk-1.25	Hk-1.50
1	28	0.000	1.000	0.000	0.000
2	24	0.000	1.000	0.000	0.000
3	26	0.038	0.962	0.000	0.000
4	28	0.036	0.964	0.000	0.000
5	33	0.061	0.939	0.000	0.000
6	28	0.125	0.875	0.000	0.000
7	24	0.021	0.979	0.000	0.000
8	25	0.000	1.000	0.000	0.000
9	30	0.000	1.000	0.000	0.000
10	28	0.000	0.786	0.000	0.214
11	19	0.000	1.000	0.000	0.000
12	23	0.000	0.913	0.000	0.087
13	43	0.000	1.000	0.000	0.000
14	34	0.000	1.000	0.000	0.000
15	38	0.013	0.974	0.013	0.000
16	32	0.000	1.000	0.000	0.000
17	36	0.000	1.000	0.000	0.000
18	35	0.000	1.000	0.000	0.000
19	40	0.000	0.988	0.012	0.000
20	36	0.000	0.986	0.014	0.000
21	38	0.000	1.000	0.000	0.000
22	36	0.000	1.000	0.000	0.000
23	40	0.000	1.000	0.000	0.000
24	35	0.000	1.000	0.000	0.000
25	45	0.000	1.000	0.000	0.000
26	37	0.000	1.000	0.000	0.000
27	48	0.062	0.938	0.000	0.000
28	38	0.000	0.987	0.000	0.013
29	31	0.000	1.000	0.000	0.000
30	34	0.000	1.000	0.000	0.000
31	35	0.000	1.000	0.000	0.000
32	55	0.000	0.991	0.000	0.009
33	42	0.000	0.988	0.000	0.012
34	37	0.000	1.000	0.000	0.000
35	39	0.000	1.000	0.000	0.000
36	45	0.000	1.000	0.000	0.000
37	36	0.000	1.000	0.000	0.000
38	35	0.000	1.000	0.000	0.000
39	34	0.000	1.000	0.000	0.000
40	35	0.000	1.000	0.000	0.000
41	37	0.000	1.000	0.000	0.000
42	35	0.000	1.000	0.000	0.000
43	44	0.000	1.000	0.000	0.000

Tablo 11. Hekzokinaz gen frekansları

Lok.	N	Mdh-0.50	Mdh-0.75	Mdh-1.00	Mdh-1.25	Mdh-1.50
1	28	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000
2	24	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000
3	26	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000
4	28	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000
5	33	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000
6	28	0.000	0.000	0.982	0.018	0.000
7	24	0.000	0.000	0.979	0.021	0.000
8	25	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000
9	30	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000
10	28	0.000	0.000	0.821	0.000	0.179
11	19	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000
12	23	0.000	0.000	0.913	0.000	0.087
13	43	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000
14	34	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000
15	38	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000
16	32	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000
17	36	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000
18	35	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000
19	40	0.012	0.000	0.988	0.000	0.000
20	36	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000
21	38	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000
22	36	0.000	0.028	0.972	0.000	0.000
23	40	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000
24	35	0.000	0.000	0.929	0.000	0.000
25	45	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000
26	37	0.000	0.000	0.851	0.149	0.000
27	48	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000
28	38	0.000	0.066	0.934	0.000	0.000
29	31	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000
30	34	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000
31	35	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000
32	55	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000
33	42	0.000	0.036	0.964	0.000	0.000
34	37	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000
35	39	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000
36	45	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000
37	36	0.042	0.000	0.958	0.000	0.000
38	35	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000
39	34	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000
40	35	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000
41	37	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000
42	35	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000
43	44	0.011	0.000	0.909	0.080	0.000

Tablo 12. Malatdehidrogenaz gen frekansları

Gen frekanslarının hesaplanmasından sonra bulunan değerler Hardy-Weinberg dengesinde olup olmadıkları "Chi Square" testi ile analiz edilmiş 4 enzim sisteminden sadece Pgm'de 32.lokasyon (Yörelî köyü) anlamlı χ^2 değeri göstermiştir. Her lokasyonun χ^2 değeri lokasyonlar arası farklılık olup olmadığını anlamak için Homogeneity (G-testi) testi ile (31) analiz edilmiş, fakat herhangi bir farklılığa rastlanmamıştır (Tablo 13).

PGM (2 Fenotip)	Serbestlik Derecesi	χ^2 değeri	EST (5 Fenotip)	Serbestlik Derecesi	χ^2 değeri
Lokasyonlar	86	52.2300	Lokasyonlar	215	0.3760
Birleşmiş	2	0.0016	Birleşmiş	5	0.0719
Heterogeneity	84	52.2280	Heterogeneity	210	0.3059
HK (9 Fenotip)	Serbestlik Derecesi	χ^2 değeri	MDH (14 Fenotip)	Serbestlik Derecesi	χ^2 değeri
Lokasyonlar	387	3.7090	Lokasyonlar	602	3.8484
Birleşmiş	9	0.3360	Birleşmiş	14	0.5290
Heterogeneity	378	3.3730	Heterogeneity	598	3.3194

Tablo 13. Heterogeneity (G-Test) önemlilik testi

Gen frekanslarından heterozigotluk düzeyleri Formül 2 ve Formül 3'e göre hesaplanmış ve Tablo 14'de gösterilmiştir. Heterozigotluk düzeyleri 0.003 ile 0.157 arasında değiştiği bulunmuştur. Bala popülasyonuna ait tek bir heterozigotluk değeri tüm çalışılan genler ve tüm lokasyonlar için Formül 2 ve 3 yeniden kullanılarak hesaplanmış ve 0.033 olarak bulunmuştur.

Lok.	N	Pgm (h)	Est (h)	Hk (h)	Mdh (h)	H
1	28	0.122 ± 0.024	0.000 ± 0.000	0.000 ± 0.000	0.000 ± 0.000	0.020 ± 0.020
2	24	0.284 ± 0.072	0.000 ± 0.000	0.000 ± 0.000	0.000 ± 0.000	0.047 ± 0.044
3	26	0.074 ± 0.047	0.000 ± 0.000	0.074 ± 0.049	0.000 ± 0.000	0.025 ± 0.015
4	28	0.104 ± 0.054	0.000 ± 0.000	0.070 ± 0.046	0.000 ± 0.000	0.021 ± 0.019
5	33	0.117 ± 0.052	0.000 ± 0.000	0.117 ± 0.052	0.000 ± 0.000	0.039 ± 0.021
6	28	0.000 ± 0.000	0.000 ± 0.000	0.223 ± 0.067	0.036 ± 0.034	0.043 ± 0.034
7	24	0.155 ± 0.067	0.000 ± 0.000	0.042 ± 0.040	0.042 ± 0.039	0.040 ± 0.022
8	25	0.000 ± 0.000	0.000 ± 0.000	0.000 ± 0.000	0.000 ± 0.000	0.000 ± 0.000
9	30	0.000 ± 0.000	0.000 ± 0.000	0.000 ± 0.000	0.000 ± 0.000	0.000 ± 0.000
10	28	0.299 ± 0.066	0.000 ± 0.000	0.342 ± 0.063	0.299 ± 0.066	0.157 ± 0.050
11	19	0.235 ± 0.081	0.052 ± 0.050	0.000 ± 0.000	0.000 ± 0.000	0.053 ± 0.034
12	23	0.264 ± 0.074	0.125 ± 0.064	0.163 ± 0.069	0.163 ± 0.069	0.119 ± 0.029
13	43	0.348 ± 0.050	0.024 ± 0.023	0.000 ± 0.000	0.000 ± 0.000	0.062 ± 0.053
14	34	0.000 ± 0.000	0.000 ± 0.000	0.000 ± 0.000	0.000 ± 0.000	0.000 ± 0.000
15	38	0.052 ± 0.036	0.026 ± 0.026	0.052 ± 0.035	0.000 ± 0.000	0.072 ± 0.012
16	32	0.267 ± 0.062	0.000 ± 0.000	0.000 ± 0.000	0.000 ± 0.000	0.045 ± 0.041
17	36	0.000 ± 0.000	0.000 ± 0.000	0.000 ± 0.000	0.000 ± 0.000	0.000 ± 0.000
18	35	0.134 ± 0.053	0.000 ± 0.000	0.000 ± 0.000	0.000 ± 0.000	0.022 ± 0.022
19	40	0.161 ± 0.053	0.000 ± 0.000	0.024 ± 0.023	0.024 ± 0.024	0.035 ± 0.024
20	36	0.058 ± 0.059	0.028 ± 0.027	0.028 ± 0.028	0.000 ± 0.000	0.019 ± 0.010
21	38	0.076 ± 0.041	0.000 ± 0.000	0.000 ± 0.000	0.000 ± 0.000	0.013 ± 0.014
22	36	0.055 ± 0.038	0.000 ± 0.000	0.000 ± 0.000	0.055 ± 0.036	0.018 ± 0.012
23	40	0.000 ± 0.000	0.000 ± 0.000	0.000 ± 0.000	0.000 ± 0.000	0.000 ± 0.000
24	35	0.000 ± 0.000	0.000 ± 0.000	0.000 ± 0.000	0.134 ± 0.053	0.022 ± 0.022
25	45	0.000 ± 0.000	0.024 ± 0.022	0.000 ± 0.000	0.000 ± 0.000	0.004 ± 0.009
26	37	0.000 ± 0.000	0.000 ± 0.000	0.000 ± 0.000	0.258 ± 0.058	0.043 ± 0.040
27	48	0.321 ± 0.050	0.000 ± 0.000	0.117 ± 0.044	0.000 ± 0.000	0.073 ± 0.047
28	38	0.125 ± 0.049	0.148 ± 0.053	0.026 ± 0.026	0.125 ± 0.049	0.071 ± 0.022
29	31	0.032 ± 0.030	0.000 ± 0.000	0.000 ± 0.000	0.000 ± 0.000	0.005 ± 0.009
30	34	0.057 ± 0.038	0.000 ± 0.000	0.000 ± 0.000	0.000 ± 0.000	0.010 ± 0.012
31	35	0.000 ± 0.000	0.000 ± 0.000	0.000 ± 0.000	0.000 ± 0.000	0.000 ± 0.000
32	55	0.000 ± 0.000	0.000 ± 0.000	0.018 ± 0.018	0.000 ± 0.000	0.003 ± 0.008
33	42	0.048 ± 0.033	0.048 ± 0.032	0.024 ± 0.023	0.070 ± 0.037	0.032 ± 0.010
34	37	0.000 ± 0.000	0.000 ± 0.000	0.000 ± 0.000	0.000 ± 0.000	0.000 ± 0.000
35	39	0.264 ± 0.057	0.000 ± 0.000	0.000 ± 0.000	0.000 ± 0.000	0.044 ± 0.041
36	45	0.126 ± 0.045	0.000 ± 0.000	0.000 ± 0.000	0.000 ± 0.000	0.021 ± 0.021
37	36	0.055 ± 0.036	0.000 ± 0.000	0.000 ± 0.000	0.081 ± 0.043	0.024 ± 0.034
38	35	0.024 ± 0.025	0.000 ± 0.000	0.000 ± 0.000	0.000 ± 0.000	0.004 ± 0.022
39	34	0.000 ± 0.000	0.000 ± 0.000	0.000 ± 0.000	0.000 ± 0.000	0.000 ± 0.000
40	35	0.373 ± 0.073	0.109 ± 0.050	0.000 ± 0.000	0.000 ± 0.000	0.080 ± 0.054
41	37	0.028 ± 0.028	0.000 ± 0.000	0.000 ± 0.000	0.000 ± 0.000	0.005 ± 0.009
42	35	0.307 ± 0.059	0.000 ± 0.000	0.000 ± 0.000	0.000 ± 0.000	0.051 ± 0.047
43	44	0.301 ± 0.010	0.000 ± 0.000	0.000 ± 0.000	0.169 ± 0.051	0.078 ± 0.044

Tablo 14. Lokasyonların enzim ve populasyon heterozigotluk düzeyleri

3.1. UZAMSAL OTOKORELASYON

Morfometrik verilerin Uzamsal Otokorelasyon Analizi sonuçları Şekil 9-21'de verilmiştir. Toplam 78 Moran korelasyon (I) katsayısından 13 tanesi anlamlı çıkmıştır. Her karakterin uzamsal otokorelogramı farklı şekilde çıkmıştır.

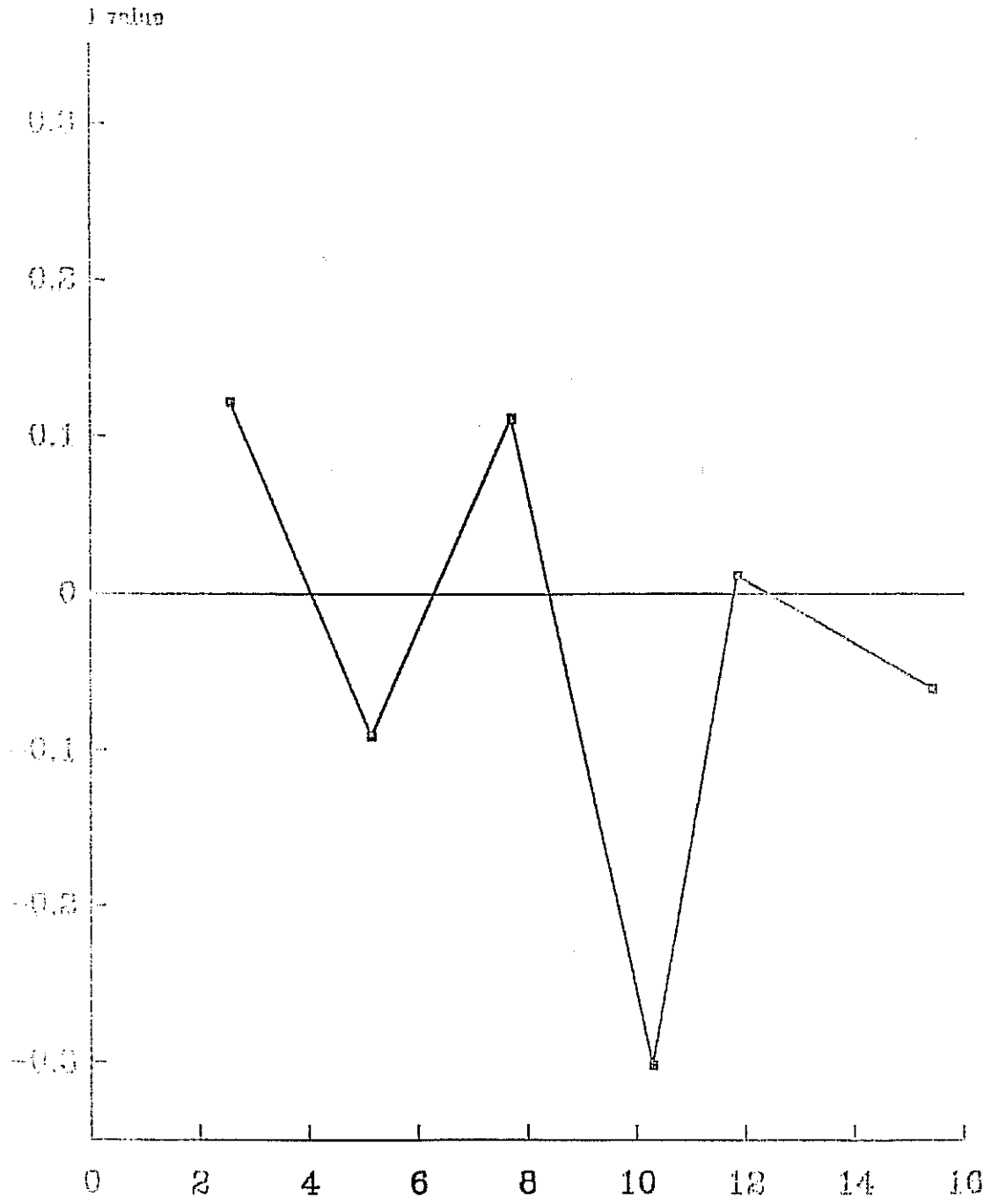
Uzamsal otokorelasyona tabi tutulan enzim gen frekansları her alel için farklı korelogramlar Şekil 22-25'de çizilmiştir. 60 değişik Moran I katsayısından sadece 5 tanesi anlamlı bulunmuştur. Bu 5 anlamlı değer de Est ve Hk alellerinde bulunmuştur. Est alelleri birbirine çok benzer bir korelogram göstermekle beraber diğer enzimlerin alelleri de az, çok birbirine yakın korelogramlar oluşturmuştur.

3.2. TEMEL ÖĞELER ANALİZİ

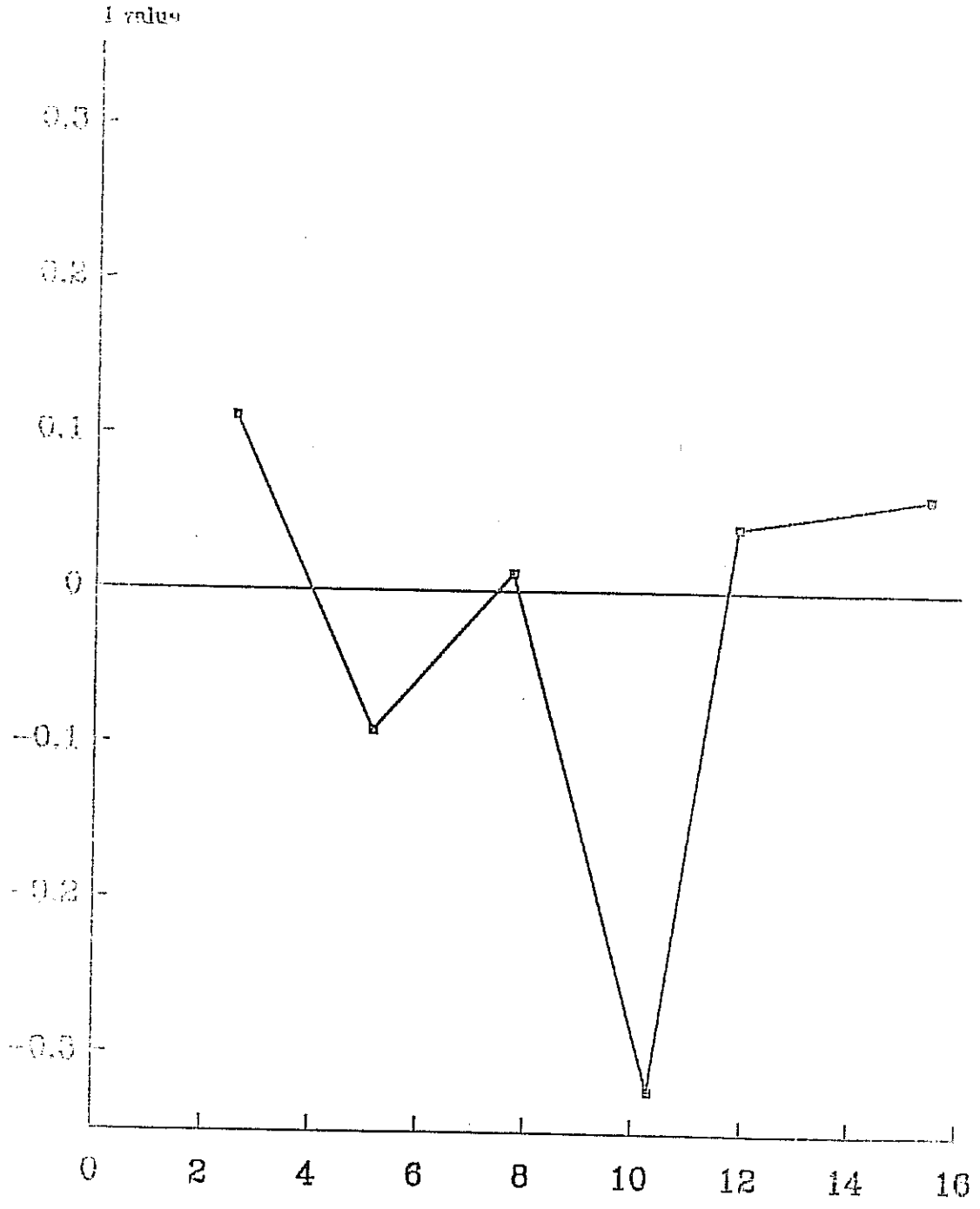
Morfometrik verilerin Temel Öğeler Analizinde, ilk üç öge varyasyonun %60.38'ini (Tablo 15) açıklayarak Baladaki arı populasyonunu 4 ayrı kümeye ayırmıştır (Şekil 26,27). Temel öğeler analizine 13 karakter tabi tutulmuştur. Bu analizde varyasyonun tamamı 13 öge ile açıklanabilmektedir. Sözkonusu 3 temel öğeden ilki toplam varyasyonun %32.63'ünü, ikincisi %15.10'unu ve üçüncüsü de %12.64'ünü açıklamaktadır (55,56).

Öge	Eigen Değeri	%	Toplam %
1	4.24249	32.63	32.63
2	1.96285	15.10	47.73
3	1.64367	12.64	60.38

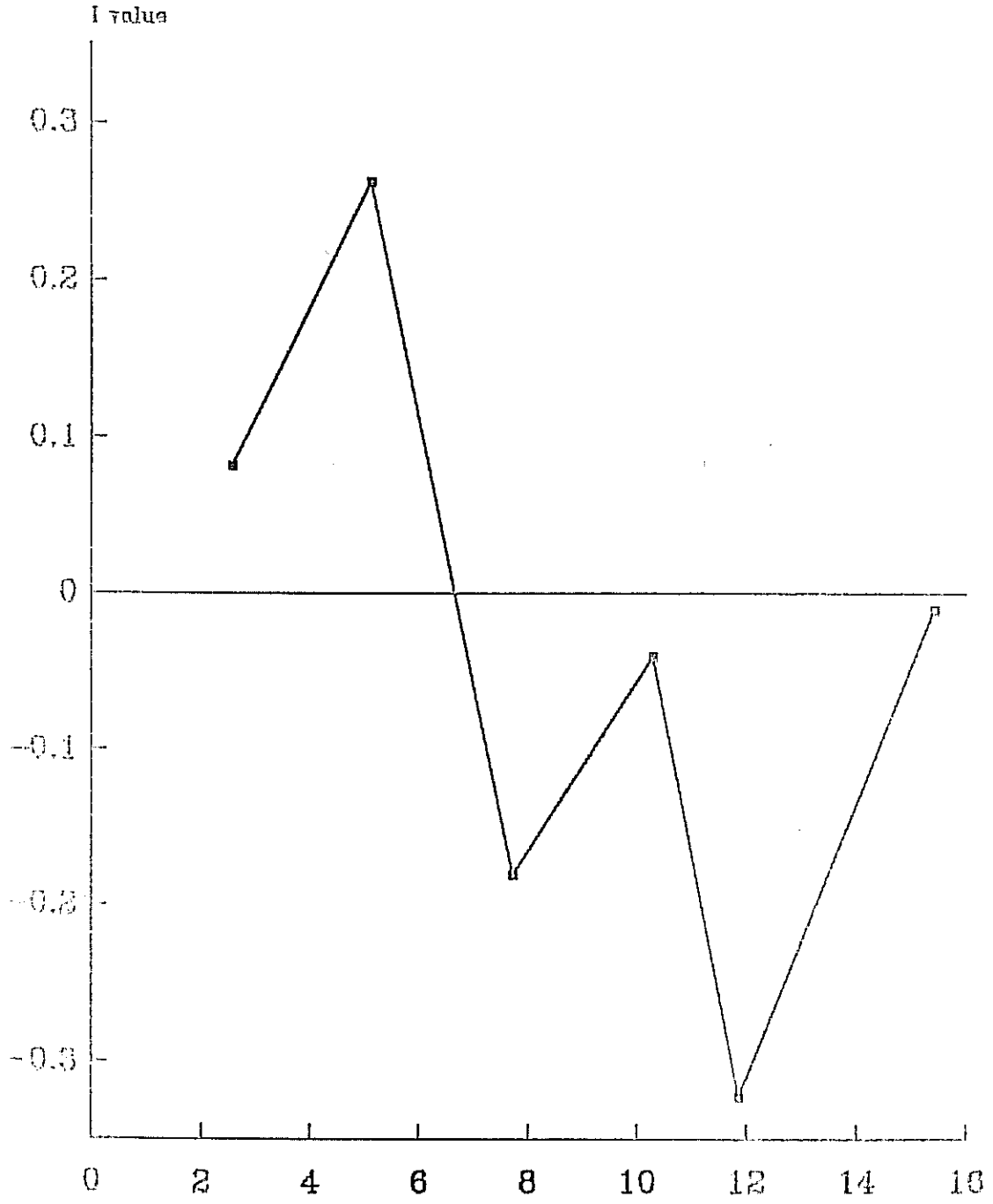
Tablo 15. Temel öğeler analizinin ilk üç ögesinin toplam varyasyonu açıklama oranları.



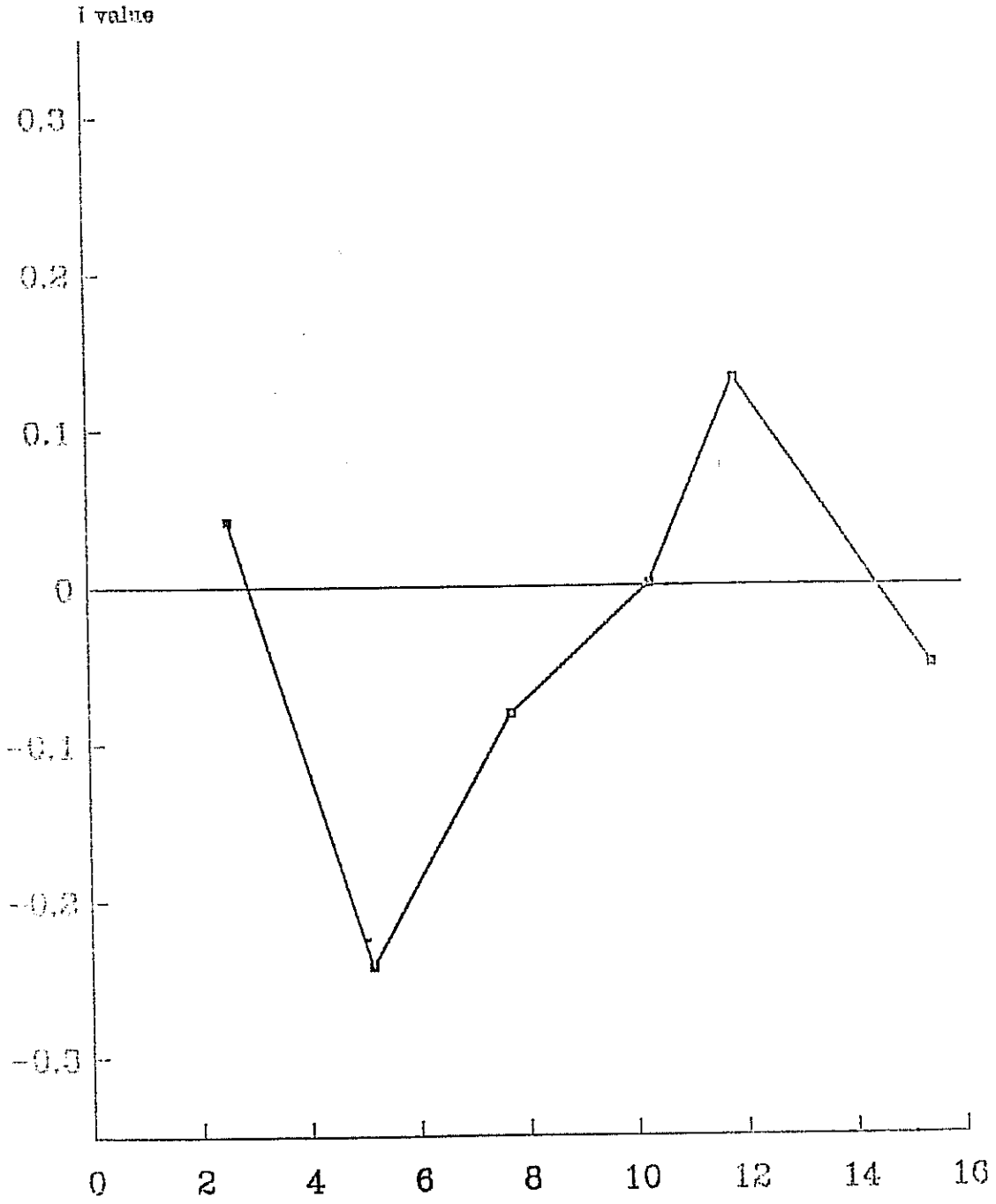
Şekil 9. WT3 parametresi için Moran (I) korelogramı.



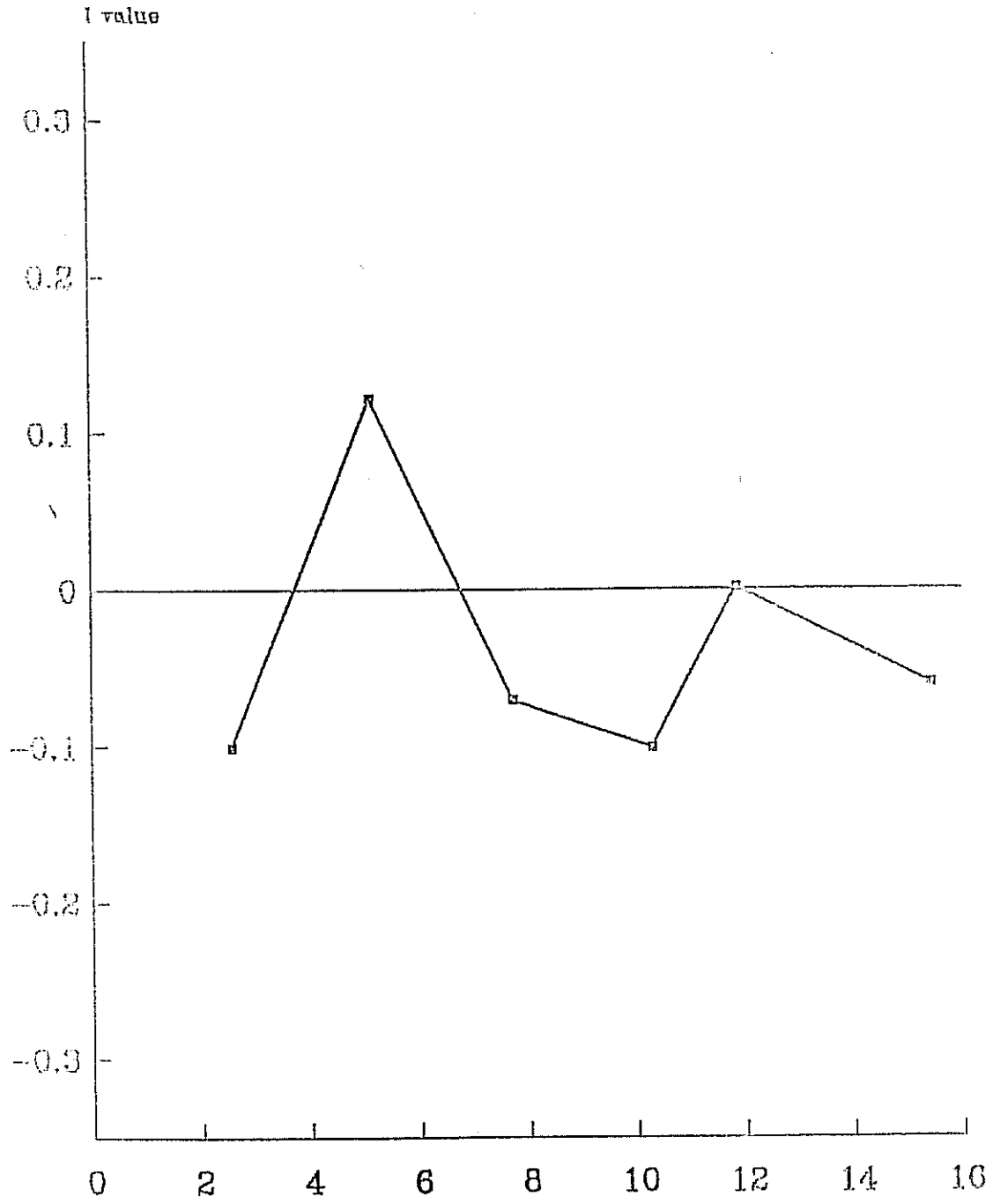
Şekil 10. WT4 parametresi için Moran (I) korelogramı.



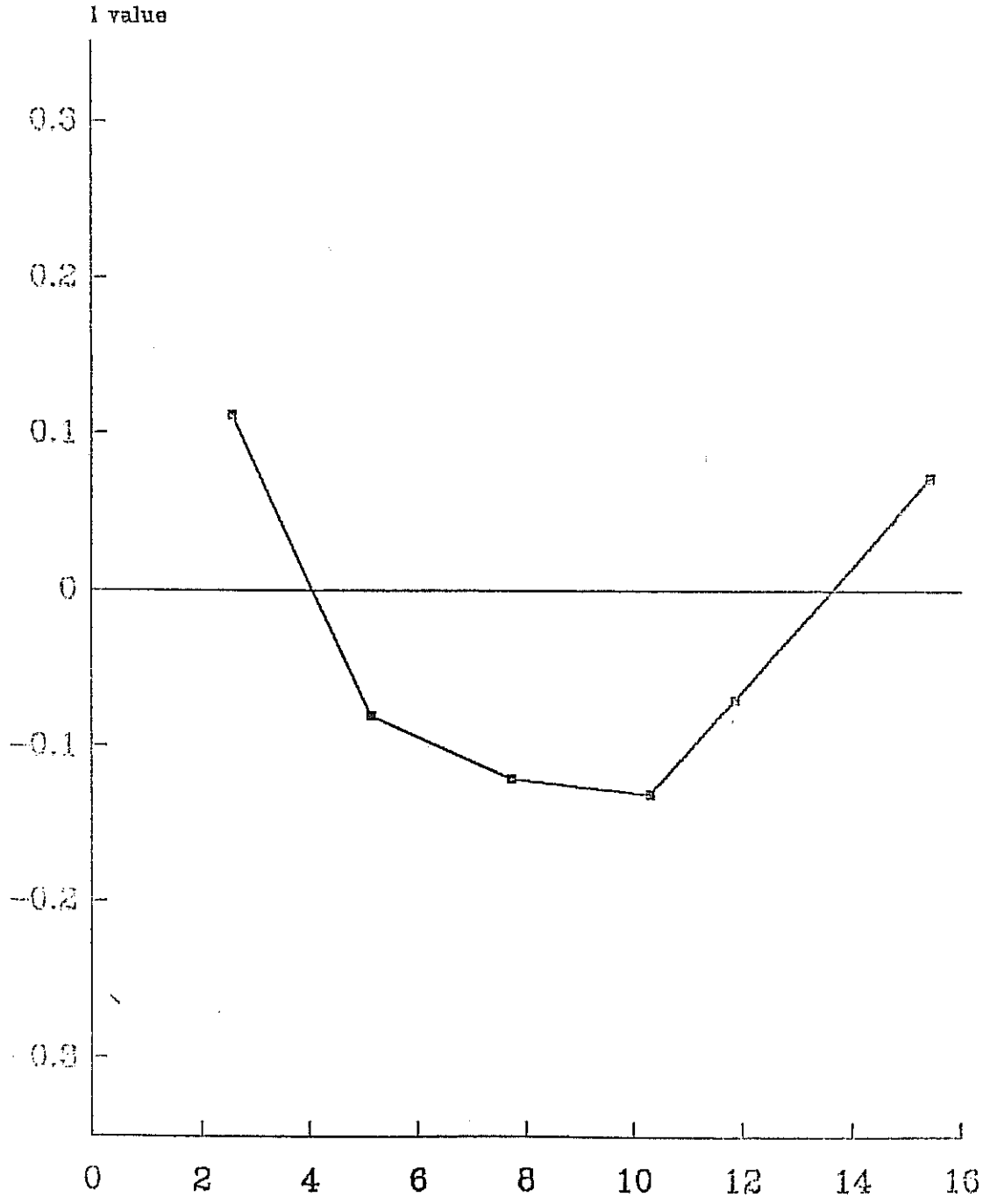
Şekil 11. HT5 parametresi için Moran (I) korelogramı.



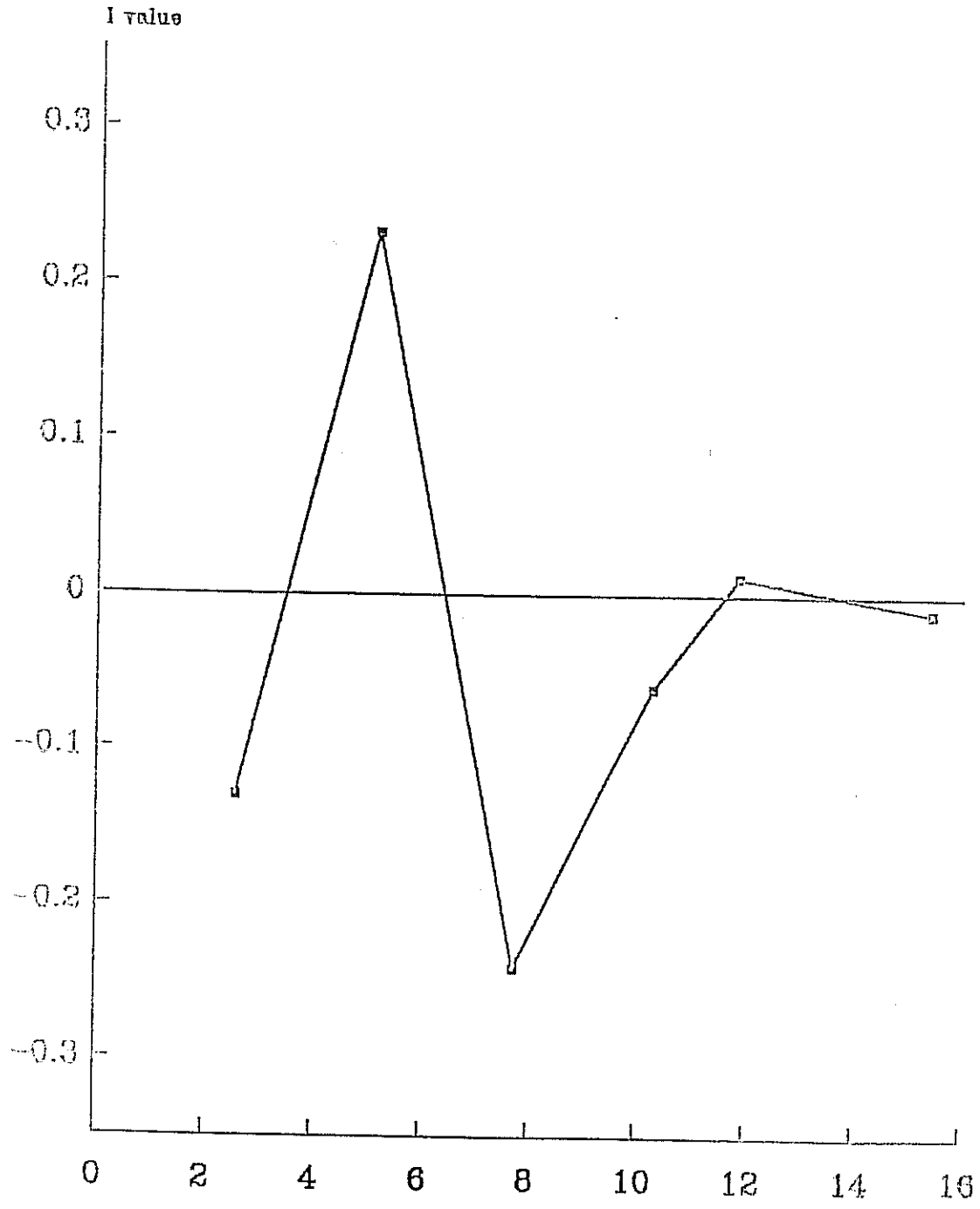
Şekil 12. ASR parametresi için Moran (I) korelogramı.



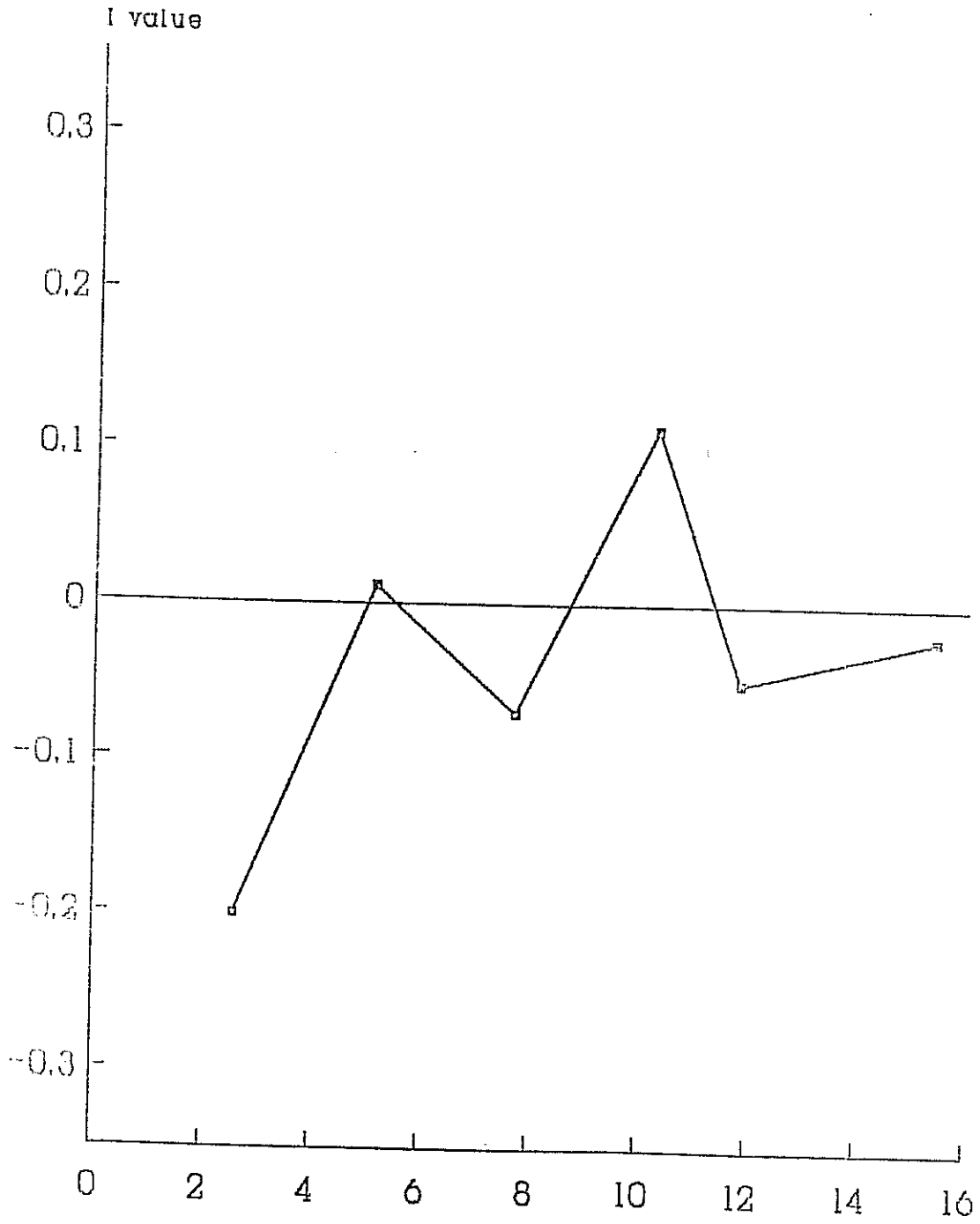
Şekil 13. FeLR parametresi için Moran (I) korelogramı.



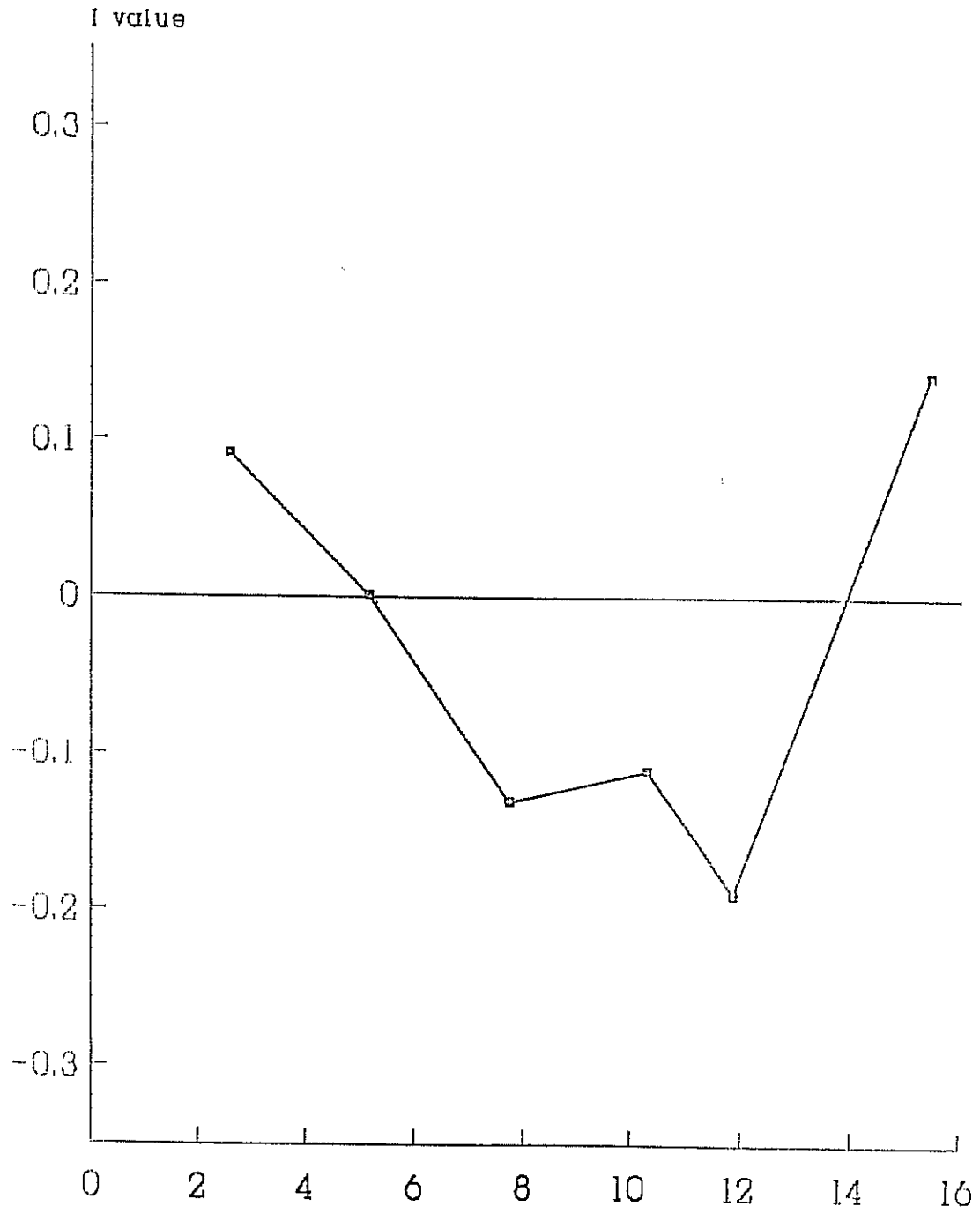
Şekil 14. TiLR parametresi için Moran (I) korelogramı.



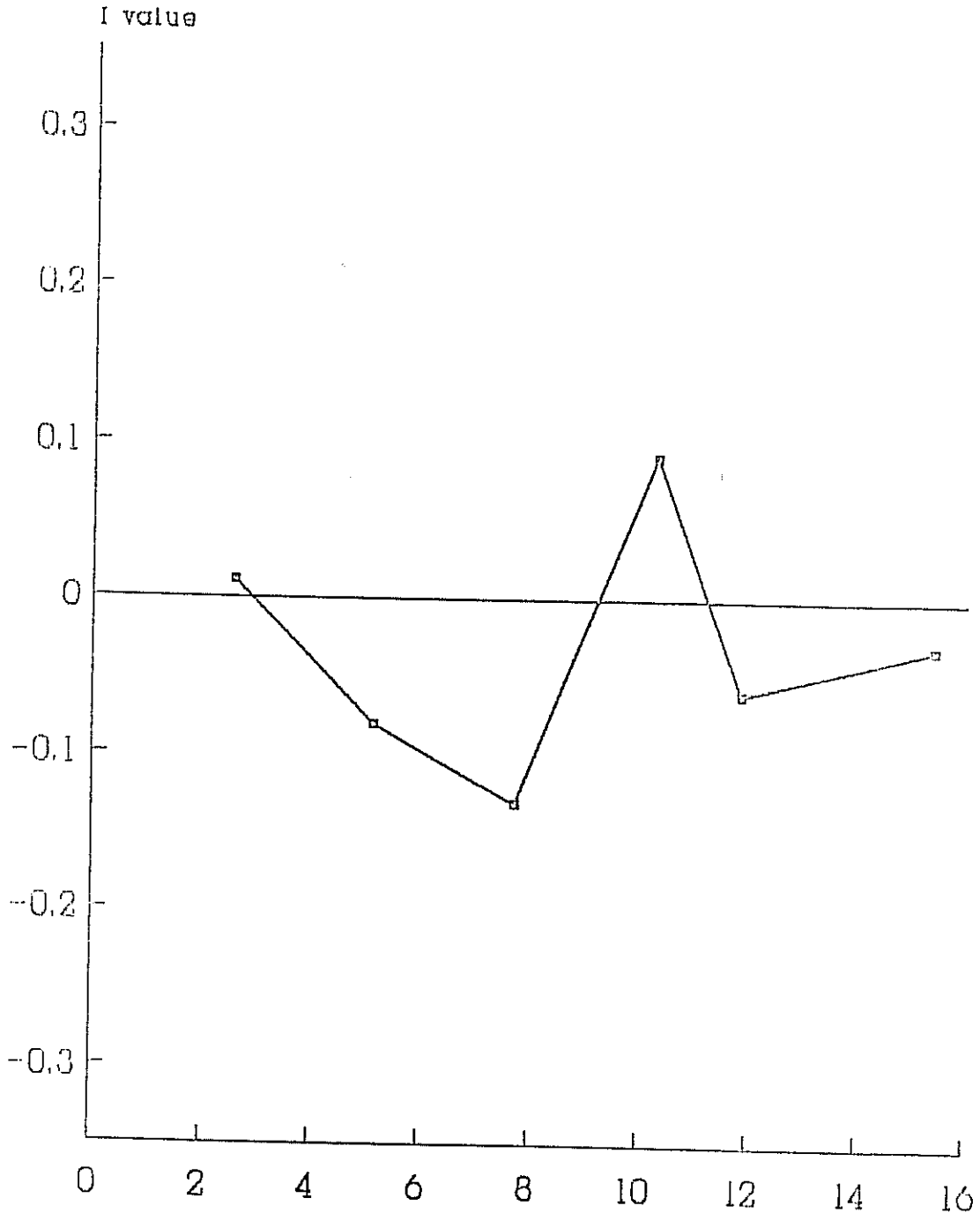
Şekil 15. MeLR parametresi için Moran (I) korelogramı.



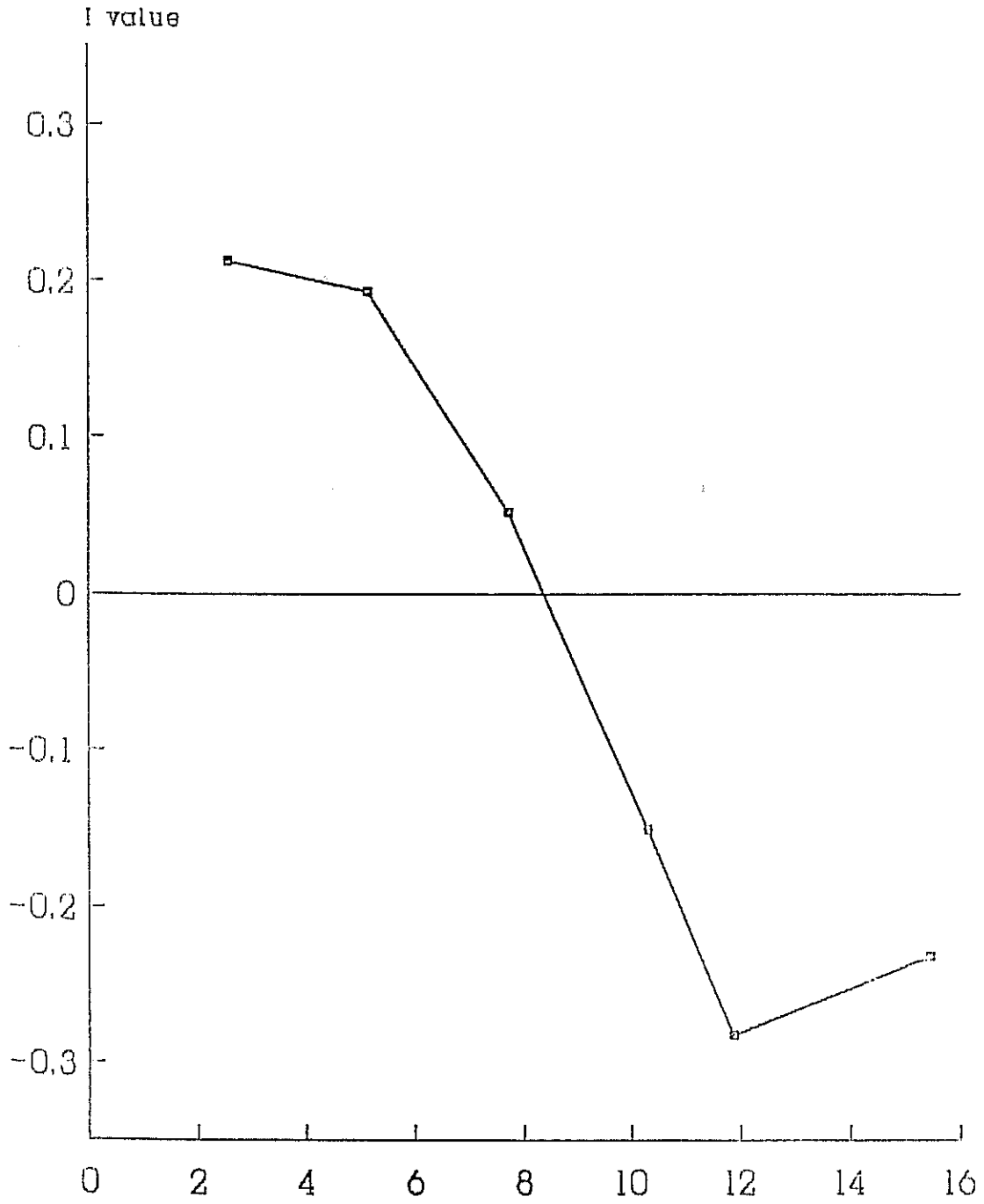
Şekil 16. MeWR parametresi için Moran (I) korelogramı.



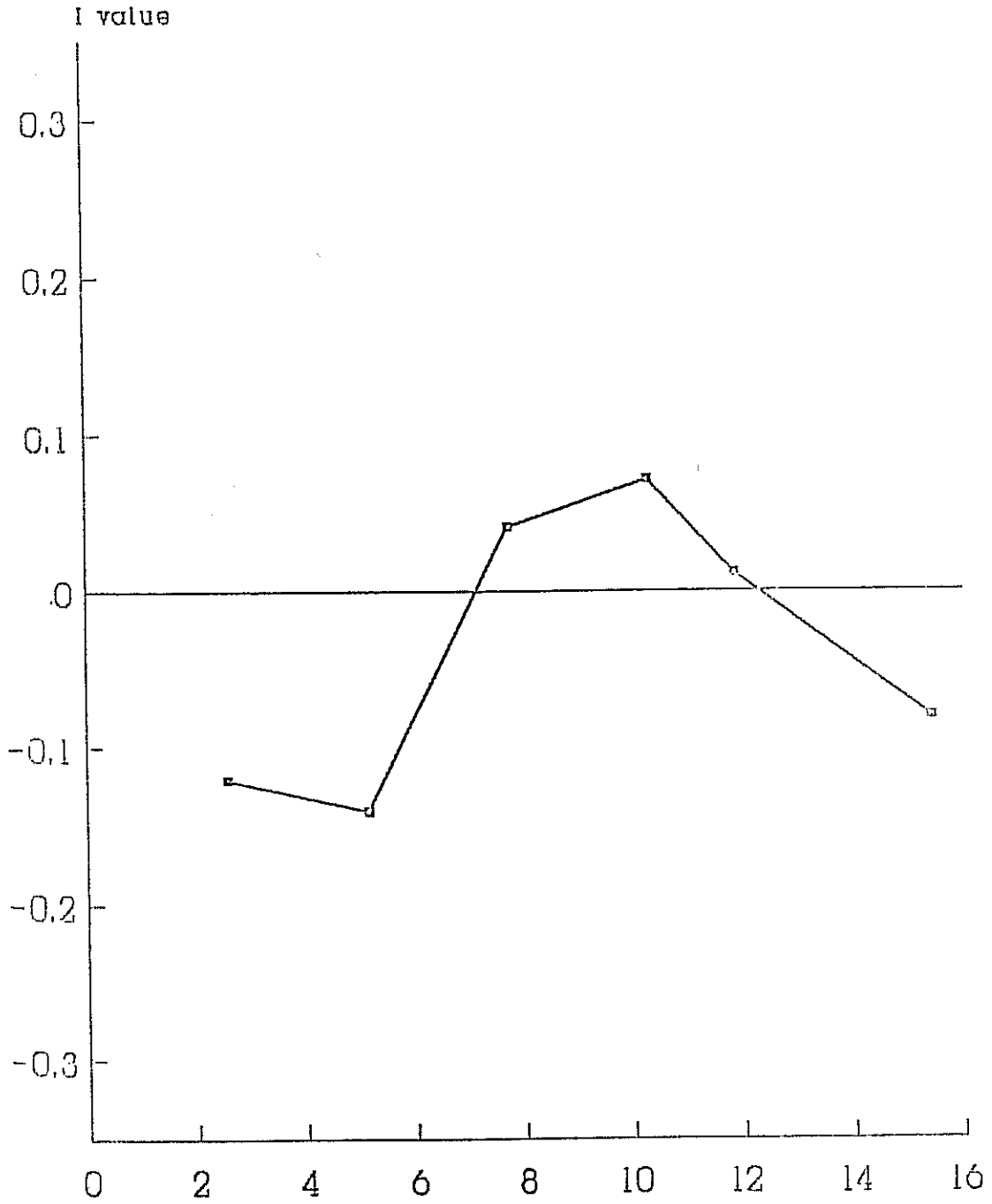
Şekil 17. aR parametresi için Moran (I) korelogramı.



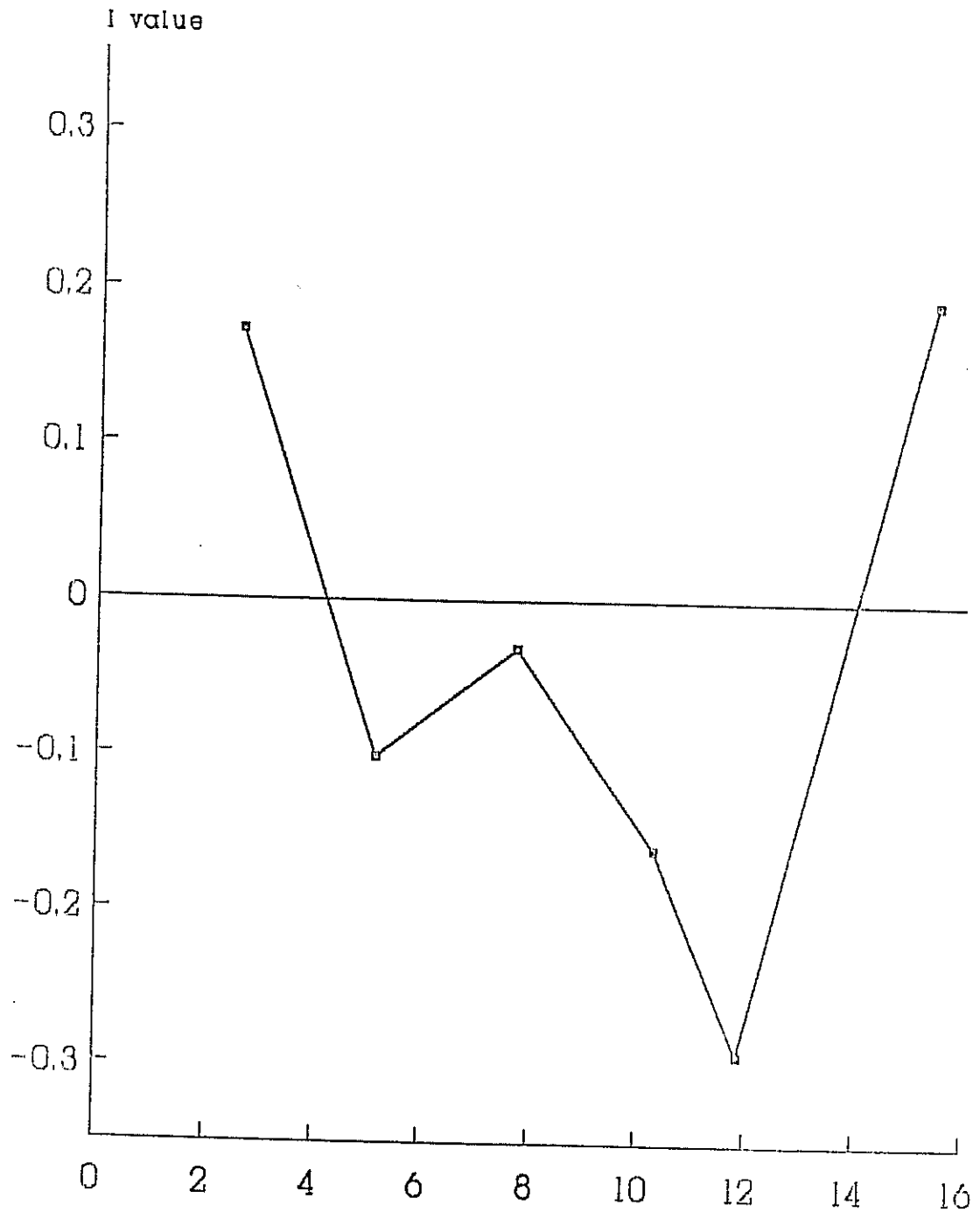
Şekil 18. bR parametresi için Moran (I) korelogramı.



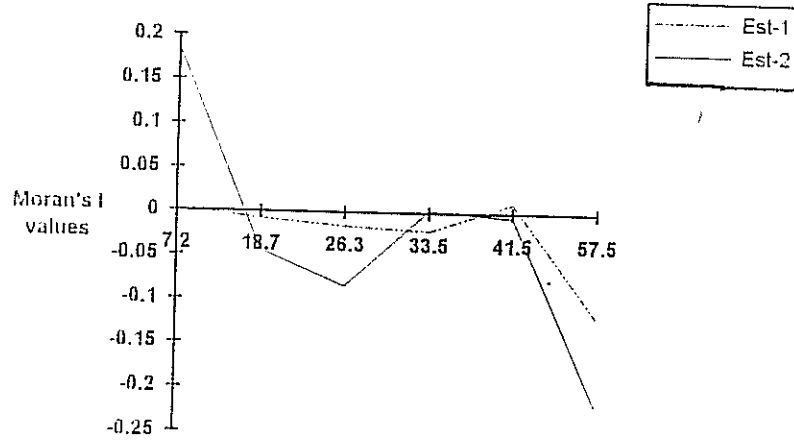
Şekil 19. L1R parametresi için Moran (I) korelogramı.



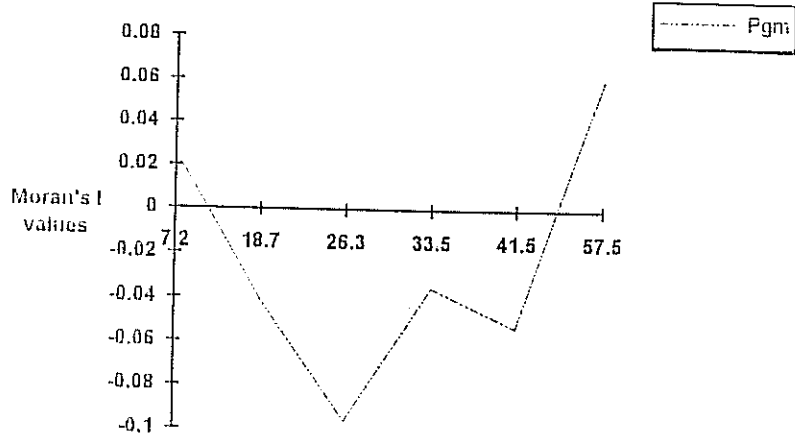
Şekil 20. L2R parametresi için Moran (I) korelogramı.



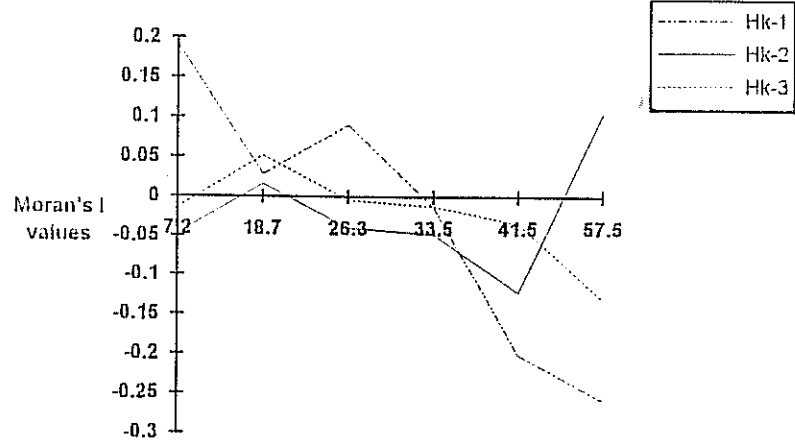
Şekil 21. WR parametresi için Moran (I) korelogramı.



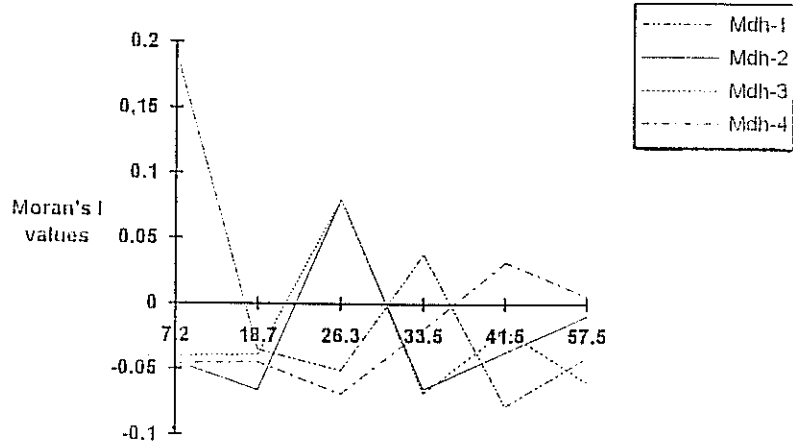
Şekil 22. Est alelleri için Moran (I) korelogramı.



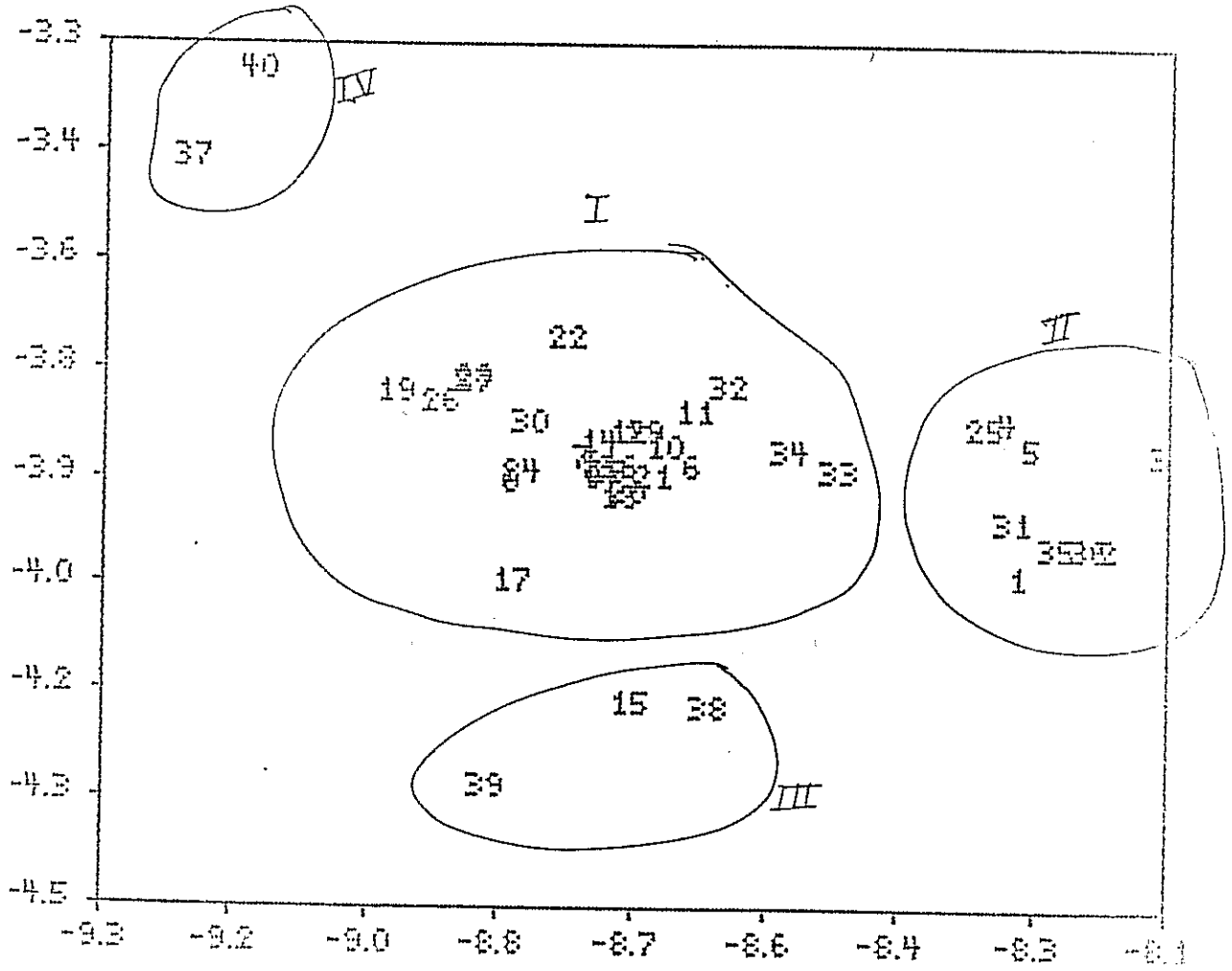
Şekil 23. Pgm aleli için Moran (I) korelogramı.



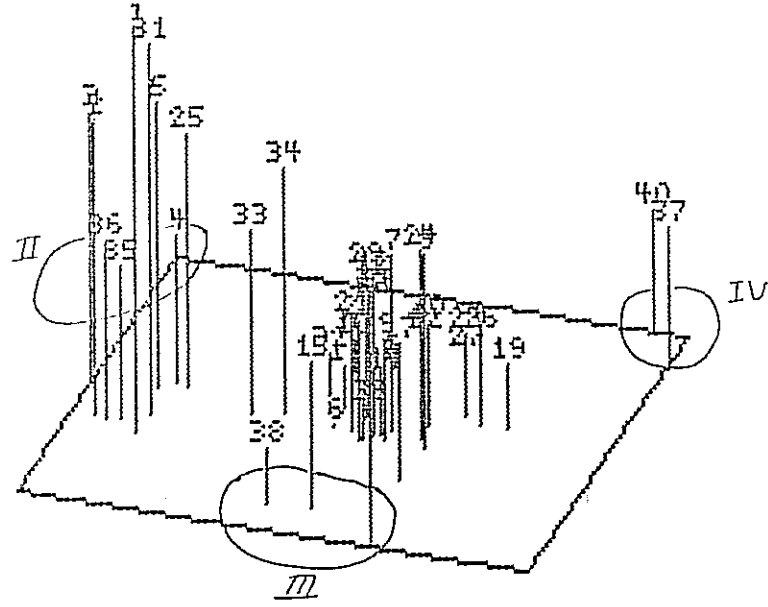
Şekil 24. Hk alelleri için Moran (I) korelogramı.



Şekil 25. Mdh alelleri için Moran (I) korelogramı.



Şekil 26. Morfometri verileri ile Temel Öğeler Analizi. İlk iki öge ile gösterim.



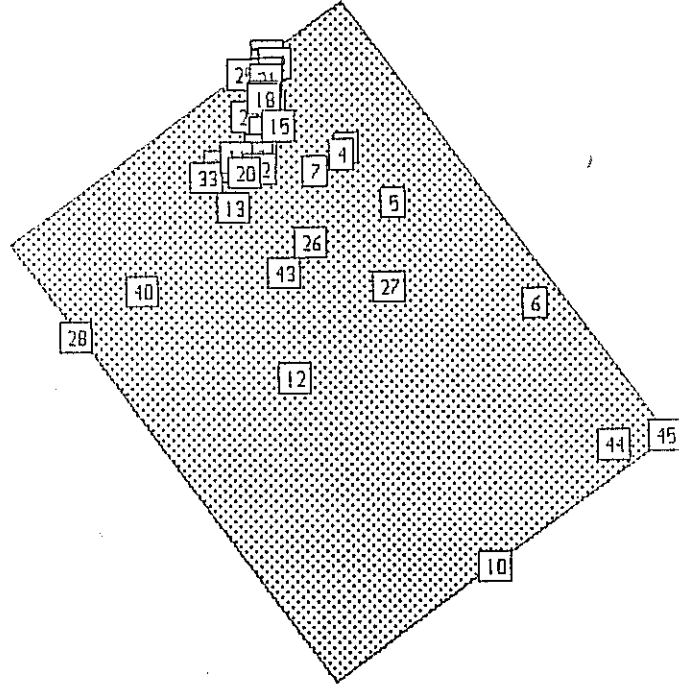
Şekil 27. Morfometri verileri ile Temel Öğeler Analizi. İlk üç öge ile gösterim.

Temel ögeler analizinde birinci ögeye en çok katkıyı 3.tergit genişliği (0.7886), sağ bacaktan metatarsus genişliği (-0.7313) ve 4.tergit genişliği (0.7007) yapmışlardır (Tablo 16). İkinci ögeye en çok katkıda bulunan üç karakter ise sırası ile; Sağ kanattan ölçülen kübital indeks-b değeri (-0.6582), Sağ taraftan ölçülen femur uzunluğu (0.5766) ve Sağ kanattan ölçülen kanat uzunluğunun ilk yarısı (-0.5710). Üçüncü ögeye en çok katkıda bulunan karakterler de sırası ile; Sağ tibia uzunluğu (0.6359), 5.tergit kollarının uzunluğu (-0.5994) ve 3. tergit genişliği (0.5120) olmuştur.

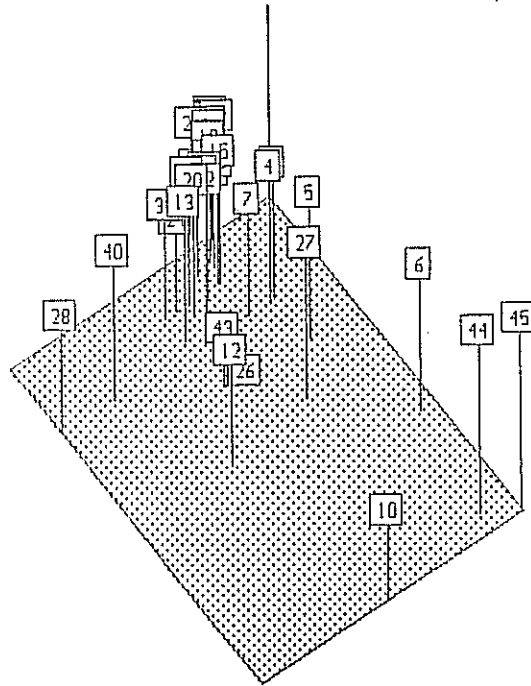
	1.Öge	2.Öge	3.Öge
WT3	0.7886474	-0.0169680	0.5120062
WT4	0.7007112	-0.1312140	0.6273248
HT5	-0.0253782	-0.3718462	-0.5994833
ASR	-0.5996460	-0.3904182	0.3308269
FeLR	-0.5489278	0.5766058	0.0163581
TiLR	-0.5483891	-0.0846340	0.6359725
MeLR	-0.6374928	0.5547617	0.1362209
MeWR	-0.7313625	-0.1876625	0.0965819
ar	0.4397376	-0.0294831	0.0251394
br	-0.2881660	-0.6582396	0.0351737
L1R	0.1788126	-0.5710564	0.0534404
L2R	-0.6818777	0.0500025	0.2809518
WR	-0.6727808	-0.4574680	-0.0536808

Tablo 16. Temel ögelerin analizinin ilk üç ögesine katkıda bulunan karakterlerin ağırlıkları.

Elektroforez ile 6 enzimden elde edilen veriler Temel Ögelerin Analizine tabii tutulmuş ve 2 büyük gruplaşmanın yanında 3 küçük (1 veya 2 elemanlı) gruplaşma da (Şekil 28,29) belirlenmiştir. Varyasyonun tamamı 10 öge ile izah edilmiştir. İlk üç temel öge varyasyonun ancak % 58.29'unu açıklamıştır (Tablo 17). İlk öge varyasyonun % 23.28, ikinci öge %18.76'sini ve üçüncü öge de % 16.25'ini açıklamıştır. Eigen değerleri ilk ögeye en çok katkıyı Est-1, Est-2, Mdh-2, ve Mdh-3'ün yaptığını göstermiştir. 2. öge ise daha çok Hk-1, Hk-2, Mdh-3, ve Pgm'deki varyasyonlardan oluşmuştur. Son ögeye ise en çok katkıyı Hk-1, Mdh-1, Mdh-3, ve Mdh-4 yapmıştır (Tablo 18).



Şekil 28. Elektroforez verileri ile Temel Öğeler Analizi. İlk iki öge ile gösterim.



Şekil 29. Elektroforez verileri ile Temel Öğeler Analizi. İlk üç öge ile gösterim.

Öge	Eigen değeri	%	Toplam %
1.	2.308427	23.2843	23.2843
2.	1.875326	18.7533	42.0375
3.	1.625331	16.2533	58.2908

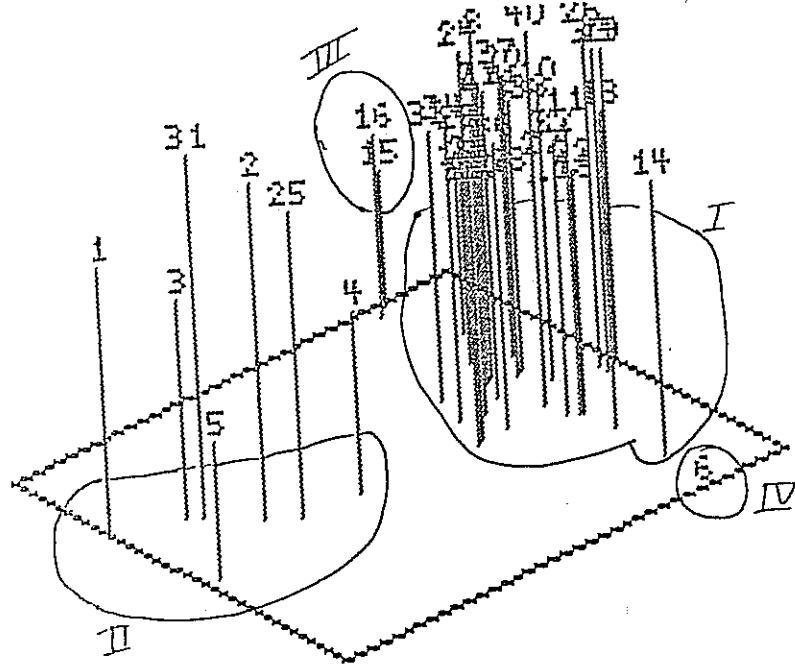
Tablo 17. İlk üç ögenin eigen değerleri, yüzdeleri ve toplam açıkladıkları varyasyon

Değişken	1.Öge	2.Öge	3.Öge
Pgm	-0.27428	-0.28556	-0.13345
Est-1	0.89290	-0.02511	0.21041
Est-2	-0.88751	-0.07111	-0.17897
Hk-1	-0.29045	0.75303	0.39075
Hk-2	0.11987	-0.92311	-0.21645
Hk-3	-0.00727	-0.23070	0.13981
Mdh-1	-0.07437	-0.09872	-0.37518
Mdh-2	0.66277	0.03334	-0.02013
Mdh-3	-0.35301	-0.50299	0.71225
Mdh-4	0.00735	0.22765	-0.81466

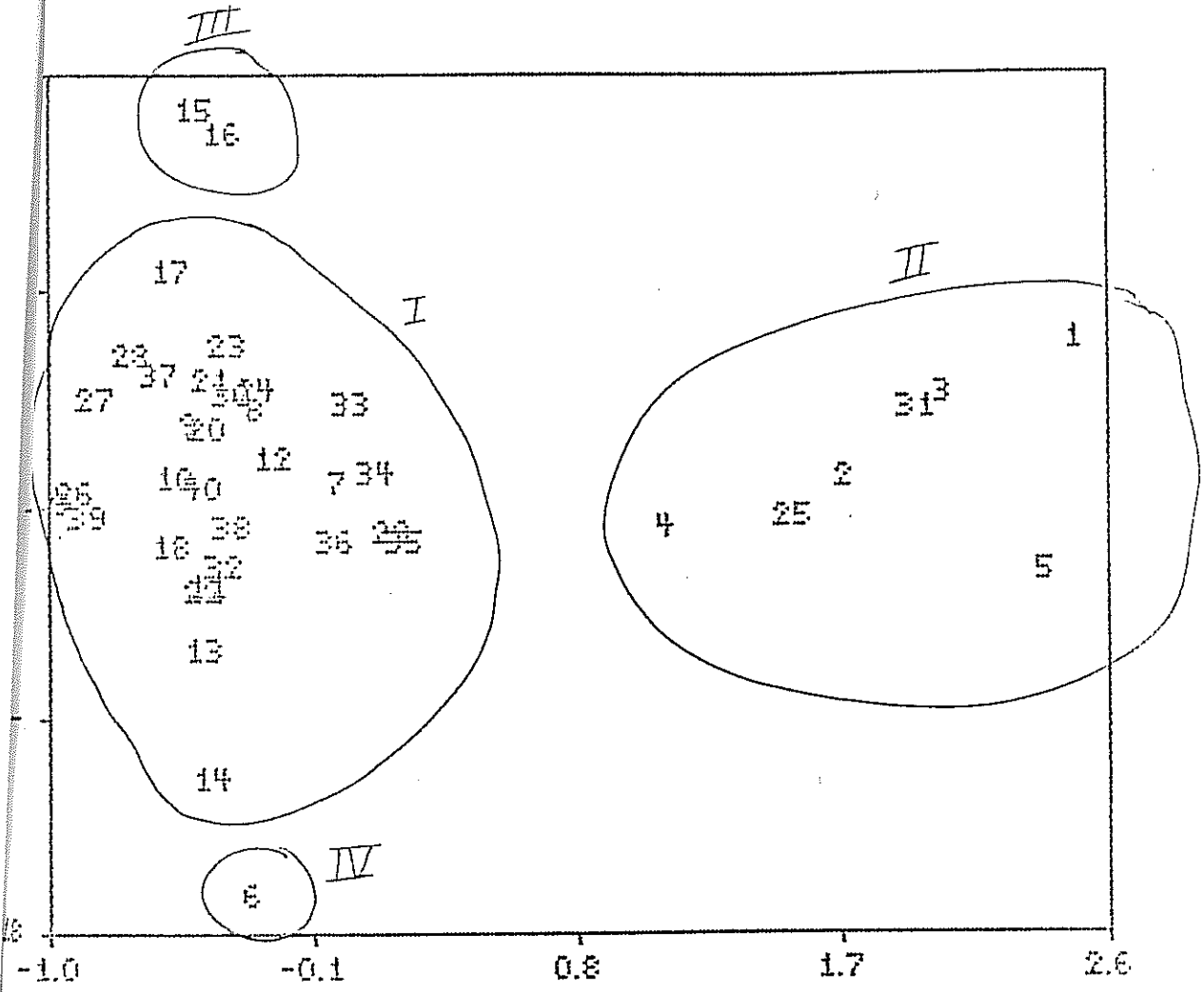
Tablo 18. İlk üç temel ögeye katkıda bulunan değişkenlerin ağırlıkları

3.3. AYRIŞIM FONKSİYONU ANALİZİ

Morfometrik verilerin Ayrışım fonksiyonu analizinde ilk üç öge, %67.28'lik bir açıklama oranı ile Baladaki arı popülasyonunu 4 ayrı kümeye ayırmıştır (Şekil 30,31). Ancak oluşan kümeler temel ögeler analizi sonucunda oluşan kümelere göre farklı lokasyonları içermektedir. İstatistiksel açıdan lokasyonlar arasında anlamlı varyasyon gösteren 13 karakter ayrışım fonksiyonu analizine de tabi tutulmuştur. Bu analizde de varyasyonun tamamı 13 öge ile izah edilebilmektedir. Bu varyasyonu maksimum miktarda izah eden 3 temel öge seçilerek varyasyon üç koordinatta incelenmiştir. Söz konusu 3 temel ögeden ilki toplam varyasyonun %44.16'sını, ikincisi %14.70'ini ve



Şekil 30. Morfometri verileri ile Ayrışım Fonksiyonu Analizi. İlk iki öge ile gösterim.



Şekil 31. Morfometri verileri ile Ayrışım Fonksiyonu Analizi. İlk üç öge ile gösterim.

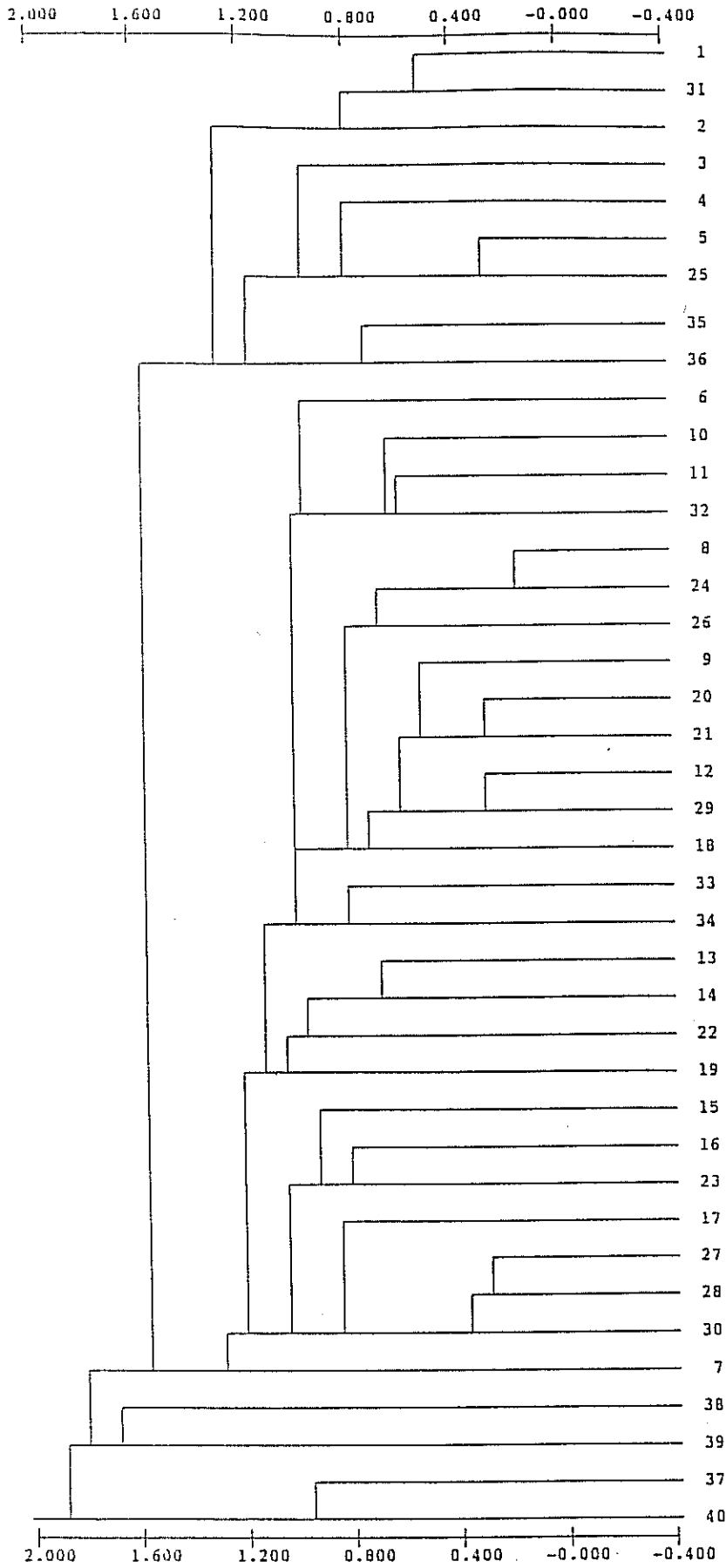
üçüncüsü de %8.42'sini izah etmektedir (Tablo 19). Bu durumda, bu üç temel öge ile toplam varyasyonun %67.28'i açıklanabilmektedir.

Fonksiyon	%	Toplam %
1	44.16	44.16
2	14.70	58.86
3	8.42	67.28

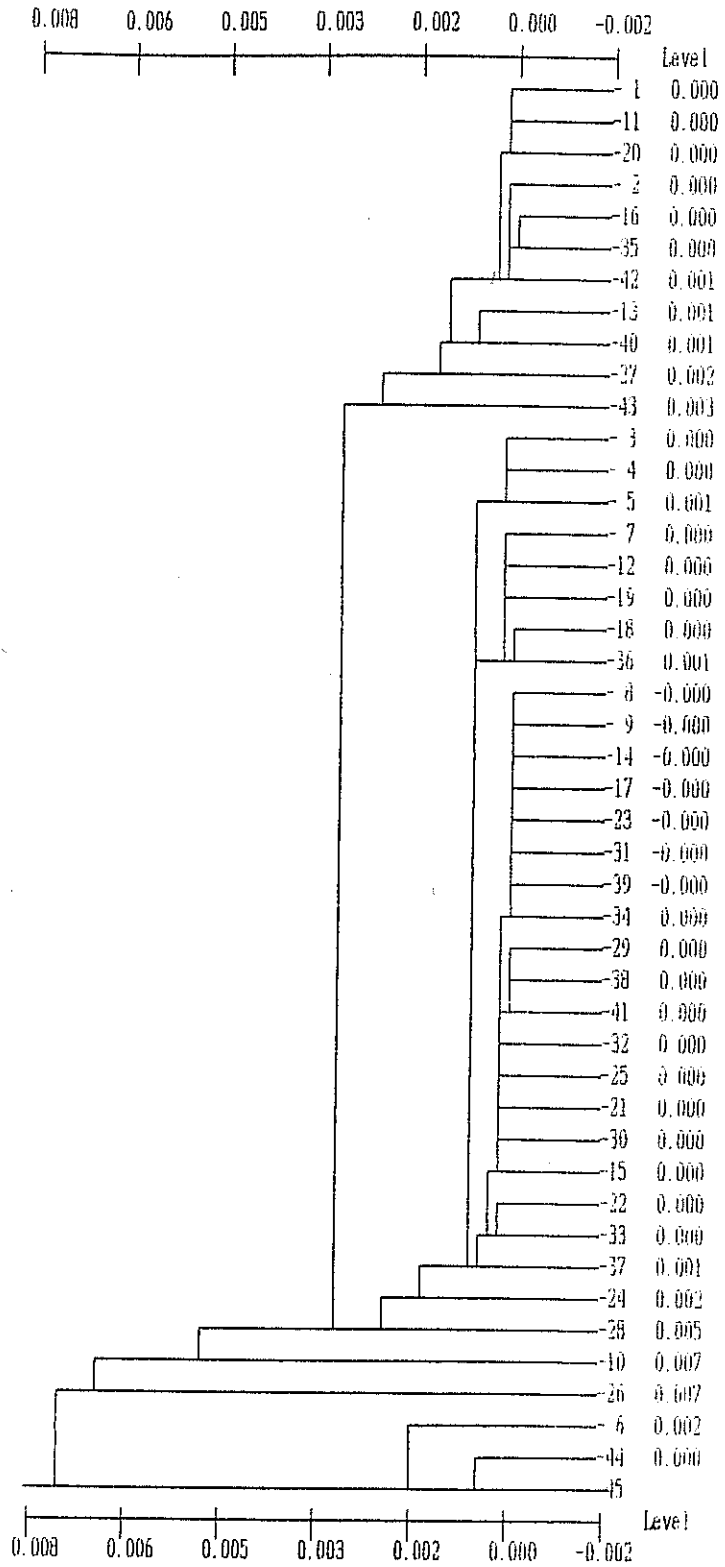
Tablo 19. Ayrışım Fonksiyonu analizinin ilk üç fonksiyonunun toplam varyansı açıklama oranları.

Bala'daki arı popülasyonundan elde edilen morfometrik ve elektroforetik verilerin fenogramı, temel ögeler analizi sonucunda elde edilen kümeleşmeye benzer bir fenetik gruplaşma sergilemektedir (Şekil 32,33).

Morfometrik verilerden hesaplanan dalgalanan asimetri indeksleri lokasyonlara karşı çizilerek, genomik koadaptasyon derecesinin lokasyonlardaki seyri incelenebilmiştir (Tablo 20).



Şekil 32. Morfometri fenogramı: morfometrik yakınlık şeması.



Şekil 33. Elektroforez dendogramı: enzim gen frekanslarına göre genetik yakınlık şeması.

Lok.	Femur Uzunluğu	Cubital İndeks (a) değeri	Ön kanat genişliği
1	0.62500	0.80700	0.35700
2	0.21250	2.08750	0.21250
3	0.31250	1.10000	0.29700
4	0.16250	0.32500	0.27150
5	0.36619	0.93571	0.52810
6	0.20250	1.35000	0.17450
7	0.23958	1.09375	0.18708
8	0.34524	0.79762	0.28571
9	0.12667	0.69048	0.17857
10	0.86250	0.60000	0.65000
11	0.13750	0.72500	0.48750
12	0.49000	0.75000	0.33333
13	0.40550	0.67500	0.26250
14	0.38450	1.06950	0.21250
15	1.66667	0.83333	1.17857
16	1.02381	0.59524	0.45238
17	0.28857	1.91667	1.16667
18	0.50800	1.21250	0.17500
19	0.12500	0.62500	0.12500
20	0.13095	0.46429	0.15476
21	0.21429	0.51190	0.15476
22	0.28800	0.72900	0.16950
23	0.41667	0.72619	0.49714
24	0.25000	0.83333	0.29762
25	0.44048	1.12810	0.80952
26	0.11905	0.57143	0.13095
27	0.26190	0.53571	0.47619
28	0.27500	0.64700	0.36250
29	0.59524	0.90667	0.38524
30	0.30000	0.93550	0.40200
31	0.37500	1.70700	0.17900
32	0.73750	0.73050	0.56150
33	0.15000	0.81250	0.26250
34	0.48750	0.88750	0.28750
35	0.36905	2.08333	0.11905
36	0.27500	1.48750	0.93750
37	0.21053	2.72368	1.17105
38	0.52500	1.45000	0.27500
39	0.28750	0.66250	0.96250
40	0.14533	0.59714	0.15524

Tablo 20. Lokasyonların dalgalanan asimetri değerleri.

3.4. GEN FREKANS YÜZEYLERİ

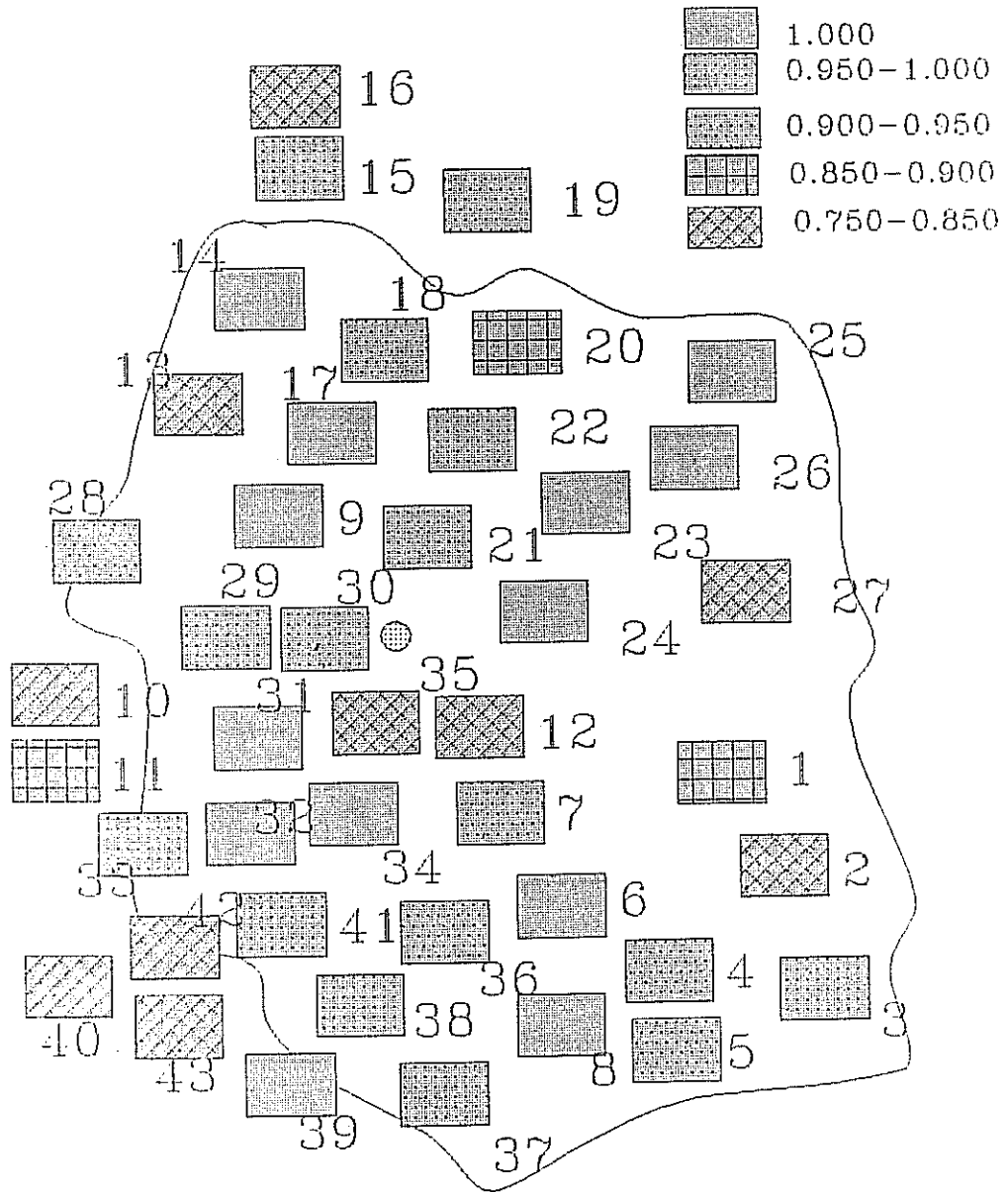
Enzim frekanslarının Bala üzerindeki gen frekans yüzeyleri çizilmiş ve 34-37 no'lu şekillerde gösterilmiştir. Gen frekanslarının tablolarında görünen yakınlığı gen frekans yüzeylerinde çok daha belirgin bir şekilde gözlenmiştir.

3.5. GRUP İÇİ VE GRUPLAR ARASI VARYASYON KATSAYILARI KARŞILAŞTIRILMASI

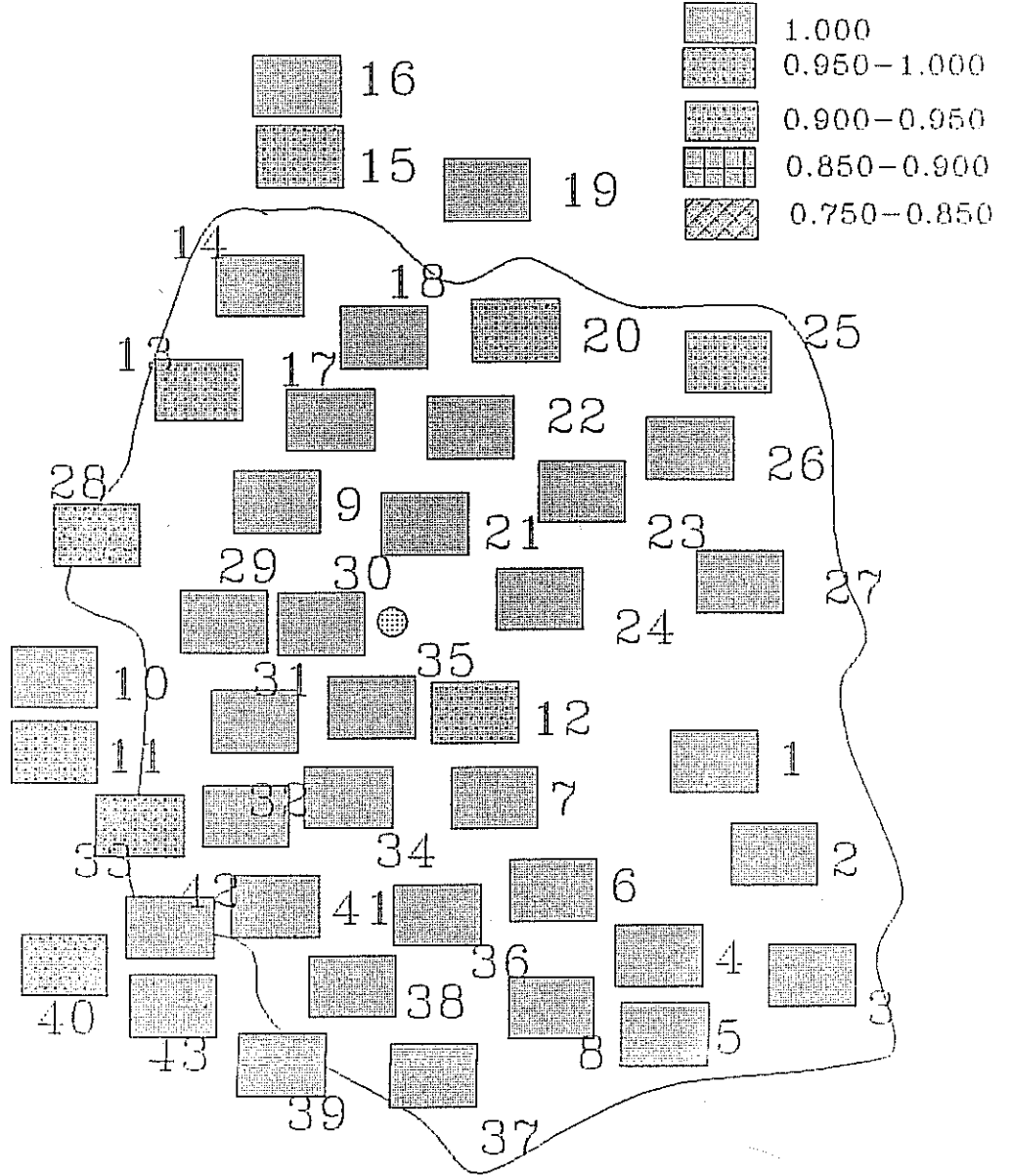
Lokasyonlardaki ve lokasyonlar arasındaki varyasyon incelenmiştir. Bu varyasyonlar X ve Y kordinatlarında birbirlerine karşı çizilerek varyasyonun lokasyonlarda ve lokasyonlar arasındaki seyri incelenmiştir.

Bu çalışmadaki morfometrik veriler Kluge-Kerfoot fenomeninde (34,35) ortaya atılan hipotezin sınanması bakımından yararlı olabilir. Bu hipoteze göre, bir karakterin toplum içi varyasyonu ile toplumlar arası varyasyonu arasında pozitif bir korelasyon vardır (61). Sözkonusu ilişki bir organizmanın evriminde farklı karakterlerin farklı hızlarda evrimleşmesi sonucunda ortaya çıkmaktadır. Bal arılarındaki morfometrik veriler sözkonusu hipotezin bal arıları için de geçerli olup olmadığını görmek için analiz edildi. Bu amaçla varyans analizi yapıldı. 13 Karakter için grup içi varyasyon katsayısı ve gruplar arası varyasyon katsayısı hesaplandı. Gruplar içi ve gruplar arası varyasyon katsayıları arasında pozitif korelasyon olduğu gözlemlendi (Şekil 38). Bu iki değişkenin logaritmik transformasyonları alınarak karşılıklı iki eksen üzerinde çizilmişlerdir (Şekil 39).

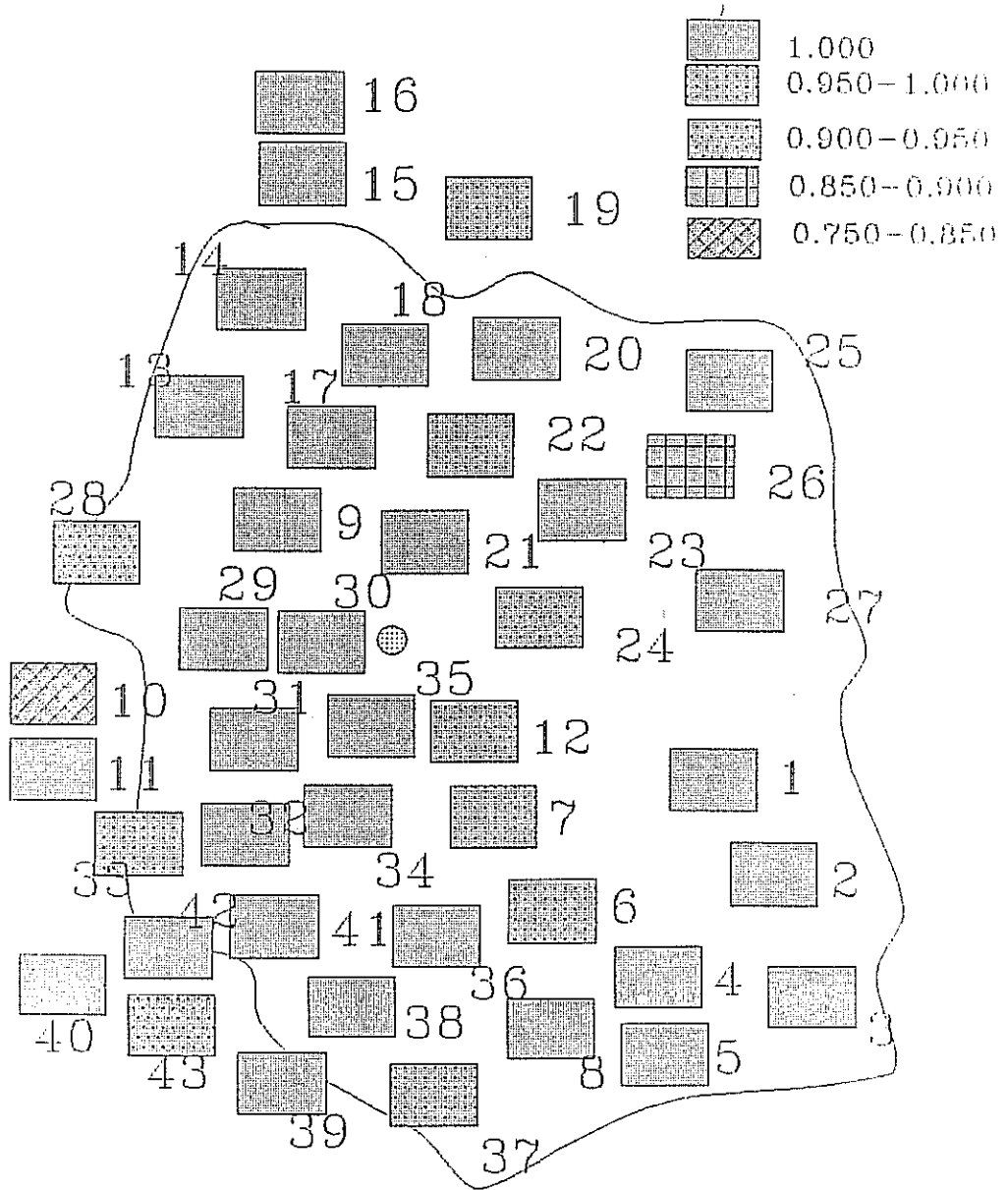
Morfometri ve elektroforez analizleri için ortak olan lokasyonlardan (Tablo 21) elde edilen veriler kullanılarak bir temel öğeler analizi daha yapıldı (Şekil 40, 41). Temel öğeler analizi sonuçları genelde morfometri verileri ile elde edilen kümelere benzer.



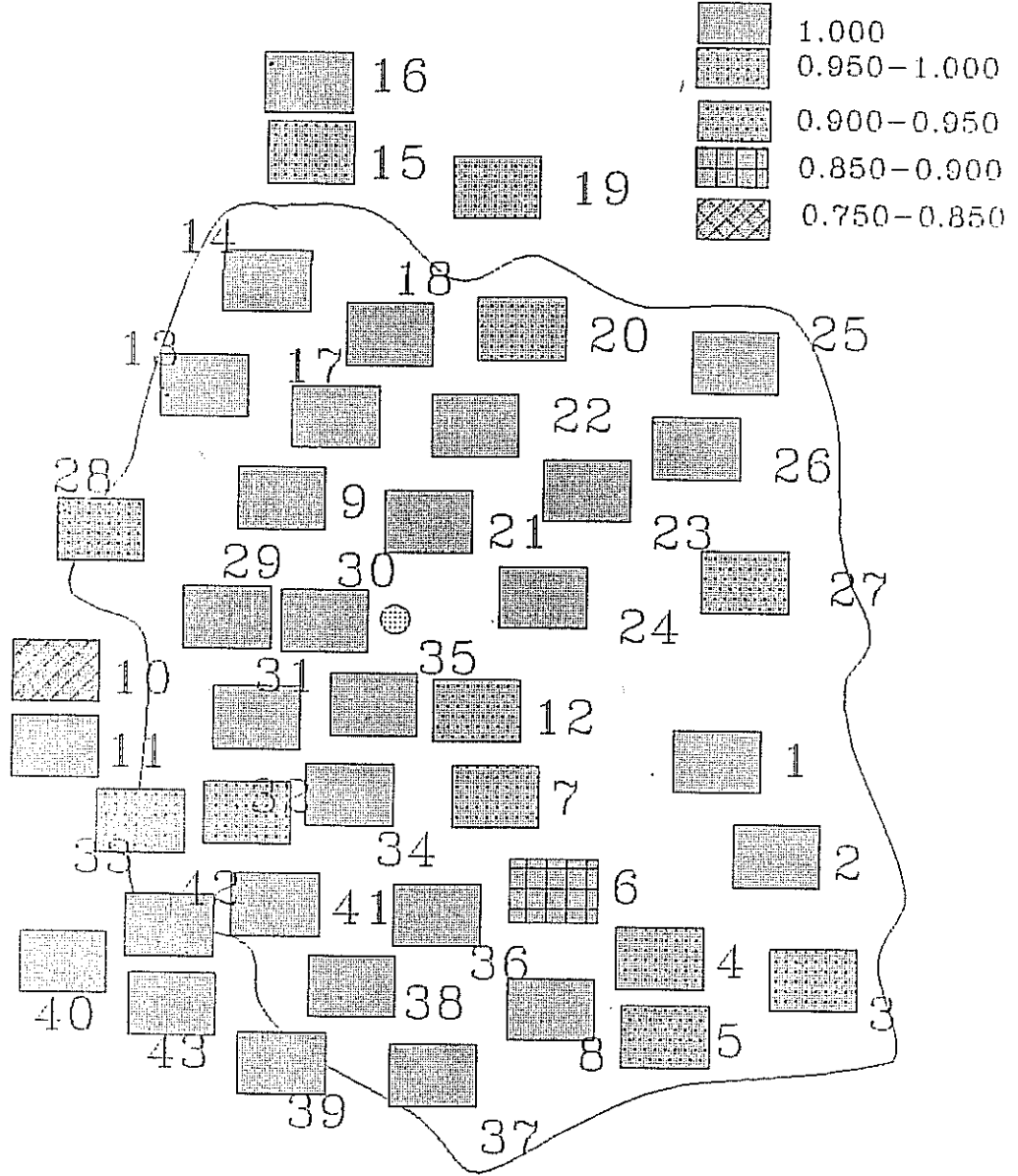
Şekil 34. Pgm gen frekans yüzeyleri.



Şekil 35. Est gen frekans yüzeyleri.



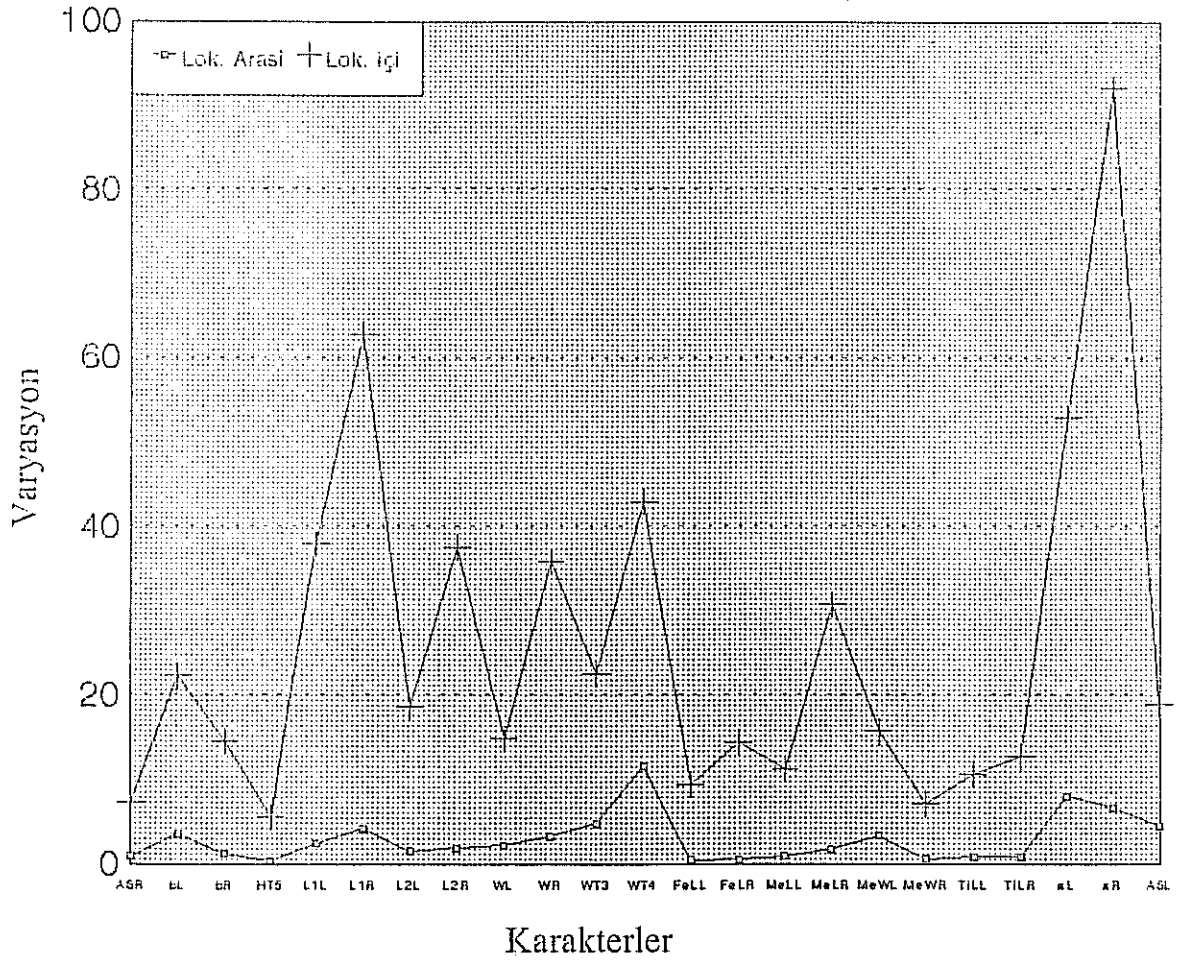
Şekil 36. MdH gen frekans yüzeyleri.



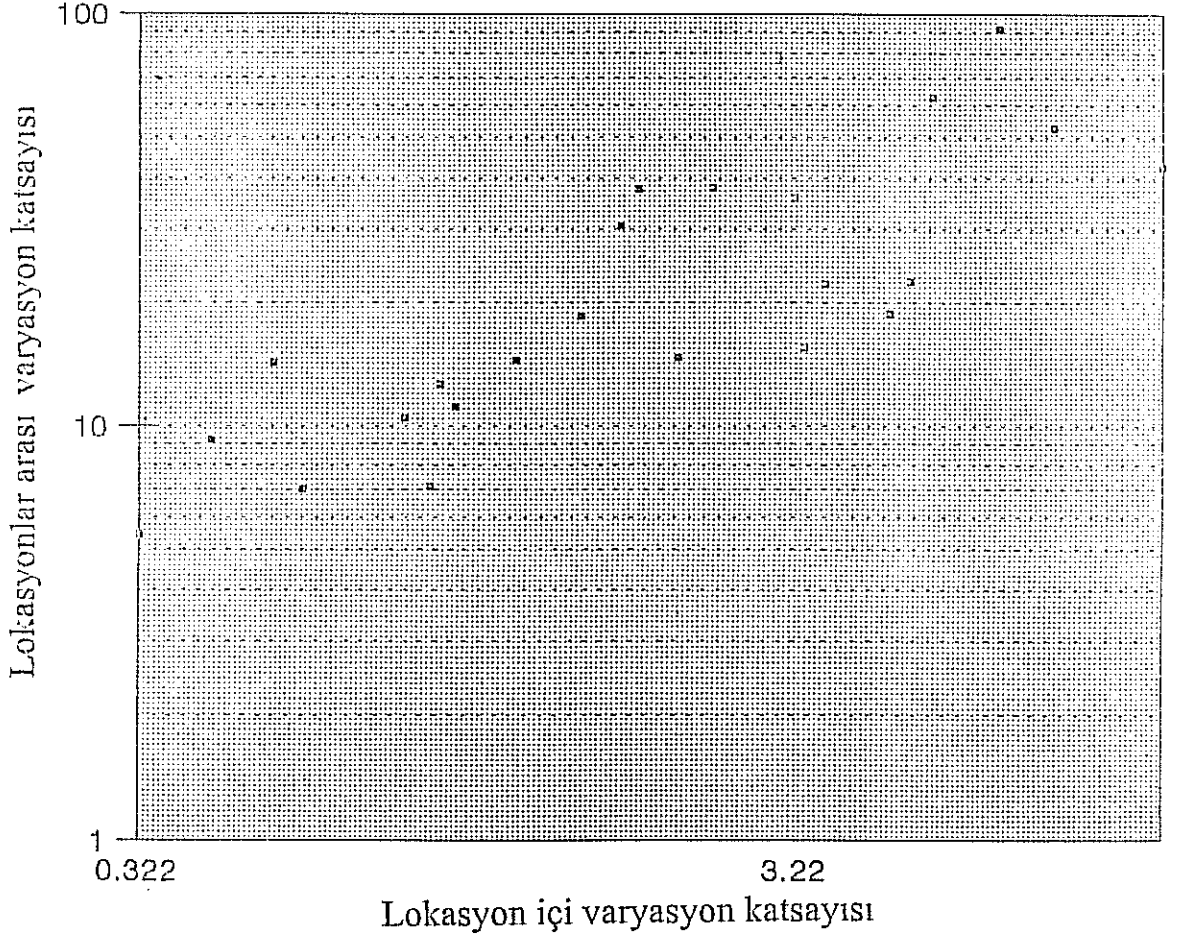
Şekil 37. Hk gen frekans yüzeyleri.

No:	İsmi
1	Bala TİGEM
2	Kesikköprü, Baraj
3	Bektaşlı
4	Tol
5	Günalan
6	Beynam
7	Esenyayla
8	Tekke
9	Yayla
10	Akarlar
11	Süleymanlı
12	Kerişli
13	Ergin
14	Aydoğan
15	Aşıkoğlu
16	Aşağı hacıbekir
17	Yukarı hacıbekir
18	Sarıhöyük
19	Suyugüzel
20	Yeniyapanşeyhli
21	Çiğdemli
22	Avşar
23	Ahmetçayırı
24	Emirler
25	Gülbağı
26	Gölbek
27	Belçarsak
28	Abazlı
29	Yörelî
30	Bağîçi
31	Küçükbayat
32	Keklice

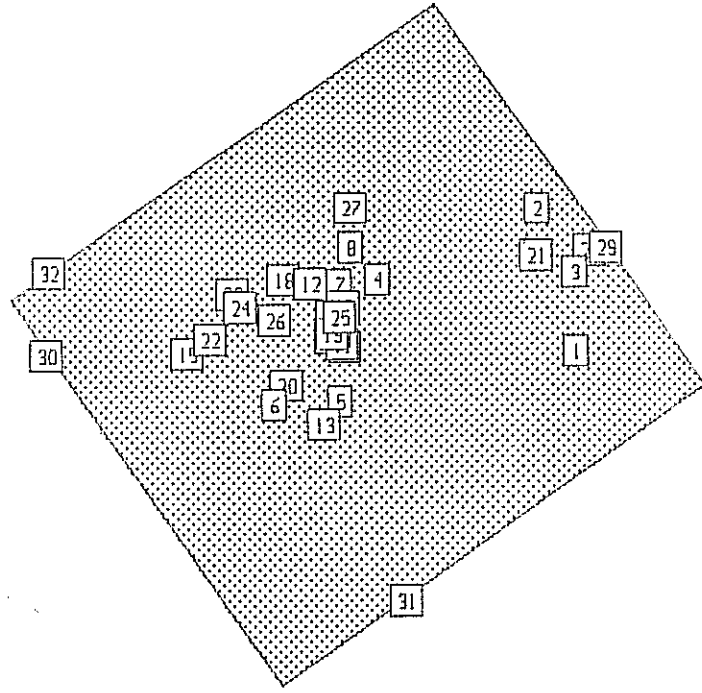
Tablo 21. Elektroforez ve morfolometri çalışmalarında örnek bulunan lokasyonlar.
(Lokasyonların numaraları önceki çalışmalardakinden farklıdır.)



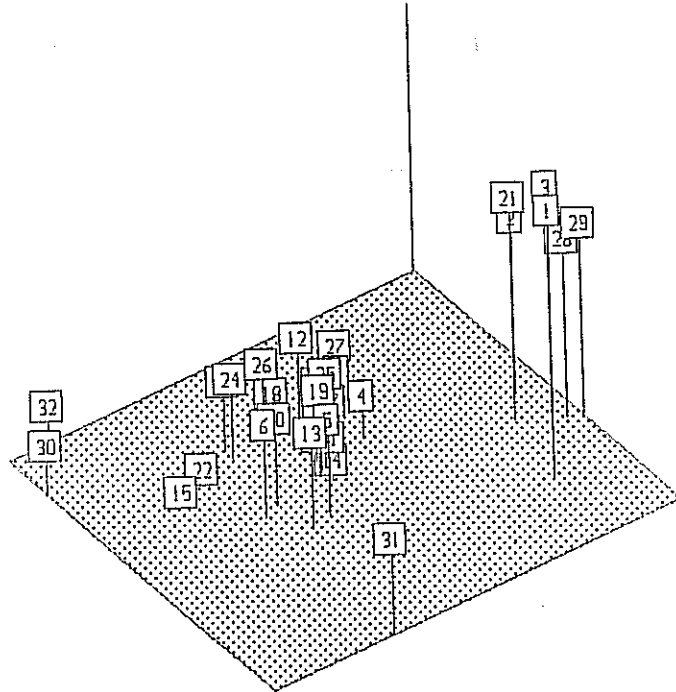
Şekil 38. Morfometrik parametrelerin lokasyonlar arası ve lokasyon içi varyasyon katsayılarının aynı grafikte gösterimi.



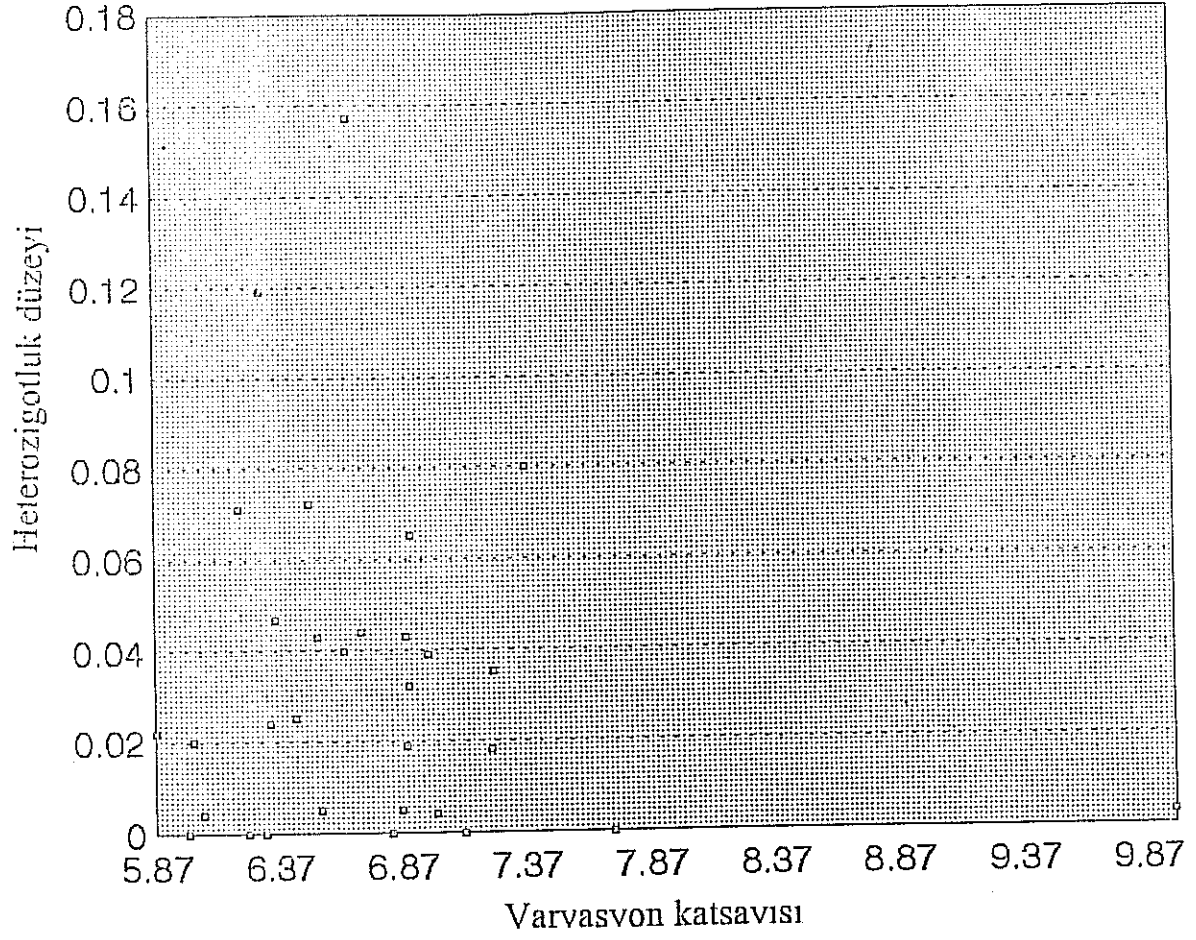
Şekil 39. Morfometrik parametrelerin lokasyonlar arası ve lokasyon içi varyasyon katsayılarının logaritmik ölçüde birbirine karşı grafiği.



Şekil 40. Elektroferez ve morfometri verileri ile yalnız ortak lokasyonlar(Tablo 42) kullanılarak elde edilen iki boyutlu Temel öğeler Analizi çıktısı.



Şekil 41. Elektroferez ve morfometri verileri ile yalnız ortak lokasyonlar(Tablo 42) kullanılarak elde edilen üç boyutlu Temel öğeler Analizi çıktısı.



Şekil 42. Elektroforez verileri ile elde edilen heterozigotluk düzeyi ve morfometri verileri ile elde edilen varyasyon katsayılarının karşılıklı eksenlerde çizimi.

kümeler verdi. Bunun nedeni de büyük bir olasılıkla morfometrik karakterlerin 13 tane, elektroforetik karakterlerin 10 tane olması ve elektroforetik karakterlerin çoğunda varyasyon olmamasıdır.

Morfometri ve elektroforez çalışmaları morfometrik karakterlerin varyasyon katsayıları ile elektroforetik karakterlerin heterozigotluk düzeyleri karşılaştırılarak incelenmiştir (Şekil 42). Varyasyon katsayıları ile heterozigotluk düzeyi karşılıklı olarak çizildiğinde elde edilen dağılım morfometrik varyasyon ile elektroforetik varyasyon arasında herhangi bir ilişki olmadığını göstermiştir. Korelasyon katsayısı ($r=-0.14$) sıfır'dan istatistiksel bakımdan anlamlı bir fark göstermemiştir.

4.TARTIŞMA

Bu çalışmada ele alınan örnek sayısı (40 lokasyon, 2.500 Arı örneği) ve çalışılan parametreler (23 morfometrik karakter ve 6 enzim sistemi) bakımından Türkiye'de bal arıları üzerine yapılan en kapsamlı çalışma olarak düşünülebilir.

İki seviyeli varyans analizi sonuçlarına göre Bala arıları birçok karakter bakımından lokasyonlar arasında anlamlı varyasyon göstermektedir. Çalışılan karakterlerden ASL, FeLL ve FeLR karakterlerinin varyasyonu lokasyonlar arasında anlamlı çıkmamıştır. Bunlardan FeLL ve FeLR, sol ve sağ arka bacaklardan ölçülen bilateral karakterler çiftidir. Femur uzunluğu Bala bölgesindeki arı popülasyonunda anlamlı bir varyasyon göstermiyor olabilir. Literatürde bu konuda bir referansa rastlanmamıştır. Öte yandan, diğer bir bilateral karakter çifti olan sağ ve sol anten segmentleri uzunluğu lokasyonlar arasında farklı bir davranış sergilemektedir. Bunlardan sol antenden ölçülen parametrenin lokasyonlar arasında gösterdiği varyasyon istatistiksel açıdan anlamlı değilken, sağ antenden ölçülen aynı parametre lokasyonlar arasında 0.01 derecesinde anlamlı bir varyasyon göstermektedir. Bu farklılığın, dalgalanan asimetriden kaynaklanması olasıdır. Diğer bilateral karakter çiftlerinin anlamlılık dereceleri de göz önüne alındığında bu olasılık desteklenebilir. Örneğin, kubital index (a) değeri sol kanatta 0.01 derecesinde anlamlı bir varyasyon gösterirken, sağ tarafta ise 0.05 derecesinde bir anlamlılık göstermektedir. Yine aynı şekilde metatarsus uzunluğu (MeLL ve MeLR) da sağ ve sol taraflarda farklı anlamlılık derecelerinde varyasyon göstermektedir. Görülen farklı anlamlılık derecelerinin neden veya nedenlerinin tam olarak açıklanabilmesi için karşılaştırılabilecek başka bir çalışmaya ihtiyaç vardır. Bundan sonra yapılacak ilk çalışmanın bulguları ile karşılaştırıldığında bu durumun açıklanabilmesi olasıdır.

Uzamsal otokorelasyon analizi ile elde edilen uzamsal otokorelogramlar her karakter için farklıdır. Görülen bu farklılık Bala bölgesindeki arı popülasyonuna

başka yörelerden gelen ve yerel populyasyondan farklı olan arı populyasyonlarından sürekli yeni katılımlar ve gen akışı nedeniyle oluşan dengelenmemiş gen havuzuna sahip olması ile açıklanabilir. Bu görüş elde edilen fenetik gruplaşma şeması ve temel öğeler analizi ile elde edilen bulgularla da desteklenmektedir.

Temel öğeler analizinde veri olarak lokasyon ortalamaları kullanılmaktadır. Lokasyonlardan ölçülen her parametrenin ortalaması hesaplamak sureti ile analizde kullanılmıştır (43). Temel öğeler analizi sonuçlarında Bala ilçesindeki lokasyonlar, sahip oldukları bal arısı populyasyonlarının birbirlerine morfometrik açıdan yakınlıklarına göre dört ana kümeye ayrılmaktadır (Şekil 26, Şekil 27). Bu kümelerden en büyük olanı (I. küme) en fazla lokasyonu (26 lokasyon) içermektedir. Bu durumda, toplam 40 lokasyondan 26 tanesi birbirlerine, morfometrik olarak diğer lokasyonlardan daha yakındır. Bir başka deyişle bala bölgesindeki bal arısı populyasyonlarının yarısından fazlası morfometrik açıdan birbirlerine yakınlık göstermiştir. II. Küme (Şekil 26) ise toplam 9 lokasyondan oluşmaktadır. Bu lokasyonlar: 1, 2, 3, 4, 5, 25, 31,35 ve 36 numaralı lokasyonlardır. Bu lokasyonlardan 2, 3 ve 4 numaralı lokasyonlar aynı köyün farklı yerlerinde bulunan ve aralarında izolasyon bulunmayan arılıklardır. Bu nedenle aynı küme içerisinde yer almaları olağandır. 1, 5, 25, 31 ve 36 numaralı lokasyonlar harita üzerinde birbirlerinden farklı coğrafik konumlarda bulunmalarına karşın aynı küme içerisinde yer almaktadır. Bu lokasyonlardaki arılar aynı kaynaktan edinilmiş olabilir. Bu lokasyonlardan 5 numaralı olan Bektaşlı köyünün, üç arılık bulunan Kesikköprü köyüne olan uzaklığı kuş-uçuşu 10Km. civarında bulunmaktadır. Bu mesafe ana arı ile çiftleşmeye gelen erkek arıların ulaşabileceği menzil içerisinde bulunmaktadır. Bu nedenle Bektaşlı köyünün, Kesikköprü köyünde bulunan arılıklarla aynı küme içerisinde bulunması doğal görülebilir.

Temel öğeler analizinin oluşturduğu III. kümede yalnız üç lokasyon bulunmaktadır. Bu lokasyonlar sırası ile 15, 38 ve 39 numaralı lokasyonlardır. Bu

başka yörelerden gelen ve yerel popülasyondan farklı olan arı popülasyonlarından sürekli yeni katılımlar ve gen akışı nedeniyle oluşan dengelenmemiş gen havuzuna sahip olması ile açıklanabilir. Bu görüş elde edilen fenetik gruplaşma şeması ve temel öğeler analizi ile elde edilen bulgularla da desteklenmektedir.

Temel öğeler analizinde veri olarak lokasyon ortalamaları kullanılmaktadır. Lokasyonlardan ölçülen her parametrenin ortalaması hesaplanmak sureti ile analizde kullanılmıştır (43). Temel öğeler analizi sonuçlarında Bala ilçesindeki lokasyonlar, sahip oldukları bal arısı popülasyonlarının birbirlerine morfometrik açıdan yakınlıklarına göre dört ana kümeye ayrılmaktadır (Şekil 26, Şekil 27). Bu kümelere en büyük olanı (I. küme) en fazla lokasyonu (26 lokasyon) içermektedir. Bu durumda, toplam 40 lokasyondan 26 tanesi birbirlerine, morfometrik olarak diğer lokasyonlardan daha yakındır. Bir başka deyişle bala bölgesindeki bal arısı popülasyonlarının yarısından fazlası morfometrik açıdan birbirlerine yakınlık göstermiştir. II. Küme (Şekil 26) ise toplam 9 lokasyondan oluşmaktadır. Bu lokasyonlar: 1, 2, 3, 4, 5, 25, 31,35 ve 36 numaralı lokasyonlardır. Bu lokasyonlardan 2, 3 ve 4 numaralı lokasyonlar aynı köyün farklı yerlerinde bulunan ve aralarında izolasyon bulunmayan arılıklardır. Bu nedenle aynı küme içerisinde yer almaları olağandır. 1, 5, 25, 31 ve 36 numaralı lokasyonlar harita üzerinde birbirlerinden farklı coğrafik konumlarda bulunmalarına karşın aynı küme içerisinde yer almaktadır. Bu lokasyonlardaki arılar aynı kaynaktan edinilmiş olabilir. Bu lokasyonlardan 5 numaralı olan Bektaşlı köyünün, üç aralık bulunan Kesikköprü köyüne olan uzaklığı kuş-uçuşu 10Km. civarında bulunmaktadır. Bu mesafe ana arı ile çiftleşmeye gelen erkek arıların ulaşabileceği menzil içerisinde bulunmaktadır. Bu nedenle Bektaşlı köyünün, Kesikköprü köyünde bulunan arılıklarla aynı küme içerisinde bulunması doğal görülebilir.

Temel öğeler analizinin oluşturduğu III. kümede yalnız üç lokasyon bulunmaktadır. Bu lokasyonlar sırası ile 15, 38 ve 39 numaralı lokasyonlardır. Bu

lokasyonlardan 15 numaralı olanı Muğla'lı gezginci bir arıcıya aittir. Bölgede konaklamış olan bu arıcının arı kovanları da örneklenmiştir. Diğer iki lokasyondan, 38 numaralı olan köyden iki arılık örneklenmiştir. Bunlardan birisi arıcılığa 1989 yılında Küçük Bayat-Keklicecek köylerinde Muğlalı arıcılardan arı alarak başladığını beyan etmiştir. Diğer ise köyün öğretmeninden bir oğul alarak arıcılığa başlamış olduğunu belirtmiştir. III. kümede bulunan son lokasyon 39 numaralı (Küçük Bayat köyü) lokasyondur. Bu lokasyondan da üç arılık örneklenmiştir. Bunlardan birincisi 10 sene önce gezginci arıcıdan arı satın almak sureti ile arıcılığa başlamış, daha sonraları da oğul bularak arılığına ilave ettiğini beyan etmiştir. İkincisi, Süleymanlı köyü civarına gelen gezginci arıcılardan iki yıl önce aldığı arılarla arıcılığa başladığını, üçüncüsü de 1990 yılında Çavuşlu köyü civarına gelen gezginci arıcıdan arı alarak arıcılığa başladığını bildirmiştir. Buraya kadar edinilen bilgiler bir araya getirildiğinde III. kümenin Bala'ya ait olmayan arılardan oluştuğu, büyük olasılıkla da Muğla'lı arıcıların sahip oldukları arı populasyonu ile akraba olan populasyonların bulunduğu lokasyonlardan oluştuğu görülmektedir. Temel öğeler analizi sonucunda gözlenen son küme (IV) ise yalnız iki lokasyondan oluşmaktadır. Bunlar, 37 ve 40 numaralı lokasyonlardır. 40 Numaralı lokasyondan örnekleme yaptığımız iki arılığın sahiplerinden edindiğimiz bilgilere göre; arılıklardan birisi 1990 yılında Amasya (Taşova)'dan getirilmiştir. Diğer de arıcılığa hemen hemen aynı tarihte başlamıştır. Bu bilgilerden 40 numaralı lokasyonun yabancı kökenli bir arı populasyonu içerdiğini öğreniyoruz. Diğer lokasyondan ise bir arılık örneklenmiştir. Bu arılık dört kişi tarafından ortak olarak işletilmektedir. 20 yıldır arıcılık yapmakta olduklarını ve iki sene önce büyük miktarda koloni kaybettiklerini daha sonra sağdan-soldan arılar temin ederek 70 kolonilik bir arılığa ulaşmış olduklarını beyan etmişlerdir. Bu bilgilerden de anlaşılacağı üzere IV numaralı küme Bala bölgesine ait olmayan, dışarıdan temin edilmiş yabancı kökenli arı populasyonlarının bulunduğu 37 ve 40 numaralı lokasyonları içermektedir.

Temel Ögeler Analizinde görülen III ve IV numaralı populasyonlar yabancı populasyonlar olmalarına karşın aynı küme içerisinde bulunmadıklarına göre farklı kökenlerden gelmektedir. III Numaralı kümenin Muğla arısına IV numaralı kümenin de Amasya kökenli arılara ait olduğu düşünülebilir.

Ayrışım fonksiyonu analizinin verileri Temel ögeler analizinden farklı olarak lokasyon ortalamaları değil, lokasyonlardan ölçülen değerlerin kendisidir. Bu iki analiz yöntemi temelde birbirlerine benzemekle beraber, aralarındaki farklılık şu şekilde özetlenebilir; Temel ögeler analizi uzayda verilerin sadece bir transformasyonunu yapar. birinci eksen maksimum varyasyonu gösterir. İkinci eksen, birinci eksene diktir ve ikinci büyük varyasyonu gösterir. Ayrışım fonksiyonu analizi ise gruplar arası farkı maksimize ederken grup içi varyasyonu minimize eder. Bu analiz yöntemi gruplar arası varyasyonun bulunduğu uzayı çarpıtarak birinci eksenin maksimum varyasyonu göstermesini sağlar (56).

Ayrışım fonksiyonu analizi sonucunda da dört ayrı kümeleşme gözlenmiştir (Şekil 30, Şekil 31). I. küme yine tüm Bala populasyonun büyük bir kısmını (toplam 30 lokasyon) içermektedir. Bu küme ile Temel ögeler analizinde bu kümeye karşılık gelen küme arasında büyük bir farklılık gözlenmemektedir. Temel ögeler analizinde II. kümede görülen 35 ve 36 numaralı lokasyonlar Ayrışım fonksiyonu analizinde I. kümeye kaymıştır. Ayrışım fonksiyonu analizinde oluşan III numaralı küme sadece 15 ve 16 numaralı lokasyonlardan oluşmaktadır. Bu lokasyonların ortak özellikleri de TKV kökenli olmalarıdır. Ayrışım fonksiyonu analizi sonucunda elde edilen son küme ise tek lokasyon içermektedir. Bu lokasyon da 6 numaralı lokasyondur. Bu lokasyondaki arılık sahibinin kendisi aynı koloniler ile 20-25 yıldır arıcılık yapmaktadır. Arıcılığa dayısından (aynı köyden) aldığı koloniler ile başladığını belirtmiştir. Örneklem yaptığımız dönemden bir ay önce TKV'den iki koloni aldığını da bildirmiştir. Ancak, arılığa yeni katılan bu kolonilerin bu çalışmaya katkısı olmamıştır. Bu bilgiler göz önüne alındığında 6 numaralı

lokasyonun Bala bölgesine ait yerel bir popülasyona sahip olduğu söylenebilir. Temel öğeler analizi sonuçları da bu lokasyonu Bala arıları ile aynı küme içerisinde (I.küme) göstermektedir.

Elde edilen fenogram incelendiğinde temel öğeler analizi ile elde edilen kümelere oldukça benzer bir fenotipik akrabalık görülmektedir. Görünen tek fark 15 numaralı lokasyonun ait olduğu kümenin farklılığıdır. Fenogram bulguları ile Temel öğeler analizi bulgularının birbirine bu denli benzer olmasının sebebi her iki analiz yöntemlerinin de lokasyon ortalamalarına dayanması olabilir.

Dalgalanan asimetri indeksleri Tablo 20'de verilmiştir. Femur uzunluğu indeksine göre lokasyon 26 minimum lokasyon 15 de maksimum değerlere sahipler. Bu durumda, femur uzunluğu indeksi gözönüne alındığında, 26 numaralı lokasyondaki arıların en iyi koadaptasyon sağlamış genom'a sahip oldukları söylenebilir. 15 Numaralı lokasyondaki arılar en yüksek asimetriye sahiptirler dolayısı ile genomik koadaptasyon bakımından en zayıf olan arı gurubunu oluşturmaktadırlar. 15 numaralı lokasyon TKV kökenli arıları olan Muğlalı arıcıya ait arılardan oluşmaktadır. 26 numaralı lokasyon ise 25-30 yıldır aynı arılar ile arıcılık yapmakta olan ve başkaca da arı almadığını belirten arıcının arılığında alınmıştır. Bu köyde başka arılık ta bulunmamaktadır. Bu bilgiler ışığında Dalgalanan asimetri bulguları ile arılık sahiplerinden alınan bilgilerin birbirlerine uymakta olduğu görülmektedir. Tablodan da anlaşılacağı gibi, her lokasyon gözönüne alınan karaktere ait indekslere göre farklı dalgalanan asimetri değerlerine sahiptir.

Üç farklı karakter indeksinden ortak bir indeks değeri hesaplanması (Ri) işlemi Palmer'in belirttiği şekilde yapılmıştır (46). Bu değerler de Tablo 22'da verilmiştir. Ri değerlerine göre, 26 numaralı lokasyon minimum değere sahiptir. Bu lokasyondan bir tek arılık örneklenmiştir. Arılık sahibi 25-30 yıldır aynı arılarla arıcılık yaptığını belirtmiştir. Bu arılığa en yakın arılık 8-10 Km. mesafede

bulunmakta ve arılığın bulunduğu köye gezginci arıcalar gelmemektedir. En düşük Ri değerine sahip olması da bu lokasyondaki arıların, çalışılan lokasyonlar arasında kendi içinde en iyi uyumu sağlamış genom'a sahip olduğunu göstermektedir.

Lok.=Ri	Lok.=Ri	Lok.=Ri	Lok.=Ri
1=80	11=49	21=19	31=73
2=64	12=73	22=42	32=87
3=74	13=56	23=75	33=43
4=26	14=68	24=57	34=75
5=83	15=103	25=96	35=64
6=50	16=73	26=9	36=87
7=54	17=95	27=48	37=89
8=61	18=74	28=52	38=86
9=26	19=13	29=86	39=66
10=80	20=11	30=74	40=19

Tablo 22.Lokasyonların R_i değerleri.

Elektroforez çalışması ele alınan örnek sayısı ve çalışılan enzim bakımından Türkiye'de ilktir. Toplam 1700 örnek ve 6 enzim sistemi çalışılmıştır. Bu çalışmada sonucunda ortaya konulan sonuçlar çok ilginçtir. Özellikle 2 enzimde, Mdh ve Hk, elde edilen sonuçlar Türkiye'deki Orta Anadolu bal arılarının Mdh ve Hk enzim gen frekansları bakımından Afrika ve Avrupa'da bulunan bal arılarının gen frekansları arasında bulunmuştur. Bu da bölgedeki arıların büyük bir olasılıkla Afrika kökenli olabileceğini göstermektedir. Aynı zamanda bu iki enzimde 2 yeni alel tespit edilmiştir (Şekil 5 ve 6). Çalışılan bu iki enzim aynı zamanda saf olduğu TKV tarafından belirtilen soylarda da araştırılmış fakat bu alellere rastlanmamıştır.

Bala yöresinde örnekleme yapılan lokasyonlarda bulunan arıların çoğu melezlenmiş durumdadır. Farklı lokasyonlarda değişik arı ırklarını bulmak mümkündür. Bu yüzden TKV (Türkiye Kalkınma Vakfı) 'den saf olduğu öne sürülen *A.mellifera anatoliaca* ve *A.mellifera caucasica* örnekleri elektroforeze tabi tutulmuş fakat yeni alellerin hiçbiri bulunamamıştır. Yapılan analizler diğerleri ile aynı şekilde istatistiksel olarak incelendiğinde heterozigotluk düzeyleri daha yüksek (0.071 ve 0.083) bulunmuştur (Tablo 23). Bala yöresindeki düşük heterozigotluk düzeyi çok az lokasyondaki varyasyondan ileri gelmektedir. Daha önce belirtildiği gibi bu bölgede 0.157 gibi yüksek heterozigotluk düzeyi olan lokasyon (Günalan Köyü, 10. lokasyon) da bulunmaktadır. Bununla birlikte TKV'den alınan arılardaki heterozigotluk düzeyi daha önceki çalışmalar ile paraleldir. Çalışılan enzimlerden Pgm en çok varyasyon gösteren enzimdir. Est'da ise çok az varyasyon görülmüştür. Me ve Pgi enzimleri için 43 lokasyonun hiç birinde varyasyon tespit edilememiştir.

Irklar	N	PGI, EST, ME	PGM	HK	MDH	H
<i>A.m.caucasica</i> Ave. Heter.(h)	114	1.000 0.000 0.000±0.000	0.890 0.110 0.197±0.032	0.830 0.170 0.283±0.033	0.990 0.010 0.020±0.013	0.083±0.051
<i>A.m.anatoliaca</i> Ave. Heter.(h)	131	1.000 0.000 0.000±0.000	0.940 0.060 0.113±0.026	0.810 0.190 0.309±0.030	1.000 0.000 0.000±0.000	0.071±0.050

Tablo 23. TKV'den alınan iki farklı arı ırkının gen frekanslarının ve heterozigotluk düzeylerinin karşılaştırılması

Lokasyonlar arasında hiçbir farkın olmaması izoenzim varyasyonunun çok az olmasından kaynaklanmaktadır. Bu lokasyonlardan enzim varyasyonu çok fazla olan (Günalan köyü, 10 Lokasyon) bir lokasyon da bulunmaktadır. Bu lokasyonun coğrafi konumuna baktığımızda yol üzerinde olmasından dolayı Muğla'lı gezginci arıcılardan ve çevre köylerdeki arılıklardan gen alışverişi yapması olasıdır. Temel ögeler analizinde bu lokasyon diğer bütün lokasyonlardan çok farklı ve tek başına bir grup oluşturmuştur. Küçük gruplardan Yukarı Hacıbekir (6.Lokasyon) köyü, TKV-Anadolu (45.numaralı örnekler) ve TKV-Kafkas (44.numaralı örnekler) lokasyonların oluşturduğu öbek saf anadolu arısı olabilir. Her ne kadar 45. numaralı örnekteki arıların TKV tarafından kaffkas olduğu öne sürülmekte ise de görünüşü bakımından kaffkas olabilir, ancak genotipi bakımından Yukarı Hacıbekir (6.Lokasyon) ve TKV-Anadolu (45. numaralı örnekler)'ya olan yakınlığı bu arıların Anadolu arısı olduğu olasılığını arttırmaktadır. Yukarı Hacıbekir (6.Lokasyon) köyünden aldığımız bilgiler doğrultusunda buradaki arıcının 25-30 yıldır arıcılık yaptığını ve yöreye daha önce yabancı arı girmediğini belirtmiştir. Bu lokasyonların birbirlerine olan benzerlikleri enzim dendogramında aynı grupta olmaları ile de desteklenmektedir.

Diğer grup, Beynam (28.Lokasyon) ve Gölbek köyü (40.Lokasyon) olmak üzere iki lokasyondan oluşmaktadır. Bu lokasyonların aynı grup içerisinde yer almaları aynı genleri taşıdıkları ve bu genleri de büyük bir olasılıkla aynı gen havuzundan aldıkları şeklinde açıklanabilir. Coğrafi konumlarına göre bu lokasyonlar Ankara-Konya karayoluna yakın bölgede bulunmaktadır. Bu bölge gezginci arıcıların sıkça uğradıkları bir bölgedir. Dolayısı ile bu iki lokasyon aynı arılıklardan gen alış verişinde bulunmuş olabilir.

İki büyük gruplaşmanın küçük olanında gruplaşma coğrafi koşullardan kaynaklanmaktadır buradaki lokasyonlardan Bektaşlı (3.Lokasyon), Sarıhöyük (4 ve 5.Lokasyon), Aşağı Hacıbekir (7.Lokasyon), Küçük Bayat (26.Lokasyon) ve Çatalçeşme (27.Lokasyon) aynı anayol üzerinde ve birbirlerine yakın köylerdir. Bu

yörelerde yakın köyler arasında gen alışverişi oldukça fazladır. Bu bölgedeki ufak sıra tepeler uzak bölgelerden gen alış verişi olmasını engellemektedir. Dolayısı ile bu yöredeki arıların birbirlerine benzemesi beklenmektedir. Bu benzerlikler gen frekans yüzeylerine de yansımaktadır.

En büyük grup ise varyasyonun hiç olmadığı veya çok az olduğu lokasyonlardan meydana gelmektedir. Bu lokasyonlardan alınan bilgilere bakıldığında en eski olan arılığın 10 yıllık olduğu görülmüştür. Bu nedenle, bu arılıkların birçoğu yeni kurulduğundan, başlangıç kolonilerinin aynı kaynaktan temin edilmiş olması olasıdır. Zira, morfometri çalışması için örnek alındıktan iki yıl sonra elektroforez çalışması için örnek almaya gidildiğinde bölgedeki birçok arılığın yok olduğu ve birçok yeni arılığın da kurulduğu tespit edilmiştir. Bu grupta çok az varyasyona sahip olan lokasyonlara da farklı kökenlerden koloni takviyesi ve gen akımı olduğu kabul edilebilir.

Köylüler tarafından birbirleri arasında yapılan kovan alış verişleri ve yabancı arıcıların farklı kovanları getirip satmaları, bu bölgelere sürekli olarak farklı genlerin girmesi popülasyonlarda dengesizlikler yaratabilir. Yoğun gen akımı, doğal olmayan göç, seleksiyon baskısı ve insan faktörü sonucunda popülasyonun gen havuzunun dengesi bozulabilir. Dengelenmemiş bir popülasyon da uzamsal otokorelasyon sonucunda "Crazy Quilt" adı verilen otokorelogramlar meydana gelebilir. Yaptığımız çalışmada gerek morfometri verileri ile, gerekse elektroforez verileri ile yapılan uzamsal otokorelasyon analizleri sonucunda Bala bölgesindeki bal arısı popülasyonunun doğal bir popülasyon olmadığı, çeşitli zamanlarda farklı bölgelerden alınan kovanların bölgede bulunduğu görülmüştür. Bunun sonucu olarak yapılan uzamsal otokorelasyon analizinde elde edilen korelogramlar "Crazy Quilt" te uymaktadırlar.

Est ve Hk enziminin alellerinde görünen kısa mesafedeki pozitif ve uzun mesafedeki negatif uzamsal otokorelasyon bize birbirine yakın lokasyonlar arasında bir benzerliğin olduğunu bununda büyük bir olasılıkla gen alış verişi veya göçten kaynaklandığını göstermektedir. Populasyonlardaki düzensizlik yakın lokasyonlardan birbirleri arasındaki alışveriş ve bölgeye dışarıdan gelen yabancı gen havuzlarından kaynaklanmaktadır. Örnek toplama sırasında alınan kayıtlar da bunu desteklemektedir.

Bala yöresindeki arıların heterozigotluk düzeyleri 0.033 olarak bulunmuştur. Bu değer diğer canlılarla (Tablo 24) karşılaştırıldığında çok düşüktür. Fakat bulunan bu düşük değer daha önce arılarla yapılan çalışmalarla (Tablo 25) bir paralellik göstermektedir. Literatürde arıların düşük heterozigotluk düzeyine sahip olduklarından

BÖCEK KATEGORİSİ	Tür sayısı	$H_{exp} \pm S.E.$
Bütün böcekler	188	0.107 \pm 0.005
Drosophila hariç	157	0.101 \pm 0.006
Diplo-diploid	158	0.120 \pm 0.006
Drosophila hariç	127	0.116 \pm 0.006
Orthoptera	25	0.076 \pm 0.009
Hemiptera	24	0.104 \pm 0.017
Homoptera	6	0.098 \pm 0.026
Heteroptera	18	0.107 \pm 0.022
Coleoptera	5	0.191 \pm 0.032
Lepidoptera	34	0.145 \pm 0.014
Diptera	70	0.124 \pm 0.007
Drosophila	31	0.135 \pm 0.011
Diğer Diptera	39	0.115 \pm 0.009
Haplo-diploid		
Hymenoptera	30	0.036 \pm 0.004
Solitary	14	0.045 \pm 0.005
Waspslar	10	0.048 \pm 0.005
Arılar	3	0.047 \pm 0.012
Sawflies	1	0.021
Eusosyal	16	0.028 \pm 0.005
İlkel	5	0.027 \pm 0.010
Wasplar	3	0.031 \pm 0.016
Arılar	2	0.022 \pm 0.015
Gelişmiş	11	0.031 \pm 0.006
Arılar	2	0.000 \pm 0.000
Karıncalar	9	0.034 \pm 0.006
Bütün Wasplar	13	0.044 \pm 0.006
Bütün Arılar	7	0.026 \pm 0.010

Tablo 24. Böceklerde ortalama heterozigotluk düzeyleri (58).

Çalışma	Tür sayısı	Ortalama lokus sayısı	Heterozigotluk
Snyder (1974)	3	16	0.000
Metcalf et.al.(1975)	7	16	0.061
Pamilo et.al.(1978)	6	14	0.010
Lester et.al.(1979)	7	14	0.053
Bu çalışmada	1	6	0.033

Tablo 25. Hymenoptera türlerinde ortalama heterozigotluk düzeyleri (60).

söz edilmiştir (9,12,19,20,21,22). Bunun sebeplerinin başında Haplo-diploid eşey belirleme sistemine sahip olmaları, kovan içinin çok fazla varyasyon göstermemesi ve erkeklere olan seleksiyon başlıca etmenler arasında sayılmaktadır (58,59,60).

Genetik varyasyonun bir diğer ölçüğü olan Polimorfizm bu çalışmada kullanılmamıştır. Çünkü değişik kriterler ile belirlenmekte olan (Nei, 1987) polimorfizm karışıklıklara neden olmaktadır. Bir diğer nedeni ise kullanılan enzim ve örnek sayısının azlığından kaynaklanmaktadır. İncelenen örnek sayısı az olduğu zaman bir enzimin lokuslarında bulunan bütün alelleri görme olasılığı çok azalacaktır. Polimorfizm hesaplanmasında varyasyon gösteren enzimler kullanıldığından dolayı bulunacak P değeri gerçekleri yansıtmayacaktır. Yine de P değeri varyasyon olmayan lokasyonlar için 0.000 en çok varyasyon olan lokasyonlar için (en fazla 4 enzimde varyasyon tespit edilmiştir) 0.667 olarak bulunmuştur.

Morfometrik çalışma ile elektroforetik çalışma arasında herhangi bir paralellik görülmemiştir. Bu durumda morfometrik çalışmanın mı yoksa elektroforetik çalışmanın mı daha üstün olduğuna karar verilememiştir. Morfometrik varyasyon sürekli değişim göstermekle beraber birçok genin ve çevrenin etkisi altındadır. Oysa, elektroforetik varyasyon kesin olarak gruplara ayrılabilen bir varyasyondur. Bir gen ile doğrudan bir ilişkiye sahiptir ve çevreden etkilenmez.

Bu çalışmada farklı lokasyonlarda yabancı kökenli ve yerel kökenli arılar bulunduğu gözlenmiştir. Bunun sonucu olarak arıları kesin olarak Anadolu ya da Kafkas şeklinde sınıflandırmak mümkün olmamaktadır.

5.SONUÇ

1. Elektroforez sonuçlarına göre elde edilen heterozigotluk düzeyi diğer çalışmalarda elde edilen değerlerle paralellik göstermektedir. Hekzokinaz (Hk) ve Malatdehidrogenaz (Mdh) gen frekansları Afrika ve Avrupa'da bulunan arı popülasyonlarının gen frekansları arasında bulunmuştur. Bu da orta Anadolu'daki bal arılarının Afrika kökenli olduğunu göstermektedir.

2. Elektroforez çalışması ile morfometri çalışması korelasyon göstermemektedir. Yapılan analizler sonucunda ortaya konan bulgular farklı sonuçlar göstermektedir. Bunun sebepleri morfometrik karakterlerin fazlalığı, çalışılan enzimlerle morfometrik karakterler arasında herhangi bir ilişkinin olmaması ve en önemlisi her iki çalışma için toplanan örneklerin iki yıl gibi farklı zaman aralığında toplanmış olmasından kaynaklanabilir.

3. Uzamsal otokorelasyon dengelenmemiş gen havuzlarında ortaya çıkan "Crazy Quilt" modelini göstermektedir. Her morfometrik karakter ve her enzim aleli korelogramları hiç bir benzerlik göstermemiştir.

4. Bu çalışmada farklı lokasyonlarda yabancı kökenli ve yerel kökenli arılar bulunduğu gözlenmiştir. Bala yöresindeki bal arısı popülasyonu bazı lokasyonlarda yerel, bazı lokasyonlarda yabancı kökenli, bazı lokasyonlarda da yerel ve yabancı karışık arılardan oluşmaktadır. Bu nedenle yerel ve yabancı kökenli bal arıları arasında büyük ölçüde gen alış verişi olmaktadır. Bu yöredeki olası Anadolu arıları büyük bir hızla saflıklarını yitirmektedirler. Bunun sonucu olarak bu yöredeki bal arılarını kesin olarak Anadolu ya da Kafkas arısı şeklinde sınıflandırmak mümkün olmamaktadır.

6.KAYNAKLAR

1. Ruttner, F. 1973. *Races of Honeybees*. The hive and the Honeybees. Dodant and Sons, Hamilton, Illinois.
2. Sönmez, R. and Settar, A. 1987. Önemli arı ırkları, ırk özellikleri ve Türkiye'deki bulgular. Türkiye 1. Arıcılık Kongresi, Ankara, 1980. N.Sönmez(Ed.) Tarım, Orman ve Köyişleri Bakanlığı yayını no.154.
3. Seely, T.D. 1985. *Honeybee Ecology*, Princeton University Press, New Jersey.
4. Crane, E. 1976. *Honey*, In History of Honey. E.Crane(Ed.) Heinmann, London.
5. Adam, Br. 1983. In search of the best strains of bees. Walmar Verlag, Zelli Werebah.
6. Bodenheimer, F.S. 1942. Studies on the Honeybee and Beekeeping in Turkey, Ankara.
7. Fıratlı, Ç. 1987. Races of Honeybees. *Training course on apiculture at the development foundation of Turkey*. A. İnci(Ed.). FAO. Ankara.
8. Kence, A. (Proje Koordinatörü). 1990. *Türkiye'nin Biyolojik Zenginlikleri*, Türkiye Çevre Sorunları Vakfı yayını Ankara.
9. Bruckner, D. 1974. Reduction of Biological polymorphisms in honeybees (*Apis mellifera*). *Experientia*, 30: 618-619.

10. Nunamaker, R.A., Wilson, W.T. 1981. Comparison of MDH allozyme patterns in the African Honey bee (*Apis mellifera adansonii* L) and the Africanized populations of Brazil. *Journal of The Kansas Entomological Society*, 54: 704-710.
11. Nunamaker, R.A., Wilson, W.T., Haley, B.E. 1984. Electrophoretic detection of Africanized honey bees (*Apis mellifera scutellata*) in Guatemala and Mexico based on Malate Dehydrogenase allozyme patterns. *Journal of The Kansas Entomological Society*, 57: 622-631.
12. Contel, E.P.B., Mestriner, M.A., Martins, E. 1977. Genetic control and developmental expression of Malate Dehydrogenase in *Apis mellifera*. *Biochemical Genetics*, 15: 859-876.
13. McDonald, I.C., Nelson, D.R., Johnson, O.A., Filipi, P.A., Cardwell, D.L. 1978. House fly genetics: Inheritance patterns of Phosphoglucomutase, Hexokinase, and Glutamate-Oxaloacetate transaminase isozymes. *Annals of Entomological Society of America*, 71: 99-102.
14. Black IV, W.C., Krafusur, E.S. 1985. Electrophoretic analysis of genetic variability in the house fly (*Musca domestica* L.). *Biochemical Genetics*, 23: 193-203.
15. Johnson, D.L.E. 1985. Genetic differentiation in the *Drosophila athabasca* complex. *Evolution*, 39: 467-472.
16. Smith, M., Hopkinson, D.A., Harris, H. 1971. Developmental changes and polymorphism in human alcohol dehydrogenase. *Annals of Human Genetics*, 34, 251-271.

17. Smith, M., Hopkinson, D.A., Harris, H. 1972. Alcohol dehydrogenase isozymes in adult human stomach and liver: evidence for activity of the ADH₃ locus. *Annals of Human Genetics*, 35: 243-253.
18. Kandemir, İ., Kence, M., Kence, A. 1993. Effects of competition on PGM polymorphism in the house fly, *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae). *Doğa-Tr.J. of Zoology*, 17: 161-165.
19. Bitondi, M.M., Mestriner, M.A. 1983. Esterase isozymes of *Apis mellifera*: Substrate and inhibition characteristics, developmental ontogeny, and electrophoretic variability. *Biochemical Genetics*, 21: 985-1002.
20. Mestriner, M.A. 1969. Biochemical polymorphism in bees (*Apis mellifera ligustica*). *Nature*, 223: 188-189.
21. Sheppard, W.S., Berlocher, S.H. 1985. New allozyme variability in Italian honeybees. *The Journal of Heredity*, 76: 45-48.
22. Del Lama, M.A., Mestriner, M.A., Pavia, J.C.A. 1985. Est-5 and Pgm1: New polymorphisms in *Apis mellifera*. *Rev. Brazil. Genet.* VIII:17-27.
23. Del Lama, M.A., Figueiredo, R.A., Soares, A.E.E., Del Lama, S.N. 1988. Hexokinase polymorphism in *Apis mellifera* and its use for Africanized honeybee identification. *Rev. Brazil. Genet.*, 11: 287-297.
24. Shaw, C.R., Prasad, R. 1970. Starch gel electrophoresis- A compilation of recipes. *Biochemical Genetics*, 4: 297-320.

25. Wilson, K., Goulding, K.H. 1986. *A biologist's guide to principles and techniques of practical biochemistry*. ELBS Third edition, London, 396p.
26. Kocabaş, Ş. 1989. Electrophoretic analysis of genetic variability in the house fly (*Musca domestica* L.). Ms. Thesis, METU. 61p.
27. Göktepe, M. 1978. Studies on some enzymes of House fly, *Musca domestica* L. Ms. Thesis, METU. 44p.
28. Farris, M.A, Mitton, J.B. 1984. Population density, outcrossing rate and heterozygote superiority in ponderosa pine. *Evolution*, 38: 1151-1154.
29. Spencer, N., Hopkinson, D.A., Harris, H. 1964. Phosphoglucosmutase polymorphism in man. *Nature*, 204: 742-745.
30. Nei, M. 1987. *Molecular evolutionary genetics*. Columbia University press, New York.
31. Sokal, R.R., Rohlf, F.C. 1981. *Biometry*. W.H. Freeman and Company, San Francisco. 859p.
32. Rohlf, J.F., and Sokal, R.R., 1981. *Statistical tables*. 2nd Ed. W.H. Freeman and Company. San Francisco. 219p.
33. McDonald, J.H. 1985. *No Bad Gels*. Starch gel electrophoresis for the masses. Department of Ecology and Evolution. State University of New York at Stony Brook, NY 11794.

34. Kluge, A.G. and Kerfoot, W.C., The predictability and regularity of character divergence., *The American Naturalist*, 107(955):426-441.
35. Sokal, R.R., The Kluge-Kerfoot phenomenon reexamined. *The American Naturalist*, 110(976):1077-1091.
36. Cliff, A.D. and Ord, J.K., 1981. Spatial Processes, Pion, London.
37. Cracraft, J. 1983. The significance of Phylogenetic Classifications for Systematic and evolutionary Biology, *NATO ASI Series, Series G, Ecological Sciences No.1*, pp. 384-403.
38. Daly, H.V. 1985. Insect Morphometrics, *Ann. Rev. Entomol.* Vol.30, pp. 415-417.
39. Felsenstein, J. 1983. Methods for Inferring Phylogenies: a Statistical View, *NATO ASI Series, Series G, Ecological Sciences No.1*, pp. 384-403.
40. Ferguson, M. 1986. Development stability of Rainbow Trout hybrids: Genomic coadaptation or heterozygosity ?, *Evolution*, Vol.40, No.2, pp. 323-330.
41. Legendre, P. 1983. Numerical Ecology: developments and recent trends, *NATO ASI Series, Series G, Ecological Sciences, No.1*, pp. 384-403.
42. Leary, R., Allendorf, F., Knudsen, K. 1985. Developmental instability and high meristic counts in interspecific hybrids of Salmoid fishes, *Evolution*, Vol.39, No.6, pp. 1318-1326.
43. Nie, N.H. 1975. *SPSS: Statistical package for the social sciences*, 2nd Edition, McGraw-Hill Book Com., U.S.A.

44. Oden, N.L. 1984. Assessing the significance of a spatial correlogram, *Geographical analysis*, Vol.16, No.1, pp. 1-16.
45. Önde, S. 1988. Spatial autocorrelation analysis on gene frequencies of blood groups in Turkey. Ms. Thesis in Biology, METU, Ankara.
46. Palmer, R.A. 1986. Fluctuating asymmetry: Measurement, Analysis, Patterns. *Ann. Rev. Ecol. Syst.*, Vol. 17, pp. 391-421.
47. Sokal, R.R., Thomson, J.D. 1987. Applications of spatial autocorrelation in ecology. NATO ASI Series, *Developments in Numerical Ecology*, Vol G14, pp. 431-466.
48. Sokal, R.R. 1985. Spatial data analysis and historical processes. A written manuscript of Department of Ecology and Evolution, State University of New York.
49. Sokal, R.R. 1983. Analysing character variation in geographic space. *NATO ASI series*, Series G, Ecological Sciences No.1, pp. 384-403.
50. Sokal, R.R, F.M.L.S and Oden, N.L. 1978a. Spatial autocorrelation in Biology: 1 Metodology, *Biological J. Linnean Society*, Vol. 10, pp.129-288.
51. Sokal, R.R., Oden, N.L. 1978b. Spatial autocorrelation in Biology: 2. Some Biological implications and four applications of evolutionary and ecological interest. *Biol.J.Linn.Soc.*, Vol. 10, pp. 199-228.

52. Sokal, R.R., Freidlaender, J. 1982. Spatial autocorrelation analysis of biological variation on Bougainville Island, *Current developments in Anthropological Genetics*, Vol.2, pp. 205-227.
53. Sokal, R.R., Jaquez, G.M., Wooten, M.C. 1989. Spatial autocorrelation analysis of migration and selection. *Genetics*, Vol. 121, pp. 845-855.
54. Soule, M.E. 1979. Heterozygosity and developmental stability: Another look. *Evolution*, Vol.33, No.1, pp. 336-340.
55. Thrope, R.S. 1983. A review of the numerical methods for recognizing and analyzing racial differentiation. *NATO ASI Series, Series G, Ecological Sciences* No.1, pp. 402-423.
56. Seal, Hilary. 1964. *Multivariate statistical analysis for biologists*. Methuen and Co Ltd. London, 207p.
57. Rohlf, J.F. 1992. NTSYS-pc : Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System. Ver. 1.70. and Manual Book, Applied Biostatistics.
58. Graur, D. 1985. Gene diversity in Hymenoptera. *Evolution*, 39: 190-199.
59. Lester, L.J., Selander, R.K. 1979. Population genetics of haplo-diploid insects. *Genetics*, 92: 1329-1345.
60. Metcalf, R.A., Marlin, J.C., Whitt, G.S. 1975. Low levels of genetic heterozygosity in Hymenoptera. *Nature*, 257, 792-794.

61. Manly, B.F.J, 1985, The Statistics of Natural Selection, Chapman and Hall, 484pp.

62. Maa, T. 1953. An inquiry into the systematics of the tribus Apidini or honeybees
(Hym.). *Treubia*, 21: 525-640.