

**TRAKYA BÖLGESİ BALARISINDA (*Apis mellifera* L.)
GEOMETRİK MORFOMETRİK ÇALIŞMALAR**
Yüksek Lisans Tezi

Hakan TURAN

Zootečni A.B.D.

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Yahya Tuncay TUNA

Eş Danışman: Prof. Dr. Aykut KENCE

2011 - Tekirdağ

T.C.
NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**TRAKYA BÖLGESİ BALARISINDA (*Apis mellifera* L.)
GEOMETRİK MORFOMETRİK ÇALIŞMALAR**

Hakan TURAN

ZOOTEKNİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN: Yrd. Doç. Dr. Yahya Tuncay TUNA
EŞ DANIŞMAN: Prof. Dr. Aykut KENCE

TEKİRDAĞ-2011

Her hakkı saklıdır.

Bu çalışma, Namık Kemal Üniversitesi
Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu tarafından desteklenmiştir.
Proje No: NKÜBAP 00.24.YL.09.11

Yrd. Doç. Dr. Yahya Tuncay TUNA danışmanlığında, Hakan TURAN tarafından hazırlanan bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından. Zootekni Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı: Prof. Dr. Aykut KENCE (Eş Danışman) *İmza :*

Üye: Prof. Dr. Muhittin ÖZDER *İmza :*

Üye: Yrd. Doç. Dr. Yahya Tuncay TUNA (Danışman) *İmza :*

Üye: Yrd. Doç. Dr. Ertan KÖYÇÜ *İmza :*

Üye: Yrd. Doç. Dr. Devrim OSKAY *İmza :*

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunun tarih ve sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Doç. Dr. Fatih KONUKÇU
Enstitü Müdürü

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

TRAKYA BÖLGESİ BALARISINDA (*Apis mellifera* L.) GEOMETRİK MORFOMETRİK ÇALIŞMALAR

Hakan TURAN

Namık Kemal Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Zootečni Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Yahya Tuncay TUNA
Eş Danışman: Prof. Dr. Aykut KENCE

Gelecekte gerçekleşmesi beklenen koşullarda en ekonomik verimi sağlayacak genotiplerin elde edilmesi ve yetiştirilmesi ıslahın başlıca amaçlarındandır. Bu araştırmada, Trakya Bölgesindeki bal arıları (*Apis mellifera* L.) geometrik morfometrik yöntem kullanılarak incelenmiştir. Bu amaçla erkek ve işçi arılardaki sağ ön kanat örnekleri il bazında gruplandırılarak kullanılmıştır. Çalışmamızda diğer araştırmalardan farklı olarak erkek arı örnekleri de kullanılmıştır. İşçi arılarda yapılan MANOVA analizi sonucunda kontrol grubu Kafkas arısı (*A.m. caucasica*) ve iller bazında bütün gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($P<0,001$ ve $P<0,002$). Erkek bireylerde ise, Çanakkale (G.Ada) ve Kafkas grubunun tüm gruplardan farklı olduğu ($P<0,001$, $P<0,002$, $P<0,006$), bununla birlikte Edirne, Tekirdağ ve Kırklareli grupları arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmüştür ($P>0,05$). Yukarıda elde ettiğimiz bulgular çerçevesinde Trakya Bölgesi bal arısının morfometrik olarak genetik varyasyon gösterdiğini söyleyebiliriz.

Anahtar kelimeler: Bal arısı, Geometrik morfometri, Trakya Bölgesi, Erkek arı

Yıl 2011, 67 sayfa

ABSTRACT

Ph.D. Thesis

GEOMETRIC MORPHOMETRIC STUDIES TRAKYA REGION HONEYBEES (*Apis mellifera* L.)

Hakan TURAN

Namık Kemal University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Main Science Division of Animal Science

Supervisor : Yrd. Doç. Dr. Yahya Tuncay TUNA
Co-supervisor: Prof. Dr. Aykut KENCE

Getting and rearing the genotypes which will provide the most economic efficiency in the conditions which is anticipated in the future is one of the main aims of breeding. In this study, honey bees (*Apis mellifera* L.) of Trakya Region were examined by using geometric morphometric methods. With this purpose, the samples of right forewings of drones and worker bees have been analyzed separately by grouping on provincial basis. In our study, drone samples have also been used as distinct from other researches. In the result of MANOVA analysis applied to worker bees, the difference between control group Kafkas honeybee (*A.m. caucasica*) and all groups on provincial basis has been reached statistically significant ($P < 0,001$ and $P < 0,002$). As to drones, it has been reached that Çanakkale (G. Ada) and Kafkas groups are different from other groups ($P < 0,001$, $P < 0,002$, $P < 0,006$), on the other hand, the difference between Edirne, Tekirdağ and Kırklareli groups are statistically insignificant ($P > 0,05$). Above, within the framework of our findings showing genetic variation in morphometric say Honeybee Thrace Region.

Keywords : Honeybee, Geometric Morphometric, Trakya Region, drone

Year 2011, 67 pages

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

	SAYFA
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER DİZİNİ	iii
KISALMALAR DİZİNİ	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ	v
ÇİZELGELER DİZİNİ	vii
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR VE KURAMSAL TEMELLER	3
2.1. Arıların Sınıflandırılması	3
2.2. Morfometri	4
2.2.1. Geleneksel morfometrik yöntem	4
2.2.2. Geometrik morfometrik yöntem	12
3. MATERYAL VE YÖNTEM	17
3.1. Materyal	17
3.2. Yöntem	18
3.2.1. Örneklerin hazırlanması	18
3.2.2. Örneklerin bilgisayar ortamına aktarılması	18
3.2.3. Örneklere ait TPS dosyalarının hazırlanması, landmarkların işaretlenmesi	19
3.2.4. İşçi arı ve erkek arı örneklerine uygulanan istatistiksel analizler	21
4. BULGULAR	22
4.1. İşçi Arılara İlişkin Bulgular	22
4.2. Erkek Arılara İlişkin Bulgular	39
5. TARTIŞMA	55
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	58
KAYNAKLAR DİZİNİ	59
TEŞEKKÜR	66
ÖZGEÇMİŞ	67

KISALTMALAR DİZİNİ

bmp	Bitmap resim dosyası
CANOVAR	Kanonik Varyans Analizi
EAAP	Avrupa Zootečni Federasyonu)
ETAE	Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü
FAO	Birleşmiş Milleler Gıda ve Tarım Örgütü
G.Ada	Gökçeada
GAP	Güneydoğu Anadolu Projesi
GM	Geometrik morfometri
GPA	Procrustes Analysis
IMP	Kaynaşmalı Morfometri Paketi
MANOVA	Çoklu Varyans Analizi
mtDNA	Mitokondriyel deoksiribonükleik asit
NTSYS	Nümerik Taksonomi Paket Programı
PCA	Temel Öğeler Analizi
PLS	Parsiyel En Küçük Kare Analizi
SAHN	Sekanslı, Yığılmalı, Hiyerarşik, Üst üste çakışmayan
SD	Standart sapma
SPSS	Sosyal Bilimler İçin İstatistikî Paket Programı
TPS	İnce Tabaka Analizi
txt	Text yazı dosyası
UNEP	Birleşmiş Milletler Çevre Programı
UPGMA	Ağırlıklı Olmayan Çift Grup Ortalamaları Analizi

ŞEKİLLER DİZİNİ

	SAYFA
Şekil 2.1.	Arılarda Vücut Organları 5
Şekil 2.2.	Arılarda Baş ve Organları 5
Şekil 2.3.	Arılarda bacak karakterleri..... 5
Şekil 2.4.	Ön kanada ilişkin uzunluk karakterleri..... 5
Şekil 2.5.	Ön kanada ilişkin açı karakterleri..... 5
Şekil 3.1.	Trakya Bölgesi ve Gökçeada'da örneklerin toplandığı bölgeler..... 18
Şekil 3.2.	Hazırlanmış kanat örneği..... 18
Şekil 3.3.	Prepare edilerek fotoğrafı çekilmiş bir kanat örneği..... 19
Şekil 3.4.	TPS Utility programında (Versiyon 1.46) data dosyasının oluşturulması 20
Şekil 3.5.	İşçi Arı kanadında işaretlemesi yapılan 19 adet landmark noktası 20
Şekil 3.6.	İşçi Arı kanadında işaretlemesi yapılan 19 adet landmark noktasının “tpsDig Versiyon 2.16” programında gösterimi 20
Şekil 3.7.	Bir işçi arı ve erkek arı kanadında işaretlenen 19 landmark noktasının kartezyen koordinatları 21
Şekil 4.1.	Morpheus programında tüm işçi arı kanat örneklerindeki landmark noktalarının gruplara göre genel görünümü 22
Şekil 4.2.	Morpheus programında tüm işçi arı kanat örneklerinde landmark noktalarının GPA sonrası gruplara göre genel görünümü 23
Şekil 4.3.	İşçi arı kanat örneklerindeki 19 landmarkın meydana getirdiği biçim farklılıklarının ilk iki temel öge üzerindeki dağılımı (PCA Grafiği) 24
Şekil 4.4.	Çanakkale Gökçeada grubu ile Tekirdağ grubunun ön kanat deformasyon gridlerinin ikili karşılaştırılması 26
Şekil 4.5.	Çanakkale Gökçeada grubu ile Edirne grubunun ön kanat deformasyon gridlerinin ikili karşılaştırılması 26
Şekil 4.6.	Çanakkale Gökçeada grubu ile Kırklareli grubunun ön kanat deformasyon gridlerinin ikili karşılaştırılması 27
Şekil 4.7.	Çanakkale Gökçeada grubu ile İstanbul grubunun ön kanat deformasyon gridlerinin ikili karşılaştırılması 27
Şekil 4.8.	Çanakkale Gökçeada grubu ile Kafkas grubunun ön kanat deformasyon gridlerinin ikili karşılaştırılması 28
Şekil 4.9.	Tekirdağ grubu ile Edirne grubunun ön kanat deformasyon gridlerinin ikili karşılaştırılması 28
Şekil 4.10.	Tekirdağ grubu ile Kırklareli grubunun ön kanat deformasyon gridlerinin ikili karşılaştırılması 29
Şekil 4.11.	Tekirdağ grubu ile İstanbul grubunun ön kanat deformasyon gridlerinin ikili karşılaştırılması 29
Şekil 4.12.	Tekirdağ grubu ile Kafkas grubunun ön kanat deformasyon gridlerinin ikili karşılaştırılması 30
Şekil 4.13.	Edirne grubu ile Kırklareli grubunun ön kanat deformasyon gridlerinin ikili karşılaştırılması 30
Şekil 4.14.	Edirne grubu ile İstanbul grubunun ön kanat deformasyon gridlerinin ikili karşılaştırılması 31
Şekil 4.15.	Edirne grubu ile Kafkas grubunun ön kanat deformasyon gridlerinin ikili karşılaştırılması 31
Şekil 4.16.	Kırklareli grubu ile İstanbul grubunun ön kanat deformasyon gridlerinin ikili karşılaştırılması 32
Şekil 4.17.	Kırklareli grubu ile Kafkas grubunun ön kanat deformasyon gridlerinin ikili karşılaştırılması 32

Şekil 4.18.	İstanbul grubu ile Kafkas grubunun ön kanat deformasyon gridlerinin ikili karşılaştırılması	33
Şekil 4.19.	CANOVAR analizi sonrası İllere göre işçi arı gruplarının iki boyutlu düzlemdeki dağılımı	36
Şekil 4.20.a.	CANOVAR analizi sonrası İllere göre işçi arı gruplarının üç boyutlu düzlemde dağılımı	37
Şekil 4.20.b.	CANOVAR analizi sonrası İllere göre işçi arı gruplarının üç boyutlu düzlemde dağılımı	37
Şekil 4.21.a	CANOVAR analizi sonrası işletmelerin üç boyutlu dağılımı	38
Şekil 4.21.b.	CANOVAR analizi sonrası işletmelerin üç boyutlu dağılımı.....	38
Şekil 4.22.	İllere göre İşçi arı gruplarının SAHN kümeleme yöntemi kullanılarak benzerlik ağacında gösterimi.	39
Şekil 4.23.	Morpheus programında landmark noktalarının gruplara göre genel görünümü	40
Şekil 4.24.	Morpheus programında landmark noktalarının superimposition sonrası gruplara göre genel görünümü	40
Şekil 4.25.	Erkek arı kanat örneklerindeki 19 landmarkın meydana getirdiği biçim farklılıklarının ilk iki temel öge üzerindeki dağılımı (PCA Grafiği)	41
Şekil 4.26.	Çanakkale Gökçeada grubu ile Edirne grubunun ön kanat deformasyon gridlerinin ikili karşılaştırılması.	43
Şekil 4.27.	Çanakkale Gökçeada grubu ile Kırklareli grubunun ön kanat deformasyon gridlerinin ikili karşılaştırılması.	43
Şekil 4.28.	Çanakkale Gökçeada grubu ile Kafkas grubunun ön kanat deformasyon gridlerinin ikili karşılaştırılması.	44
Şekil 4.29.	Çanakkale Gökçeada grubu ile Tekirdağ grubunun ön kanat deformasyon gridlerinin ikili karşılaştırılması	44
Şekil 4.30.	Tekirdağ grubu ile Edirne grubunun ön kanat deformasyon gridlerinin ikili karşılaştırılması.	45
Şekil 4.31.	Tekirdağ grubu ile Kırklareli grubunun ön kanat deformasyon gridlerinin ikili karşılaştırılması.	45
Şekil 4.32.	Tekirdağ grubu ile Kafkas grubunun ön kanat deformasyon gridlerinin ikili karşılaştırılması.	46
Şekil 4.33.	Edirne grubu ile Kırklareli grubunun ön kanat deformasyon gridlerinin ikili karşılaştırılması.	46
Şekil 4.34.	Edirne grubu ile Kafkas grubunun ön kanat deformasyon gridlerinin ikili karşılaştırılması.	47
Şekil 4.35.	Kırklareli grubu ile Kafkas grubunun ön kanat deformasyon gridlerinin ikili karşılaştırılması.	47
Şekil 4.36.	CANOVAR analizi sonrası erkek arı örnek grupların iki boyutlu düzlemdeki dağılımı.....	51
Şekil 4.37.a.	CANOVAR analizi sonrası grupların üç boyutlu düzlemde dağılımı ...	51
Şekil 4.37.b.	CANOVAR analizi sonrası grupların üç boyutlu düzlemde dağılımı ...	52
Şekil 4.38.a.	CANOVAR analizi sonrası erkek arı örneklerinin işletmeler bazında üç boyutlu dağılımı	53
Şekil 4.38.b.	CANOVAR analizi sonrası erkek arı örneklerinin işletmeler bazında üç boyutlu dağılımı	53
Şekil 4.39.	Erkek arı kanat örneklerinin SAHN kümeleme yöntemi kullanılarak benzerlik ağacında gösterimi.	54

ÇİZELGELER DİZİNİ

SAYFA

Çizelge 2.1.	Bal arılarının taksonomisi.....	3
Çizelge 2.2.	Balarılarında klasik morfometrik ölçümlerde kullanılan karakterler.....	4
Çizelge 3.1.	Örnek alınan il ve ilçe merkezleri ile örnek sayıları	17
Çizelge 4.1.	Temel Öğeler Analizine (PCA) göre eksenlerin açıklanması	23
Çizelge 4.2.	İşçi arı kanat örnekleri için Çoklu Varyans Analizi(MANOVA) sonuçları	24
Çizelge 4.3.	İşçi arı kanat örneklerinde 19 landmarkın relative katkısı	35
Çizelge 4.4.	İşçi arı kanat örneklerinde 19 landmarkın varyansları	35
Çizelge 4.5.	İşçi arı kanatlarındaki 19 landmarkın tekil değerleri ve relative warpların % açıklamaları	36
Çizelge 4.6.	Temel Öğeler Analizine (PCA) göre eksenlerin açıklanması	41
Çizelge 4.7.	Erkek arı örnekleri için ikili karşılaştırma (MANOVA) sonuçları	42
Çizelge 4.8.	Erkek arı kanat örneklerinde 19 landmarkın relative katkısı	49
Çizelge 4.9.	Erkek arı kanat örneklerinde 19 landmarkın varyansları	49
Çizelge 4.10.	Erkek arı kanatlarındaki 19 landmarkın tekil değerleri ve relative warpların % açıklamaları	50

1. GİRİŞ

Doğal yaşam alanları içerisinde birçok bal arısı (*Apis mellifera L.*) ırk ve ekotipi dağılım göstermekte ve bu ırk ve ekotipler birbirlerinden morfolojileri, davranışları, fizyolojileri, enzim sistemleri gibi birçok karakter bakımından ayrılmaktadır.

Bal arılarının vücut iriliği ve biçimi, kanat eni ve uzunluğu, bacak uzunluğu gibi özelliklerin ölçülmesinden elde edilen veriler bal arılarının sınıflandırılmasında önemli bir yer tutar.

Ruttner (1988) bal arısı ırk ve ekotiplerini ayırt etmek için 36 tane morfometrik karakter oluşturmuş ve bu karakterler araştırmacılarca, standart morfometrik karakterler olarak kabul edilmiştir. Geleneksel taksonomi çalışmaları içinde özellikle morfolojik karakterler önemli yer almıştır.

Özellikle, bal arılarında erken dönem (1910-1980) morfolojik çalışmalarda, pek çok araştırmacı, bazı karakterlerin (özellikle üç boyutlu organların), klasik morfometrik tekniklerle (cetvel, açıölçer, mikro metre, vb) ölçüm zorluğunu belirtmişlerdir. Bu zorluğun, ölçülen karakterlerdeki varyasyonu arttırdığını, aynı bölgeden sürekli ölçü alarak, tekrarlama sonucu ön yargılı yaklaşımların arttığını ve bu sorunların aşılmasında, genel kabul gören bir çözümün olmaması nedeniyle, sonuçların güvenilirliğinin azaldığını tartışmışlardır.

Son yıllarda geleneksel taksonomi çalışmaları, özellikle klasik morfometrik çalışmalar, yerlerini daha ayrıntılı yöntemlere bırakmaktadır. “Geometrik Morfometrik” yöntemin 1990’lı yıllardan itibaren, bilgisayarların ve bilgisayara bağlı istatistik yöntemlerin gelişmesi ve uygulamaya aktarılması ile birlikte, taksonomik ilişkilerin belirlenmesinde ve sistematik çalışmalarda, metot olarak kullanımı artmıştır. Arılarda taksonomik çalışmalarda, özellikle kanat şeklini analizlerde kullanan Geometrik Morfometrik (GM) metot, yeni bir metot olarak tek başına veya klasik morfometrik metodu ile birlikte (tümler) kullanılmaktadır.

Geometrik morfometrik yöntemde bir alt tür/ırktaki her hangi bir karakter (örneğin bir kanadın yapısı) diğer karakterlerden ayrıştırılarak incelenmektedir. Bu amaçla geliştirilen çok sayıda yaklaşım bulunmaktadır. Bunlar arasında en yaygın kullanılanı landmarklar (nirenge noktası) yardımı ile bir karakterin benzer bir başka karakterden farkının çok değişkenli istatistiksel metotlarla Temel Öğeler Analizi(PCA), Kanonik Varyans Analizi(CANOVAR), Çoklu Varyans Analizi (MANOVA) vb. belli güven sınırları içerisinde daha sapmasız ortaya konmasıdır (Bookstein 1991).

Kanat canlının avcıdan kaçması veya saklanması, dispersal (yayılma alanı) özelliklerini değiştirici özellikleri nedeni ile yüksek biyolojik açıklama yeteneğine sahiptir

(Pavlinov 2001). Kanatın, vücut iriliği gibi, morfolojik karakterlere nazaran, çevresel koşullardan daha az etkilenmesi, kanat biçim farklılıklarının çevresel olmaktan çok, genetik farklılıklara dayanması, bal arılarının morfolojik yönden karşılaştırılmasına, taksonomik ilişkilerin belirlenmesine ve sistematik çalışmalara imkân vermektedir (Kence 2006).

“Trakya Bölgesi Balarısında (*Apis mellifera L.*) Geometrik Morfometrik Çalışmalar” başlıklı çalışmamızla, bölgemizde yetiştiriciliği yapılan bal arılarının genetik çeşitliliği (ırk ve ekotip), geometrik morfometrik yöntemle ortaya konmaya çalışılmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR VE KURAMSAL TEMELLER

2.1. Arıların Sınıflandırılması:

Bal arılarında tür düzeyinde ilk sınıflandırma C. Linnaeus tarafından 1758 yılında “bal yapan” anlamına gelen *A.mellifera* ismi kullanarak yapılmıştır. Daha sonra Buttel-Reepen (1906) tarafından tür düzeyinin altında üçlü isimlendirme ile sistematığı yapılmıştır (*Apis mellifera carnica* vb.).

Günümüze kadar 4 farklı apis türü olan *Apis florea*, *Apis dorsata*, *Apis cerena* ve *Apis mellifera* tanımlanmıştır. Daha sonra yapılan çalışmalar sonucunda bu türlere *Apis nuluensis*, *Apis laboriosa*, *Apis koshevnikovi*, *Apis nicrocincta* ve *Apis adreniformis* gibi yeni türler de eklenmiştir (Otis 1906) (Çizelge 2.1.).

Çizelge 2.1. Bal arılarının taksonomisi

Alem	Animalia (Hayvanlar)
Şube	Arthropoda (Eklem bacaklılar)
Sınıf	Insecta (Böcekler)
Takım	Hymenoptera (Zar kanatlılar)
Familya	Apidae (Arılar)
Cins	Apis (Bal arıları)
Türler	<i>Apis florea</i> <i>Apis dorsata</i> <i>Apis cerena</i> <i>Apis mellifera</i> <i>Apis nuluensis</i> <i>Apis laboriosa</i> <i>Apis koshevnikov</i> <i>Apis nicrocincta</i> <i>Apis adreniformis</i>

Buttel-Reepen (1906) tarafından yapılan üçlü sınıflandırmadan sonra araştırmacılar, bal arısında; vücut ölçüleri, kübital indeks, renk gibi morfolojik karakterler ve bunların ölçümleri ile Avrupa’daki arı ırklarını tanımlamışlardır (Ruttner 1978).

2.2. Morfometri:

Sınıflandırma, tanımlama işlemleri yapmak amacı ile ölçüm aletleri kullanılarak oluşturulmuş bir dizi sayısal ölçüm yöntemidir. Morfometride amaç; ölçüm yapılan vücut/vücut organlarında biçimsel benzerlikleri ölçmek ve matematiksel bağlantılar yardımı ile sayısal hale dönüştürmektir (Sokal ve Rohlf 1973).

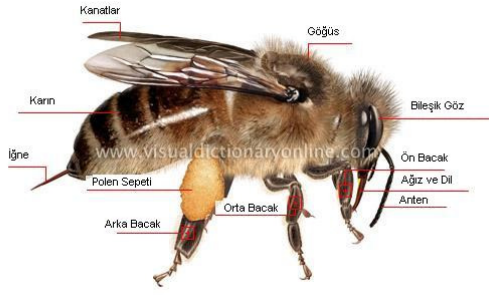
2.2.1. Geleneksel morfometrik yöntem

Bal arısı popülasyonlarının coğrafik varyasyonuna ilişkin; Buttel-Reepen (1906), Alpatov (1929), Skorikov (1929), Maa (1953), Goetze (1964), DuPraw (1965) ve Adam (1983) ilk çalışmaları yapmış ve bu çalışmalarda vücut büyüklüğü, dil uzunluğu, renk ve davranış gibi çevresel faktörlerin etkisi altında olan karakterler incelenmiştir. Bilimsel anlamda kabul gören ilk morfometri çalışmaları ise, Ruttner (1988) ile başlamış ve günümüze kadar gelmiştir.

Arıların vücut ve vücuda ait organları kullanılarak günümüzde Ruttner'in (1988) belirttiği 36 adet karakterin ölçümü ile morfometrik analizler yapılmaktadır. Bu karakterler araştırmacılarca standart kabul edilmektedir (Çizelge 2.2.) (Şekil 2.1.) (Şekil 2.2.) (Şekil 2.3.) (Şekil 2.4.) (Şekil 2.5.).

Çizelge 2.2. Balarılarında klasik morfometrik ölçümlerde kullanılan karakterler (Ruttner 1988).

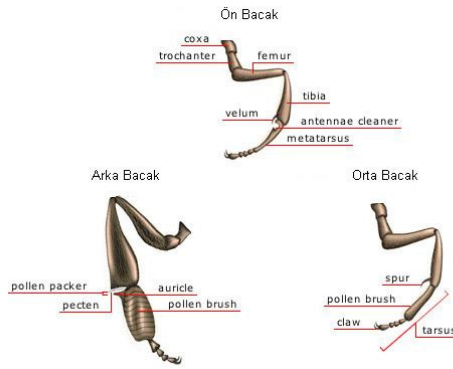
Karakterler			
Büyüklüğe İlişkin	Ön Kanada İlişkin	Kıla İlişkin	Renk
- Hortum uzunluğu (Proboscis uzunluğu) - Femur uzunluğu - Tibia uzunluğu - Metatarsus uzunluğu ve genişliği - 3. ve 4. tergit uzunluğu - 3. siternit uzunluğu - 3. sitenit mum ayarlarının uzunluğu ve genişliği - 3. sitenit mum ayarları arasındaki uzaklık - 6. siternit uzunluğu ve genişliği	- Ön kanat uzunluğu ve genişliği - Kübital A - Kübital B - Ön kanatta 11 aç: A4, B4, D7, E9, G18, 110, 116, K19, L13, N23, O26	- 5. tergit üzerindeki kıllar - 4. tergit üzerindeki tomentumun genişliği - Tomentumun posterior çizgisinin genişliği	- 2., 3. ve 4. tergitte renklenme - Scutellumda renklenme



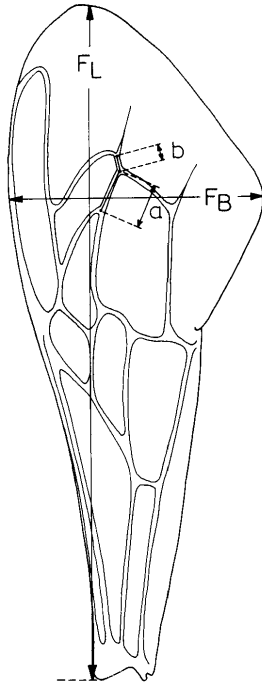
Şekil 2.1. Arılarda Vücut Organları (Anonim 2009)



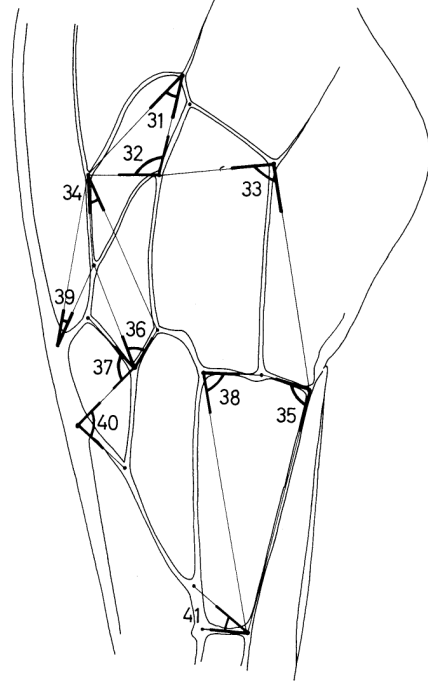
Şekil 2.2. Arılarda Baş ve Organları (Anonim 2009)



Şekil 2.3. Arılarda bacak karakterleri (Anonim 2009)



Şekil 2.4. Ön kanada ilişkin uzunluk karakterleri. (Ruttner ve ark. 1978)



Şekil 2.5. Ön kanada ilişkin açı karakterleri. (Ruttner ve ark. 1978)

Bodenheimer (1942), Adam (1983), ve Ruttner (1988), ülkemiz bal arıları üzerinde morfometrik yöntem ile yaptıkları sınıflandırmalarda, Anadolu'da Batı, Kuzey Doğu, Güney Doğu ve İç Anadolu olmak üzere dört farklı tip belirlemişlerdir. Ruttner (1988), yaptığı morfometrik analizler sonucunda Anadolu'nun yakın doğuda bulunan tüm ırklar ya da alt türler için bir genetik merkez konumunda olduğunu savunmuştur. Ruttner'in (1988), bilinen tüm balarısı alttürlerini kullanarak yapmış olduğu morfometrik analizlere göre, bal arıları için evrimsel ilişkiler açısından, her biri çeşitli alttür yada ırkları içeren dört ana soy hattı belirlenmiştir: Afrika (A), Batı Avrupa (M), Doğu ve Güney Doğu Avrupa (C) ve Anadolu ve Kafkas alttürlerinin içinde bulunduğu Orta Doğu (O) (Kence 2006).

Du Praw (1965) bal arısı ırklarının sınıflandırılması amacıyla ön kanatta yer alan damar uzunlukları ve oranları yerine A₁, A₄, B₄, E₉, G₇, G₁₈, H₁₂, J₁₀, M₁₇, N₂₃, O₂₆ ve Q₂₁ damar açıları ve kanat eni ile kanat uzunluğunun kullanılmasını önerirken kanat damar şekillerinin böcek sistematğinde önemli yer tuttuğunu ifade etmiştir. Ruttner (1965) bu önerilerle Doğu Alp'ler ile Karadeniz arasındaki Tuna ve Kuzey Balkanlar bölgeleri bal arılarında ölçümler yapmıştır. Bu arıların benzer sistematik yapıda (*A.m. carnica*) olduğunu belirlemiş ve kanat damar açılarına göre *A.m. caucasica* ve *A.m. mellifera* ile karşılaştırıldığında komşu ırklar olan *A.m. ligustica*, *A.m. cypria* ve *A.m. remipes*'in birbirlerine çok daha benzer olduğunu bulmuştur.

İnfantidis (1979) Yunanistan'da farklı bölgelerden erkek arıların incelediği çalışmasında, kübital indeks değerlerinde farklılıklar belirlemiş ve işçi arılarda olduğu gibi erkek arılarda da kübital endeks değerinin kuzeyden güneye inildikçe azaldığını saptamıştır. Ayrıca erkek arılar ile yaptığı çalışmanın sonuçlarının Yunanistan arısının iki ayrı ekotipi olduğu görüşünü doğruladığını belirtmiştir.

Settar (1983) Ege Bölgesini beş ayrı coğrafik alana ayırmış ve bu alanlardan aldığı 73 Balarısı örneğinde 12 morfolojik özelliğe ait ölçümler yapmıştır. Sonuçta Ege Bölgesi'nde mevcut arı popülasyonları arasında alanlar ve işletme tipleri yönünden büyük bir farklılık olmadığı, Ege Bölgesinde birçok morfolojik özellik yönünden belirli değerlere sahip tek bir arı popülasyonundan bahsedilebileceğini bildirmiştir. Bölge arılarının İtalyan (*A.m. ligustica*) ve Kafkas (*A.m. caucasica*) arı ırkları arasında geçit popülasyon karakterinde olduğu izlenimini belirtmiştir.

Kauhausen ve Ruttner (1986) 252 adet *A.m. carnica*, *A.m. ligustica*, *A.m. sicula*, *A.m. adami* ve *A.m. anatoliaca* örneği ile yaptıkları çalışmada 34 morfolojik özellik ölçmüşlerdir. Temel bileşenler analizi sonucunda, *A.m. carnica*, *A.m. ligustica* ve *A.m. sicula*'yı içeren Kuzey ve Orta Akdeniz gurubu ve *A.m. adami* ve *A.m. anatoliaca*'yı içeren Doğu

Akdeniz gurubu olarak ikiye ayrıldığını saptamışlardır. Stepwise diskriminant analizi ile bu türler için ayırt edici en iyi 18 morfolojik özelliğin; kıl uzunluğu, tomentum genişliği, tibia uzunluğu, metatarsus uzunluğu ve genişliği, 3. tergite pigmentasyonu, 3. sternitte mum aynaları arası uzaklık, 6. sternit uzunluğu ve genişliği, ön kanat genişliği, kübital hücrenin a damar uzunluğu, E₉, G₁₈, J₁₀, J₁₆, K₁₉, L₁₃, ve N₂₃ damar açıları olduğunu saptamışlardır.

Ruttner (1988) morfometrik karakterler ile yapmış olduğu çalışmalarda Bulgaristan ve Yunanistan'ın Türkiye sınırına yakın kesimlerinde *A.m.macedonica* bulunmasına karşılık, Türkiye'nin Trakya kesiminde *A.m. macedonica* izlerine rastlamamış ve Trakya arısını *A.m.anatoliaca* olarak tanımlamıştır.

Karacaoğlu (1989) Orta Anadolu, Karadeniz Geçit ve Ardahan izole bölgeleri arılarının bazı morfolojik özellikleri üzerinde yaptığı çalışmada her koloniye ait 30 arı üzerinde 11 karakter ölçmüştür. Üç bölge, 14 merkez ve 70 koloniden alınan örneklerde 14 ayırıcı karaktere ilişkin veriler değerlendirilmiştir. Çalışma sonunda morfolojik özellikler bakımından Orta Anadolu Balarılarının çevre arılardan farklı değerler gösterdiği, bölgede yapılacak çalışmalar ile standart tiplerin elde edilebileceği, Karadeniz geçit bölge arılarının Anadolu'da var olan popülasyonlar içinde en çok bir örnekliliği gösteren arılar olduğu, bu bölgede elde edilen değerlerin *A. mellifera caucasica* içinde bildirilen sınırlar içinde kaldığını bildirmiştir.

Kauhausen (1991) *A.m.carnica*'yı çoğu ırklardan ayırt etmek için ölçülmesi gereken ve yeterli gelen özellikleri saptamak için yaptıkları çalışmalarında; *A.m.carnica* ve *A.m.anatoliaca* arılarının sadece A₄, E₉ ve J₁₆ damar açıları ile % 98 oranında doğru sınıflandırılabilceğini tespit etmişlerdir.

Öztürk ve ark. (1992) Ege Bölgesi arı popülasyonlarında bazı morfolojik özelliklerin ve verim düzeylerinin saptanması çalışmasında bölgeden ve bölge ile ekolojik ve arı hareketleri yönünden ilişkili bulunan 33 birimden toplanan 277 örneğin her birinde 20 bireye ait 37 ayrı morfolojik ölçüm yapmışlardır. Morfolojik karakterlerin büyük çoğunluğunun iller içersinde P<0.05 ve P<0.01 düzeyinde istatistiksel olarak farklı olduğu görülmüştür. Tüm karakterlerin iller arasında önemli istatistiksel farklılıklar gösterdiği bildirilmiştir. Muğla 1 yöresine (Merkez, Ula, Marmaris ve Datça) ait örnekler hem genel bölge düzeyinde hem de kendi içlerinde, iç içe bir gruplanma göstererek farklılık yaratmamışlardır. Muğla 2 yöresi örnekleri (Yerkesik, Köyceğiz, Dalaman ve Fethiye) Muğla 1 yöresi örnekleri içinde kalarak bölge popülasyonundan ayrılmamışlardır. Muğla 3 (Milas ve Bodrum) yöresi örnekleri genel bölge örneklerinden ayrılarak ayrı bir grup oluşturmuşlar ancak kendi içlerinde Milas ve Bodrum örnekleri olarak birbirlerinden ayrılmamışlardır.

Kaftanoğlu ve ark. (1993) GAP Bölgesinde performansları araştırılan İtalyan, Karniyol, Kafkas, Ege, Trakya ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi arılarının morfolojik özelliklerini inceledikleri çalışmalarında, toplam 38 morfometrik karakter ile yapılan diskriminant analizinde grupların % 100 oranında birbirinden ayrıldığını tespit etmişlerdir.

Gençer (1996) Orta Anadolu bal arısı (*A.m.anatoliaca*) ekotiplerinin ve bunların çeşitli melezlerinin yapısal ve davranışsal özellikleri üzerine yaptığı çalışmasında, Kırşehir, Beypazarı, Çankırı ve Eskişehir'den sağlanan Anadolu arısı (*A.m.anatoliaca*) örnekleri ve Kafkas (*A.m. caucasica*) ırkına ait 7'şer koloniden alınan 25'er işçi arı örneği ile birlikte 1050 işçi arıda morfolojik ölçüm yapılmıştır. 25 morfolojik karakterin ölçümü ve bunlardan hesaplanan indeks ve toplam değerler ile birlikte 32 morfometrik değer kullanılmıştır. Yapılan diskriminant analizi sonucuna göre Anadolu ve Kafkas grupları hem bireysel değerlere hem de koloni ortalama değerlerine göre iki ayrı küme oluşturmuştur. Çalışmada göçer arıcılığın ve ana arı kullanımının yaygınlaşmasına rağmen Orta Anadolu'da halen korumaya ve ıslah edilmeye değer özgün bal arısı popülasyonları bulmanın olası olduğu sonucuna varılmıştır.

Gençler (1998) yaptığı araştırmada Kuzeybatı Anadolu Balarılarını elektroforetik ve morfometrik tekniklerle belirlemeye çalışmıştır. Örnekler Eskişehir, Bilecik, Bursa, Kütahya ve Sakarya İllerinden toplanmıştır. Çalışmanın morfometri kısmında balarılarında 23 karakter ölçülmüştür. Yapılan temel öğeler analizinde Sakarya ve Bursa'nın ilk kümede, Eskişehir, Bilecik ve Kütahya'nın ikinci kümede yer aldığı görülmüştür. Fakat ayrışım fonksiyon analizinde Kütahya popülasyonu, Bilecik ve Eskişehir grubundan ayrılmış, diğer iki grubun yanı sıra kendi başına bir küme oluşturmuştur.

Güler ve Kaftanoğlu (1998) Türkiye'de Orta Anadolu Bölgesi (Beypazarı), Kuzeydoğu Anadolu Bölgesi (Posof), Trakya Bölgesi (Saray), Marmara Bölgesi (Gökçeada), Ege Bölgesi (Fethiye) ve Akdeniz Bölgesinde (Erdemli) yaygın yetiştiriciliği yapılan balarısı genotiplerinin morfolojik yapılarını inceledikleri çalışmalarında 20 morfometrik karakterin ölçümünü kullanmışlardır. Her gruptan 6 kolonide 15 işçi arı örneği kullanarak toplam 540 örnekte; kanat uzunluğu, kanat genişliği, kübital a damar uzunluğu, kübital b damar uzunluğu, kübital indeks, A₄, B₄, D₇, E₉, G₁₂, J₁₀, J₁₆, K₁₉, L₁₃, N₂₃ ve O₂₆ olmak üzere 11 adet kanat damar açısı, ikinci, üçüncü ve dördüncü tergit rengi ile scutellum rengi olmak üzere 20 morfometrik karakterin ölçümünü yapmışlardır. Çalışma sonucunda kanat genişliği karakterince genotipler arasında varyasyon belirlenmezken, kanat uzunluğu (P<0.01), kübital a damar uzunluğu (P<0.001) ve kübital b damar uzunluğu (P<0.05) karakterince varyasyon belirlenmiştir. Kanat damar açılarına göre genotipler arasında kanat A₄, D₇, G₁₂, J₁₆, K₁₉, L₁₃, ve O₂₆ damar açıları yönünden sırası ile P<0.01, P<0.001, P<0.01, P<0.05, P<0.05, P<0.01 ve

$P < 0.01$ önem düzeylerinde varyasyon belirlenirken, B_4 , E_9 , J_{10} , N_{23} damar açıları yönünden ise varyasyon belirlenmemiştir. Genotiplerin 2. ve 3. tergit renk değerleri $P < 0.001$, 4. tergit renk değeri $P < 0.001$ ve scutellum renk değerleri $P < 0.01$ önem düzeylerinde varyasyon göstermişlerdir. Bu çalışma Trakya bal arılarının en büyük kübital endekse, en küçük kanat A_4 , D_7 , damar açılarına ve kısa kübital b damarı değeriyle ayırıcı karakterlere sahip olduğunu göstermiştir. Bunun yanı sıra çalışmada vücut organları ayrı ayrı değerlendirildiğinde varyasyonun en büyük kaynağının kanat organında ölçülen karakterler olduğu tespit edilmiş olup ülkemiz arı genotiplerinin morfolojik tanım ve ayırımında kanat özelliklerinin öncelikli öneme sahip olduğu kanısına varılmıştır.

Kandemir (1999) Türkiye Balarısı popülasyonlarında morfometrik ve genetik varyasyonu araştırmıştır. Ayırışım fonksiyon analizinde morfometrik ve elektroforetik veriler balarısı popülasyonlarını eşit ağırlıkta ayırmışlardır. Birinci ekseninde Trakya ve Anadolu arıları birbirinden ayrılmış, ikinci ekseninde ise Anadolu Balarısı popülasyonları kendi aralarında iki ana gruba ayrılmışlardır. Bu çalışmada elde edilen bulgular, Balarılarının Kuzeydoğu Afrika'da bulunan bir merkezden yayıldığı hipotezini desteklemektedir.

Eryümlü (1999) Ege Bölgesi Balarılarındaki genetik varyasyonu morfometrik ve elektroforetik teknikler kullanarak araştırmıştır. Araştırma için gerekli Balarıları İzmir, Aydın, Manisa, Denizli ve Uşak illerinden toplanmıştır. Beş ilin 25 yöresinden toplanan toplam 1323 balarısı araştırmaya konu olmuştur. Çalışmanın morfometri kısmında balarılarında bacak ve kanatlardan toplam 23 karakter ölçülmüş, veriler çok değişkenli istatistiksel yöntemlerle değerlendirilmiştir. Temel öğeler analizi sonucunda ilk kümede gezginci arıcılardan toplanan balarıları, ikinci kümede ise Ege Bölgesinin yerli arıları yer almaktadır. Ayırışım fonksiyon analizi sonucunda, her biri çalışılan beş ili yansıtan beş küme elde edilmiştir.

Kandemir ve ark. (2000) tarafından bal arılarında on morfometrik özelliğe dayanarak yapılan bir ayırışım fonksiyonu çözümlemesinde, Avusturya'dan gelen Karniyol arıları, Kırklareli arıları ile birlikte kümelenebilir. Bu küme içinde Edirne ve Bolu arıları da bulunmaktadır. Bu çalışmada Ankara arıları tek başına bir küme oluşturmuştur. Kafkas alttürünü temsil eden Artvin, Ardahan, Kars ve Iğdır arıları başka bir küme oluşturmuş; İran arılarını temsil eden Nahçıvan arıları ise Ankara ile Artvin, Ardahan, Kars ve Iğdır arılarının oluşturduğu küme arasında bağımsız bir küme oluşturmuştur.

Dodoloğlu ve Genç (2004) tarafından yapılan bir çalışmada Kafkas (*A.m. caucasica*) ve Anadolu balarısı (*Apis mellifera L.*) ırkları ile karşılıklı melezlerinin bazı morfolojik özellikleri incelenmiştir. Her gruptan 15'er koloni olmak üzere toplam 60 adet koloni

kullanılmıştır. Her koloniden bir örnek alınmış ve her bir örneğe ait 4'er birey üzerinde 22 adet morfolojik karaktere ilişkin biyometrik ölçümler yapılmıştır.

Dil uzunluğu, ön kanat uzunluğu, ön kanat genişliği, kübital a damar uzunluğu, kübital b damar uzunluğu, çengel sayısı, femur uzunluğu, tibia uzunluğu, metatarsus genişliği, arka bacak uzunluğu, Kıl uzunluğu, keçe bant genişliği, parlak zemin genişliği, üçüncü tergit genişliği, dördüncü tergit genişliği, üçüncü sternit genişliği, mum aynası uzunluğu, mum aynası genişliği ve altıncı sternit genişliği bakımından grupların birbirinden farkı önemli bulunmuştur($P<0.01$). Bununla birlikte metatarsus uzunluğu, mum aynaları arası mesafe ve altıncı sternit uzunluğu bakımından gruplar arası fark önemsiz bulunmuştur.

Karacaoğlu (2004) Ege Bölgesi'nde Aydın-Davutlar, Muğla-Datça, ve Muğla-Bodrum'daki arılıklardan Anadolu arısı Ege ekotipine (*A.m.anatoliaca*) ait 5'er koloni, aynı ekotipe ait ADÜ Ziraat Fakültesi arılığında 6 koloni ve Aydın Merkez Kocagür köyünde Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü (ETAE) tarafından dağıtılan ana arılı 4 İtalyan arısı (*A.m.ligustica*) melezi koloni, toplam 25 koloniyi materyal olarak kullandığı çalışmada kolonilerden alınan 20'şer işçi arıda saptanan 28 morfolojik özelliğe varyans ve diskriminant analizleri uygulanmıştır.

Diskriminant analizleri hem bireysel verilere hem de koloni ortalamalarına uygulanmış ve bireysel değerlere göre, Ege ekotipi bal arılarının iç içe geçtiği, örneklerin % 79,6'sının kendi grubuna girdiği, Bodrum arılarının daha bir örnek olduğu ve ayrı bir küme oluşturduğu saptanmıştır. İtalyan (*A.m.ligustica*) F₁ arıları ise ayrı küme oluşturmamış, Ege arıları içinde dağılmışlardır. Koloni ortalamalarına göre kolonilerin tamamı kendi gruplarına girmiş ve her grup ayrı küme oluşturmuştur.

Bu sonuçlara göre, Türkiye'de uygulanan yoğun göçer arıcılık ve yaygın ana arı kullanımına karşın Ege arılarının hala bölgenin ekotipi özelliğini koruduğu sonucuna varmışlardır.

Çınar (2006) Muğla, Hatay, Ankara ve Kırklareli yöresinden toplanan 392 bal arısı ile yaptığı çalışmada ön kanat, arka kanat ve arka bacaklardan elde ettiği 25 adet morfolojik karakterin ölçümünü kullanmıştır. Veriler Temel Öğeler Analizine tabi tutulduğunda 3 ekseninde toplam varyasyonun %36,28'ini açıklamıştır. Aynı veriler Ayırışım Fonksiyon Analizine tabi tutulduğunda ilk ekseninde toplam varyasyonun %83,05'i açıklanmıştır. Muğla, Hatay, Ankara ve Kırklareli popülasyonları arasında morfometrik varyasyon olduğu gözlenmiştir.

Cengiz (2006) Van Gölü Havzası bal arısı (*Apis mellifera L.*) genotiplerinin morfolojik özelliklerini belirlemeyi ve Van koşullarında yerel arıların Kafkas arısı (*A .m. caucasica*) ile

performanslarını karşılaştırmayı amaçlayan araştırmasında, morfolojik özelliklerin belirlenmesi için Van, Bitlis, Muş ve Hakkari illerine bağlı 18 köyden işçi arı örnekleri toplanmıştır. Yapılan ölçümlerle her bir arı için belirlenen 32 özelliğin birlikte değişimleri ve aralarındaki olası korelasyonlar nedeniyle tüm özelliklerin dikkate alınmasıyla verilere uygulanan çok değişkenli istatistik analiz yöntemi (MANOVA) sonucunda köyler arası farkın önemli olduğu ortaya çıkmıştır ($P<0,01$). Araştırma konusu 32 özellikten analize dahil edilen 20 adetiyle hesaplanan diskriminat fonksiyonlarına göre toplam 1215 işçi arı örneğinin %56,3 oranla gerçek gruplarına dağıldığı sonucuna varılmıştır.

Kekeçoğlu (2007) Türkiye bal arılarının mtDNA ve bazı morfolojik özelliklerini karşılaştırdığı çalışmasında, 55 farklı yerleşimden aldığı bal arısı örneklerinde 12 morfolojik karakterle çalışmıştır. Çalışmanın sonucunda Türkiye’de morfometrik bakımdan *A.m.anatoliaca*, *A.m.meda*, *A.m. caucasica* ve *A.m. carnica* ırklarını temsil eden dört temel bal arısı popülasyonu olduğu sonucuna varmıştır.

Güler (2008) tarafından Sinop İli Türkeli yöresi arıları kullanılarak yapılan çalışmada morfometrik karakterler ele alınarak bölge arıları karşılaştırılmıştır. Bu amaçla Türkeli İlçesi’nin Turhan, Düzler, Yeşiloba, Çatakgüney, Merkez ve Akçabük köylerinden toplam 30 işçi arı örneği alınmıştır. Her bir örnekte 15 olmak üzere toplam (15 x 30) 450 işçi arıda biyometrik ölçüm yapılmıştır. Arılar 41 morfolojik karakter yönünden tanımlanmıştır. Kanat D7 ve K19 damar açıları hariç diğer 39 morfolojik özellik yönünden örnekler birbirlerinden önemli düzeyde farklı bulunmuştur. Yöre arıları benzer ve homojen değildir. Çatakgüney Köyü hariç diğer arıların çok önemli düzeyde morfolojik yönünden heterojenlik gösterdikleri belirlenmiştir. Arıların Kafkas (*A. m. caucasica*) ve Anadolu (*A. m. anatoliaca*) arı ırklarının özelliklerine daha farklı yapıda sahip oldukları görülmüştür. Bu genetik farklılığın (kirlenmenin) kontrolsüz ana arı girişinden kaynaklandığı tahmin edilmiştir.

Güler ve ark.(2010) Türkiye’nin Kuzeydoğu Anadolu Bölgesi’nden 60 adet Kafkas (*A.m. caucasica*) ve Trakya bölgesi’nden 8 adet Trakya genotipi ile Almanya’dan bir özel yetiştirici tarafından getirilmiş 7 adet Karniyol ırkı ana arıların kazandırıldığı kolonilerden olmak üzere toplam 75 işçi arı örneği kullanarak yaptıkları çalışmada; standart olarak kabul edilen kanat A4, B4, D7, E9, G18, J10, J16, K19, L13, N23 ve O26 damar açıları ile ön kanat uzunluğu (Fl), genişliği (Fb), ve kubital indeks karakterlerinin biyometrik ölçümleri yapılmıştır. Uygulanan Diskriminant Analizi Stepwise yönteminde kanat A4 açısı, kanat uzunluğu ve kubital indeks karakterlerinin önemli ayırt edici karakterler oldukları ve genotip grupların ayrımını güvenle sağladıkları belirlenmiştir. Bu çalışmada Trakya Bölgesinden alınan örnekler ile Almanya’dan getirilen Karniyol örnekleri diskriminant analizde

birbirlerinden farklı küme oluşturmuşlar ve çok düşük düzeyde (% 14,3 ve %12,5) çakışma meydana geldiği saptanmıştır. Bu sonucun ise diskriminant analizin ayırım gücü ve genotiplerin oluştukları bölgelerin ekolojik farklılıklarının bu iki arı genotipinin morfolojik özelliklerine etkilerinin bir sonucu olarak düşünülmüştür. Örnekler birbirleriyle her ne kadar düşük düzeyde ilişkili bulunmuşlarsa da bu iki arının aynı kaynaktan geldikleri söylenebilir. Çünkü ANOVA'ya göre yapılan değerlendirmede Karniyol ırkı ile Trakya genotiplerinin sadece kanat K19 ve kanat uzunlukları arasında istatistiki farklılık belirlenmiş, diğer 12 morfolojik karakterce birbirlerine benzer bulunmuşlardır. Önceki çalışmalarda Trakya arısının, *A.m.carnica* olduğunun bildirilmesine rağmen bölge ekolojisinin farklılığına bağlı oluşum kazanmış *A m carnica* ırkının bir coğrafi ekotipi olduğu sonucuna varmışlardır.

2.2.2. Geometrik morfometrik yöntem

Bir tür, alt tür veya ırkın karakter ya da karakterlerinin tamamının aynı anda kartezyen koordinatları alınarak analitik boyutta incelenmesi yöntemine geometrik morfometri denir (Adams ve ark. 2004).

Aslında bu yöntem ilk kez D'Arcy Thompson tarafından ana formdan deformasyonlar biçiminde düşünülmüş ama bilgisayarların ve bilgisayara bağlı istatistiksel yöntemlerin gelişmesi ile yaygınlaşmış ve son yıllarda bütün biyolojik bilim dallarında metot olarak kullanımı artmıştır.

Kanat gibi iki boyutlu görüntüsü olan organların ölçümünde bilgisayar programlarından yararlanmak daha kolaydır. Bilgisayar programları ile 3 boyutlu organların da ölçümleri yapılabilse de hem fazla zaman almaktadır hem de aşırı derecede dikkat gerektirmektedir. Bu yöntem kanatta belirlenmiş olan 20 noktanın landmarklar ile işaretlenmesi ve tüm kanat örneklerindeki landmarkların bir birleri ile olan varyanslarının hesaplanmasına dayanır.

Bilgisayar kullanılarak kanat preparatlarının resimleri üzerinde ölçüm yapmak zaman açısından daha tasarrufludur. Aynı kanat örneklerinin projeksiyon ile ekran üzerine yansıtılarak ölçümünün yapılması mümkündür. Ölçümler projeksiyon ile yapılan ölçümlere göre daha gerçekçidir. Ayrıca yapılan ölçümlere ait sayısal değerler istatistik analiz programlarında değerlendirilmek üzere programlar yardımı ile otomatik olarak alınabilir.

Klasik morfometrik teknik, aynı bölgeden sürekli ölçü alarak tekrarlama sonucu oluşan taraflı/ön yargılı yaklaşım (bias) gibi ve ölçümlerden kaynaklanan varyasyonun artması nedeniyle oluşan sorunların aşılmasında genel kabul gören bir çözüm bulunmaması nedeniyle eleştirilmiştir (Mayr ve Ashlock 1991, Zelditch ve ark. 2004).

Morfolojik çalışmalarda pek çok araştırıcı bazı karakterlerin (özelikle üç boyutlu organların) ölçüm zorluğunu belirtmişlerdir. Bu zorluğun ölçülen karakterlerdeki varyasyonu artırması nedeniyle söz konusu karakterlerin hepsini kullanmamışlardır. İlerleyen süreç içerisinde yapılan çalışmalar bal arılarındaki fenotipik varyasyonu ortaya çıkarmak için tüm karakterlerin ölçülmesine gerek olmadığını göstermiştir. DuPraw (1965) ırk tanımlamasının arıların ön kanat hücrelerindeki 13 aç ve kanat boylarının ölçülmesi ile yapılabileceğini, Cornuet ve Fresnaye (1989), Avrupa alt türlerinin kubital indeks, metatarsal indeks ve tergit rengine bakılarak tanımlanabileceğini ve bu amaç için 4 veya 5 karakterin yeterli olduğunu belirtmişlerdir. Daly (1985) Afrika arıları için 19 karakter kullanmıştır. Ruttner ve ark. (1978) Afrika arılarında yaptıkları çalışmalarda elde edilen morfometrik verilere istatistiksel analizlerin uygulanabilmesi için 10 karakterin incelenmesinin yeterli olabileceğini belirtmişlerdir. Türkiye bal arılarında morfometrik varyasyonun araştırılmasında Darendelioğlu ve Kence (1992) 23, Kandemir ve ark. (1995) 12, Güler ve Kaftanoğlu (1999a) 21, Güler ve Kaftanoğlu (1999b) 20, Güler ve ark (2002) 19 morfometrik karakter kullanmıştır. Bu karakterlerden bazıları Kübital index, Dil uzunluğu ve Ön kanat uzunluğu, hemen hemen bütün alt türlerin araştırılmasında kullanılan ortak karakterler olmuştur.

Geometrik morfometrinin kullanımındaki üstünlük; varyasyonun çeşitli sebeplerinin ortaya çıkarılması ve istatistiksel analizlerin kolay yapılmasından dolayıdır. Özellikle kendine has bölgelerdeki ontogenik değişiklikleri anlamayı sağlaması, elde edilen bilgilerin klasik morfometrik verilere göre istatistiksel analizlere yakınlığı geometrik morfometri metodunu ön plana çıkarmaktadır.

Geometrik morfometride bir alt tür/ırktaki her hangi bir karakter (örneğin bir kanadın yapısı) diğer karakterlerden ayrıştırılarak incelenmektedir. Bu amaçla geliştirilen çok sayıda yaklaşım bulunmaktadır. Bunlar arasında en yaygın kullanılanı landmarklar (nirengi noktası) yardımı ile bir karakterin benzer bir başka karakterden farkının istatistiksel güven sınırları içerisinde ortaya konmasıdır. Landmarklar biyolojik formları biçim ve büyüklük açısından özetlemeye yarayan her formda aynı ismi alan homolog noktalardır (Bookstein 1991).

Böcekler ile yapılan geleneksel sınıflandırmada böcek kanat damarlanmasını ilk defa 1893'te Comstock kullanmıştır (Aytekin ve ark. 2007). İki boyutlu kanat morfolojisi çalışmaları sistematik ve filogenetik olarak birçok araştırımcı (Plowright ve Stephan 1973, Rohlf 1993, Klingenberg 2003, Gumiel ve ark. 2003) tarafından gerçekleştirilmiştir. Kanat değişmez bir yapıya sahiptir. Bu nedenle geometrik morfometrik çalışmalar için uygun bir materyaldir (Pavlinov 2001).

Birçok canlının taksonomik durumunu ortaya koymak için gerek tek başına gerekse diğer metotlar ile beraber geometrik morfometri kullanılmaya başlanmıştır (Reyment ve Kennedy 1998, Guill ve ark. 2000, Fadda ve Corti 2001, McNulty 2004, Shipunov ve Bateman 2005; Costa ve ark. 2006, Lobón ve Buscalioni 2006, Er 2007, Özden 2008).

Birçok tür ile ilgili olarak evrimsel filogenetik ilişkileri ortaya çıkarmak için yapılan çalışmalarda geometrik morfometri metodu kullanılmıştır (Claude ve ark. 2004, Cardini ve O'Higgins 2005, Monteiro ve ark. 2005, Crews ve Hedin 2006, Hiller ve ark. 2006).

Farklı türlerde tür içinde morfolojik varyasyonu, eşeysel dimorfizmi ve allometriyi görmek için geometrik morfometri yönteminden yararlanılmıştır (Hennessy ve Stringer 2002, MacLeod 2002, Rosas ve Bastir 2002, Claude ve ark. 2004, Kassam ve ark. 2004, Tatsuta ve ark. 2004, Bruner ve ark. 2005, Pretorius 2005, Schillaci ve ark. 2005, Bastir ve Rosas 2006, Perez ve ark. 2006, Pizzo ve ark. 2006).

Son yıllarda geleneksel taksonomi çalışmaları, yerlerini daha detaylı yöntemlere bırakmaktadır. Özellikle 1990'lı yıllardan itibaren bilgisayarların gelişmesi ile birlikte, taksonomik ilişkilerin belirlenmesinde ve sistematik çalışmalarda yeni metotların geliştiği gözlenmektedir. Özellikle bilgisayar teknolojisindeki gelişmeler ile geometrik morfometrik varyasyonu belirlemek için çeşitli programlar geliştirilmiştir (Tps, IMP, Morpheus, Morphologica). 1990'lardan sonra da fenetik ekol daha da gelişerek, doğrudan canlıların biçimleri üzerinde çalışan "geometrik morfometri" olarak şekillenmiştir.

Er (2007) farklı sabit sıcaklıkların *Anopheles superpictus* (Diptera: culicidae)'nin biyolojisi ve morfolojisi üzerine etkilerini araştırdığı çalışmasında farklı sabit sıcaklık koşullarının kanat organındaki etkilerini analiz etmiştir. Çalışmada kullanılan 22 landmarkın analizi sonucunda sıcaklık değişiminden kanat organının biçim olarak etkilendiğini ve küresel ısınmanın sıtma vektörleri açısından önemli olan *Anopheles superpictus* türlerinin kanat organları üzerinde değişime neden olduğu sonucuna varmıştır.

Özden (2008) İran'da yayılım gösteren küçük balarısı (*Apis florea Fabricius*) populasyonlarında kanat şekil varyasyonlarını geometrik morfometrik metotla incelediği çalışmasında 1424 örneğe ilişkin ön kanatta 20 ve arka kanatta 6 landmark noktasını kullanmıştır. İran'daki 4 eyaletten örneklerde yaptığı MANOVA sonucunda gruplar arasındaki varyasyonu istatistiksel olarak anlamlı bulmuştur ($P < 0,001$). Grupların ikili karşılaştırılması sonucu tüm grupların birbirinden istatistiksel olarak ayrıldığını bulmuştur ($P < 0,002$ ve $P < 0,001$).

Kandemir ve ark. (2008) yaptıkları geometrik morfometrik çalışmada, Türkiye'de farklı türlerin dağılım gösterdiği yerlerden olmak üzere toplam 294 koloniden ve

Almanya'daki Arıcılık Enstitüsündeki 64 koloniden alınan örnek almışlardır. Bu örneklerde 20 landmark işaretleyerek 40 kartezyen koordinat elde etmişlerdir. Bu veriler ile yaptıkları MANOVA sonucunda analize katılan gurupların farklı olduğunu bulmuşlardır ($P<0,05$). İlk yapılan ayrışım fonksiyon analizinde *A.m.cypria*, *A.m.carnica* ve *A.m.meda* açık bir şekilde diğer guruplardan ayrılmıştır. İlk analizde ayrılmayan guruplar daha sonra yeniden ayrışım fonksiyon analizine tutulduğunda *A.m.caucasia*, *A.m.syriaca*, *A.m.adami* ve *A.m.anatoliaca* daha iyi ayrılmıştır. Tüm bireyler % 92 olasılıkla belirlenen guruplarına yerleşmiştir. Tüm şekil varyasyonu 14 eksen de açıklanmıştır. Deformasyon şekillerinde birbirine yakın olan guruplarda az, birbirine uzak olan guruplarda ise daha fazla deformasyon gözlenmiştir.

Özkan ve ark. (2008) bazı bal arısı alt türlerinde (*A.m. anatoliaca*, *A.m.cypria*, *A.m. meda*, *A.m.carnica*) yapmış oldukları geometrik morfometrik analizde; Almanya Oberursel Arıcılık Enstitüsü veri tabanında bulunan ve alttürlerin dağılım gösterdiği coğrafyalardan toplanan balarısı örneklerinin geometrik morfometri yöntemi kullanılarak kanat şekil varyasyonları araştırmışlardır. Çalışma, dört balarısı alttürüne ait 164 koloniden toplam 1505 ön kanat üzerinde gerçekleştirilmiştir. Ön kanatlarda 20 landmark kullanmışlar ve elde edilen verileri Morpheus, NTSYS ve SPSS programları kullanılarak çok değişkenli istatistiksel analizlere tabi tutmuşlardır. MANOVA sonucuna göre dört balarısı alttürü istatistiksel olarak birbirlerinden farklı bulunmuştur ($P<0,001$). Kullanılan 40 koordinat verisinden sadece iki tanesi alttürler arasında farklı değildir ($P>0,05$). Ayrışım fonksiyon analizi sonucunda alttürler birbirleri ile örtüşmeyen bir şekilde guruplanmıştır. Bu analize göre birinci eksen varyasyonun % 81,3'ünü, ikinci eksen % 14,1'ini ve üçüncü eksen % 4,6'sını olmak üzere, ilk üç eksen varyasyonun tamamı açıklanmıştır. Alttürler % 98,8 olasılık ile birbirinden ayrılmış ve kendi grubuna yerleşmiştir. Geometrik morfometrik yöntemin balarısı alttürlerinin ayırımında güvenilir bir şekilde kullanılabilir bir metot olduğu sonucuna varmışlardır.

Tofilski (2008) klasik morfometrik yöntem ve geometrik morfometrik yöntemi kıyaslamak için yaptığı çalışmada ön kanatlardaki damarlanmalara göre 3 bal arısı alt türüne (*A. m. mellifera*, *A. m. carnica* ve *A. m. caucasica*) her iki metodu da uygulamıştır. Ön kanattaki damarların kesişimi ile meydana gelen 18 nokta, bu damarlardaki 4 mesafe ve 11 açı kullanıldı. Tüm koloniler 10 işçi arı kullanılarak her iki yöntemle de doğru tahmin edilmiştir. Tek kanat kullanılarak ayırım yapılmak istendiğinde geometrik morfometrik % 84,9 başarılı ve standart morfometri de % 83,8 başarılı olmuştur. Sonuçlar bal arılarında ırk ve ekotipleri tanımlamak için geometrik morfometrik yöntemin standart morfometrik yöntemden daha güvenilir olduğunu göstermektedir.

Özkan ve ark. (2010) Bulgaristan, Trakya ve Yunanistan'da yayılış gösteren bal arısı popülasyonlarında landmark ve fourier şekil analizi kullanarak yaptığı çalışmasında, 140 bal arısı kolonisinden toplanan 1400 işçi arının sol kanatlarını kullanmışlardır. Çalışmaya Bulgaristan (58 koloni), Trakya (54 koloni), Yunanistan (8 koloni), Grit (10 koloni) ve Skinós (10 koloni) ile katılmıştır. Kanatta belirlenen 20 landmarkı kullandığı çalışmasında MANOVA testi sonucunda tüm gruplar arası farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($P<0,001$). Pairwise testi ile grupların ikili karşılaştırılması sonucunda yine tüm gruplar arasındaki farklılık anlamlı bulunmuştur ($P<0,001$). Çalışma, Yunanistan adalarından toplanan örnekler çıkarılarak yeniden yapıldığında Trakya grubu yine farklılık gösterirken ($P<0,001$), Bulgaristan ve Yunanistan gruplarının bir birinden farklı olmadığı sonucu bulunmuştur ($P<0,05$).

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

Çalışmada kullanılan bal arısı (*Apis mellifera L.*) örnekleri Trakya Bölgesindeki 5 İl Merkezine bağlı toplam 18 İlçe Merkezindeki 58 arılıktan toplanmıştır. Analizlerde her arılıkta 5 koloniden alınan işçi ve erkek arı örnekleri kullanılmıştır. Toplanan örnek sayısı işçi arı için 1408 adet, erkek arı için ise 890 adettir. Örneklerin toplandığı lokasyon ve ayrıntı bilgileri çizelge ve şekilde verilmiştir (Çizelge 3.1. ve Şekil 3.1.).

Toplanan örneklerde deformasyon ve parazit zararı oluşmaması için örnek kavanozlarına %98'lik Etil alkol konmuş ve örnekler alkol içerisinde saklanmıştır.

Çizelge 3.1. Örnek alınan il ve ilçe merkezleri ile örnek sayıları

İl Merkezi	İlçe Merkezi	İşçi Arı Sayısı (n)	İllere Göre Toplam İşçi Arı Sayısı (n)	Erkek Arı Sayısı (n)	İllere Göre Toplam Erkek Arı Sayısı (n)
Tekirdağ	Merkez	74	371	72	72
	Şarköy	74			
	Çorlu	75			
	Hayrabolu	73			
	Malkara	75			
Kırklareli	Merkez	75	372	49	258
	Kofçaz	75		25	
	Pınarhisar	74		73	
	Vize	74		68	
	Lüleburgaz	74		43	
Edirne	Merkez	74	371	71	363
	Keşan	75		73	
	İpsala	75		72	
	Enez	74		73	
	Uzunköprü	73		74	
Çanakkale	Gökçeada	170	170	172	172
İstanbul	Silivri	74	74	-	-
Kafkas		50	50	25	25
Toplam		1408	1408	890	890



Şekil 3.1. Trakya Bölgesi ve Gökçeada'da örneklerin toplandığı bölgeler

3.2. Yöntem:

3.2.1. Örneklerin hazırlanması:

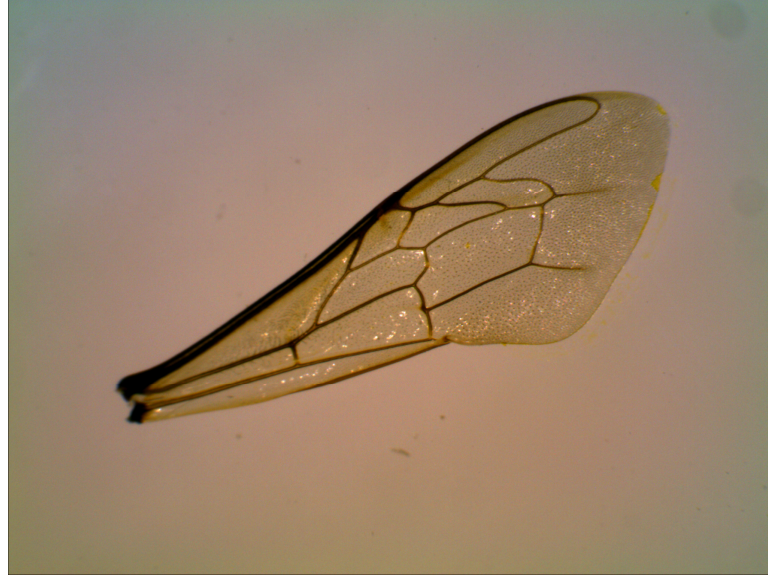
Çalışmada kullanılan işçi ve erkek arı örneklerine ait sağ ön kanatlar pens ile zarar vermeden vücutlardan ayrılmıştır. Ayrılan kanatlar daha önceden her lam bir koloniyi temsil edecek şekilde numaralandırılarak etiketlenmiş ve iki lam arasında bant yardımı ile sabitlenmiştir. Bu işlem için her koloniden 5 işçi ve 5 erkek arı örneği kullanılmıştır (Şekil 3.2.).



Şekil 3.2. Hazırlanmış kanat örneği

3.2.2. Örneklerin bilgisayar ortamına aktarılması:

Lamlar arasına sabitlenerek hazırlanan kanat örnekleri Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü'nde bulunan Leica diseksiyon mikroskop altında LEICA IM 50 programı ve kamera sistemi kullanılarak her bir kanat için kanada ilişkin isim bilgisinin de bulunduğu işçi arılar için ayrı klasör erkek arılar için ayrı klasör olmasına dikkat edilerek Bitmap resim dosyası (BMP) haline getirilmiştir (Şekil 3.3.). Çalışmada yapılacak istatistiki analizlerde kolaylık olması için aynı gruptaki örnekler aynı isimler verilmesine dikkat edilmiştir.

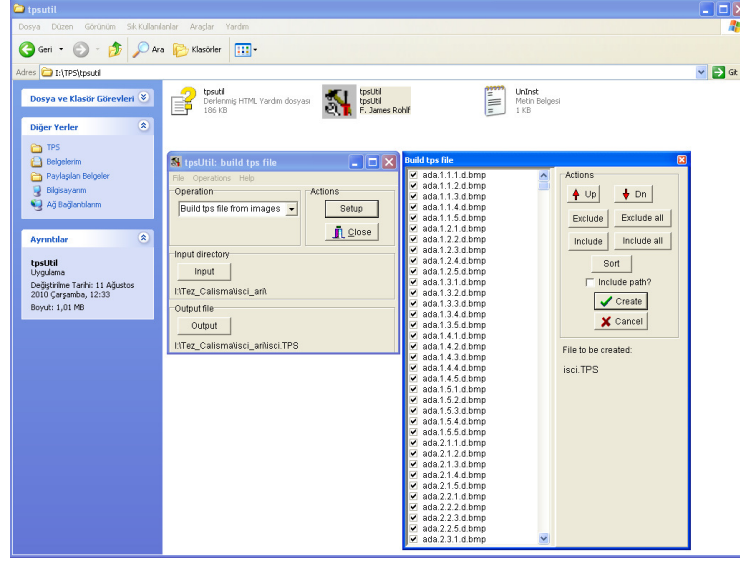


Şekil 3.3. Prepare edilerek fotoğrafı çekilmiş bir kanat örneği

3.2.3. Örnekler için TPS dosyalarının hazırlanması, landmarkların işaretlenmesi

Çalışmamızda landmarkların işaretlenmesi işlemi için TPS isimli program ve modülleri kullanılmıştır.

Yöntemde ilk işlem kanat resimlerinin tpsUtil programı aracılığı ile programa tanıtılması ve gruba ilişkin TPS dosyasının oluşturulmasıdır. Bu amaçla işçi arılara ait 1408 kanat örneği ve erkek arılara ait 890 adet kanat örneği “tpsUtility versiyon 1.46” programında giriş materyali olarak kullanılmıştır (Rohlf, 2005a). Bu sayede “tpsdig2” programında landmark işaretlemesi için kullanılacak olan data dosyası oluşturulmuştur (Şekil 3.4.).

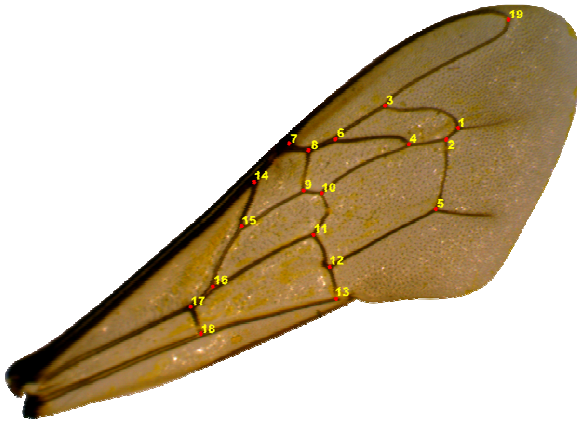


Şekil 3.4. TPS Utility programında (Versiyon 1.46) data dosyasının oluşturulması

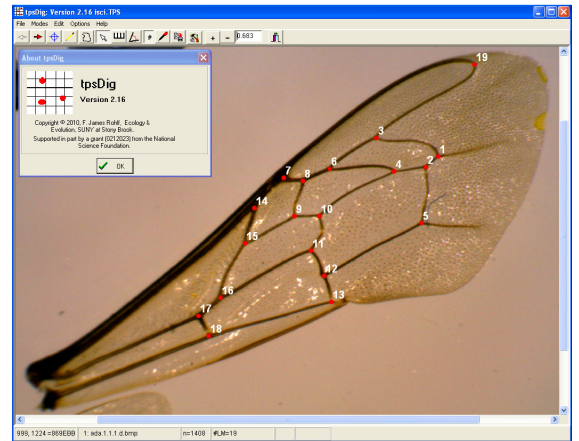
Kanat resimlerine ilişkin oluşturulan TPS dosyasında landmarkların işaretlenmesi için yine aynı programa ait alt modül olan “tpsDig Versiyon 2.16” programı kullanılmıştır (Rohlf 2005b).

Bu amaçla işçi ve erkek arı grupları için oluşturulan TPS dosyaları programla açılarak her bir kanat resminde 19 landmark noktasının işaretlemesi yapılmıştır (Şekil 3.5.)(Şekil 3.6.).

Program aracılığı ile her bir kanat için işaretlenen landmark noktalarının iki boyutlu Kartezyen koordinatları hesaplanmış ve daha sonra hesaplanan bu Kartezyen koordinatları “tpsDig V 2.16” programı aracılığı ile analizlerde kullanılmak üzere “TXT” dosyası haline getirilmiştir (Şekil 3.7.).



Şekil 3.5. İşçi Arı kanadında işaretlemesi yapılan 19 adet landmark noktası



Şekil 3.6. İşçi Arı kanadında işaretlemesi yapılan 19 adet landmark noktasının “tpsDig Versiyon 2.16” programında gösterimi

Landmark	X	Y
1441	0.0000	951.00000
1407	0.0000	922.00000
1271	0.0000	1002.00000
1320	0.0000	911.00000
1395	0.0000	766.00000
1143	0.0000	917.00000
1017	0.0000	893.00000
1069	0.0000	884.00000
1046	0.0000	788.00000
1115	0.0000	787.00000
1091	0.0000	692.00000
1128	0.0000	624.00000
1147	0.0000	552.00000
936	0.0000	809.00000
910	0.0000	713.00000
843	0.0000	564.00000
782	0.0000	513.00000
810	0.0000	458.00000
1540	0.0000	1204.00000
1651	0.0000	1015.00000
1592	0.0000	989.00000
1455	0.0000	1114.00000
1480	0.0000	994.00000
1534	0.0000	766.00000
1253	0.0000	1030.00000
1071	0.0000	1017.00000
1154	0.0000	1001.00000
1093	0.0000	873.00000
1151	0.0000	861.00000
1114	0.0000	724.00000
1157	0.0000	621.00000
1172	0.0000	512.00000
958	0.0000	941.00000
904	0.0000	799.00000
768	0.0000	603.00000
685	0.0000	551.00000
715	0.0000	467.00000
1871	0.0000	1322.00000

Şekil 3.7. Bir işçi arı ve erkek arı kanadında işaretlenen 19 landmark noktasının kartezyen koordinatları

3.2.4. İşçi arı ve erkek arı örneklerine uygulanan istatistiksel analizler

İşçi arı ve erkek arı örnekleri, örneklerin alındığı illere göre (Çanakkale (G.Ada), Kırklareli, Edirne, İstanbul, Tekirdağ ve Kafkas (*A.m. caucasica*)) gruplanmıştır.

İl guruplarına, Morpheus (Slice 2002) programı aracılığıyla Procrustes Analizi (Generalised Procrustes Analysis (GPA)) uygulanmıştır. Procrustes analizi ile veriler rotasyon, transformasyon ve skala etkilerinden kurtarılarak, standardize edilmiştir.

İşçi arı ve erkek arı için ayrı ayrı oluşturulan veri dosyalarında biçimsel yapı farklılıklarının tespiti için ilk iki temel öge (PCA) üzerindeki dağılımları gösterilmiştir. Bu amaçla Temel Öğeler Analizi (Principal Component Analysis: PCA) için morphologica2 v2.5 programı kullanılmış ve sonuçlar PCA grafiğinde gösterilmiştir.

Morpheus programı ile guruplar arası farklılığın belirlenmesi için MANOVA testi yapılmıştır. Aynı veri setleri ayrı ayrı (işçi ve erkek arı) İnce Tabaka Analizine (Thin Plate Spline: TPS) tabi tutulmuş ve guruplar arası farklılıklar grafikler (deformasyon gridleri) halinde özetlenerek, farklılığın hangi landmarklardan kaynaklandığı ortaya konulmuştur.

NTSYSpc 2.2 programı ile Kanonik Varyans Analizi (CANOVAR) yapılarak, guruplar arasındaki farklılıklar iki ve üç boyutlu grafik halinde özetlenmiştir/gösterilmiştir.

Her il gurubu için tespit edilen ortalama değerler euclit mesafesi kullanılarak SAHN kümeleme yöntemi ile guruplandırılmış ve sonuçlar Ağırlıklı Olmayan Çift Grup Ortalamaları Analiziyle (UPGMA), bir ağaç üzerinde özetlenmiştir.

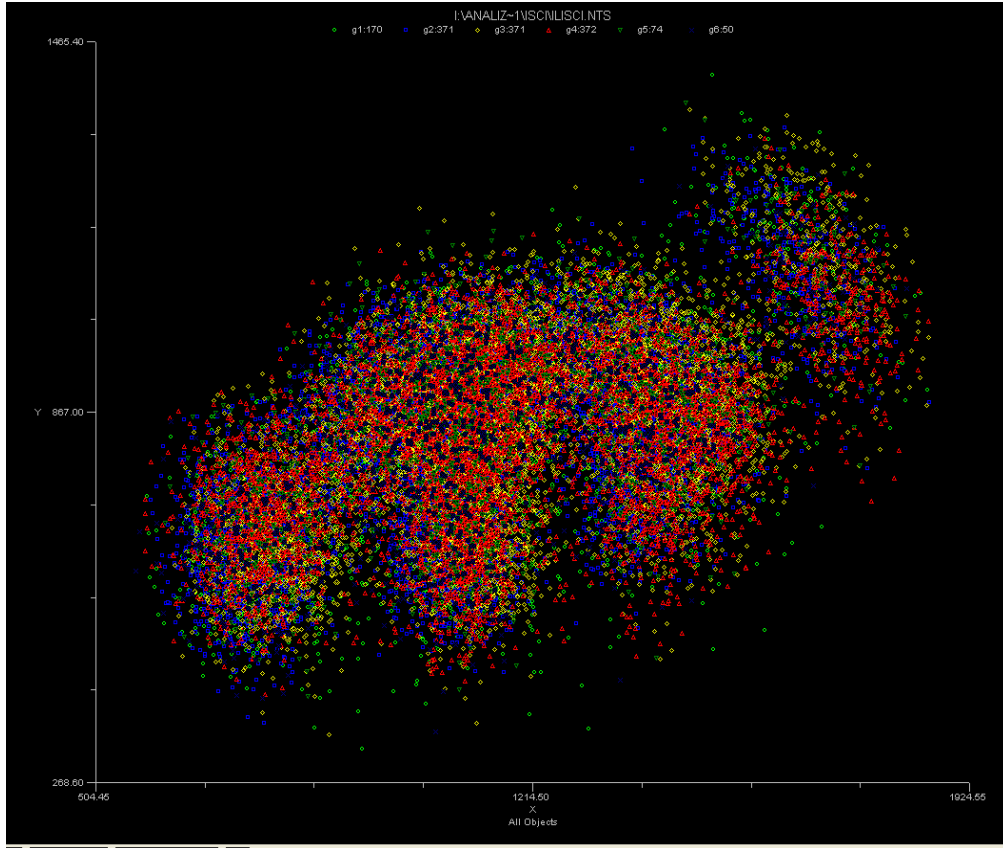
Elde edilen landmarklara ilişkin veri dosyaları, her bir landmarkın relative katkısını görebilmek için TPSrelw (Rohlf, 2005c) programı kullanılarak analiz edilmiştir.

4. BULGULAR

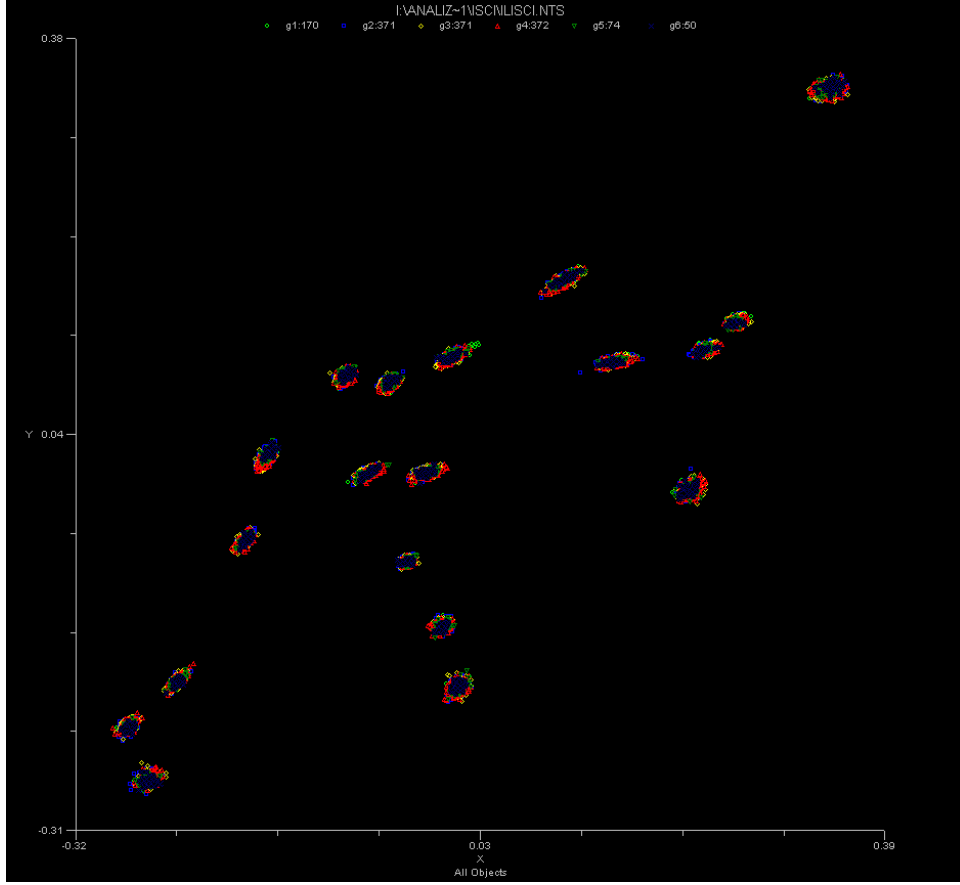
İşçi ve erkek arı örneklerinde, sağ ön kanattan tespit edilen 19 landmark kullanılarak ayrı ayrı analiz yapılmıştır.

4.1. İşçi Arılara İlişkin Bulgular

İşçi arılar üzerinde yapılan çalışmada toplam 1408 kanat örneği analiz edilmiş ve karşılaştırılmıştır. Kanat örneklerinden elde edilen veriler, Morpheus (Slice, 2002) programı kullanılarak, Procrustes Analizi (Generalised Procrustes Analysis (GPA)) ile rotasyon, transformasyon ve skala etkilerinden kurtarılmış ve standardize edilmiştir (Şekil 4.1.), (Şekil 4.2.).



Şekil 4.1. Morpheus programında tüm işçi arı kanat örneklerindeki landmark noktalarının gruplara göre genel görünümü.

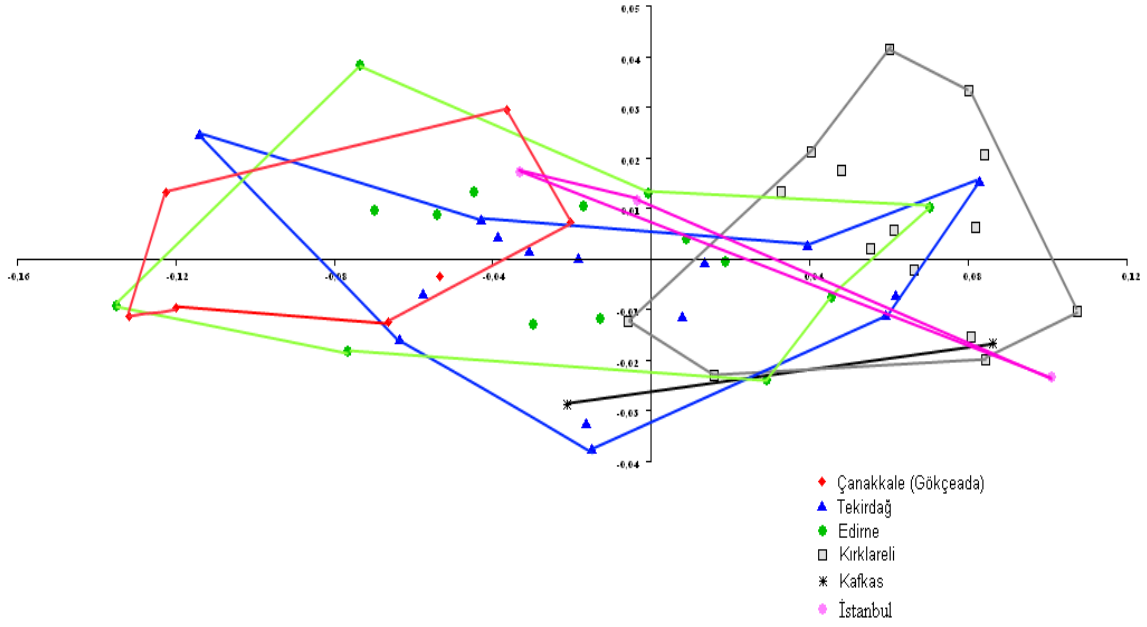


Şekil 4.2. Morpheus programında tüm işçi arı kanat örneklerinde landmark noktalarının GPA sonrası gruplara göre genel görünümü.

Çalışmada bir sonraki aşamada incelenen 1408 işçi arı kanat örneğine ait standardize edilmiş verilere Temel Öğeler Analizi (PCA) yapılarak grafik haline getirilmiştir. Analiz sonucunda ilk iki temel ögenin % 74,85 varyansı açıkladığı, özellikle ilk ögenin % 49,90 varyansı açıklaması nedeniyle temel belirleyici özellikte olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.1.).

Çizelge 4.1. Temel Öğeler Analizine (PCA) göre eksenlerin açıklanması

PCA	Eigen Değerleri	Yüzde Değerler	Eklemeli Yüzde Değerler
1	0.66736409	49.9021	49.9021
2	0.33370245	24.9526	74.8547
3	0.18242319	13.6407	88.4954
4	0.09407130	7.0342	95.5296
5	0.05978455	4.4704	100.0000



Şekil 4.3. İşçi arı kanat örneklerindeki 19 landmarkın meydana getirdiği biçim farklılıklarının ilk iki temel öge üzerindeki dağılımı (PCA Grafiği).

İşletmeler bazında yapmış olduğumuz Temel Öğeler Analizi sonucunda, Çanakkale (G.Ada), Kırklareli ve Kafkas (*A.m. caucasica*) gruplarının bir birinden ayrıldığı görülmüştür (Şekil 4.3.).

Gruplar arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığını belirlemek amacıyla MANOVA testi uygulanarak farklılıklar ortaya konmuştur (Çizelge 4.2.).

Çizelge 4.2. İşçi arı kanat örnekleri için Çoklu Varyans Analizi (MANOVA) sonuçları

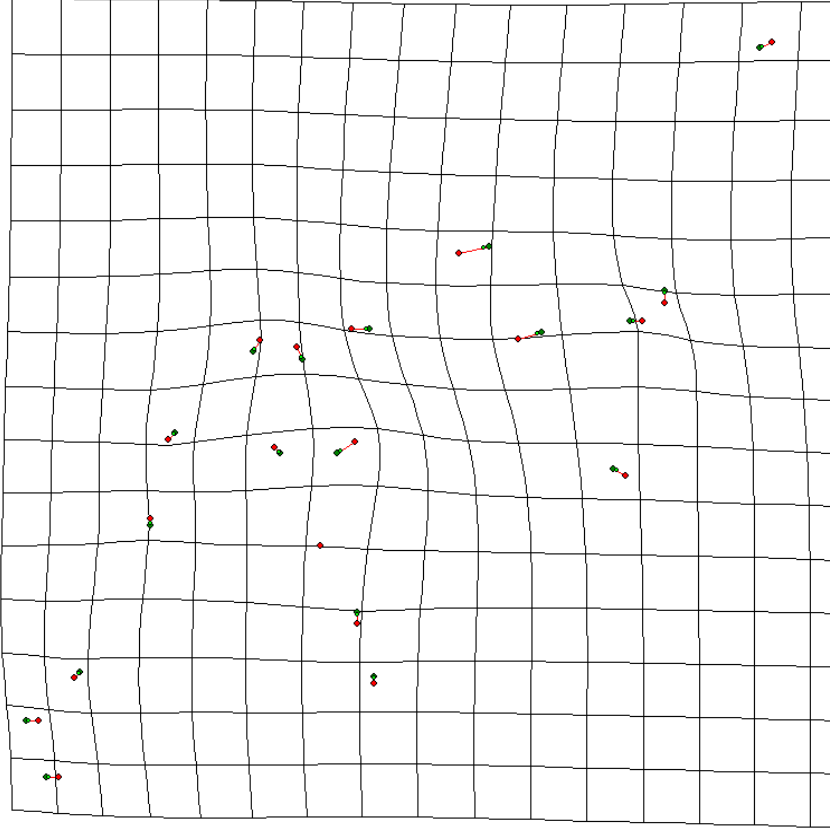
Gruplar	Çanakkale (G.Ada)	Tekirdağ	Edirne	Kırklareli	İstanbul	Kafkas
Çanakkale (G.Ada)	-					
Tekirdağ	0,001**	-				
Edirne	0,001**	0,001**	-			
Kırklareli	0,001**	0,001**	0,001**	-		
İstanbul	0,001**	0,001**	0,002**	0,001**	-	
Kafkas	0,001**	0,001**	0,001**	0,001**	0,001**	-

Çizelge incelendiğinde; gruplar arası farklılıkların önemli olduğu görülmektedir ($P < 0,001$ ve $P < 0,002$).

Farklılıkların hangi landmarklardan kaynaklandığının belirlenmesi amacıyla İnce Tabaka Analizi (Thin Plate Spline (TPS)) yapılmıştır. Bu farklılıkların daha iyi

gözlenebilmesi amacı ile deformasyonlar 5 kat arttırılmıştır. Her il ve kontrol (Kafkas) grubu bir birleri ile ikili gruplar halinde ayrı ayrı karşılaştırılarak grafikler (deformasyon gridleri) halinde gösterilmiştir (Şekil 4.4., 4.5., 4.6., 4.7., 4.8., 4.9., 4.10., 4.11., 4.12., 4.13., 4.14., 4.15., 4.16., 4.17. ve 4.18.).

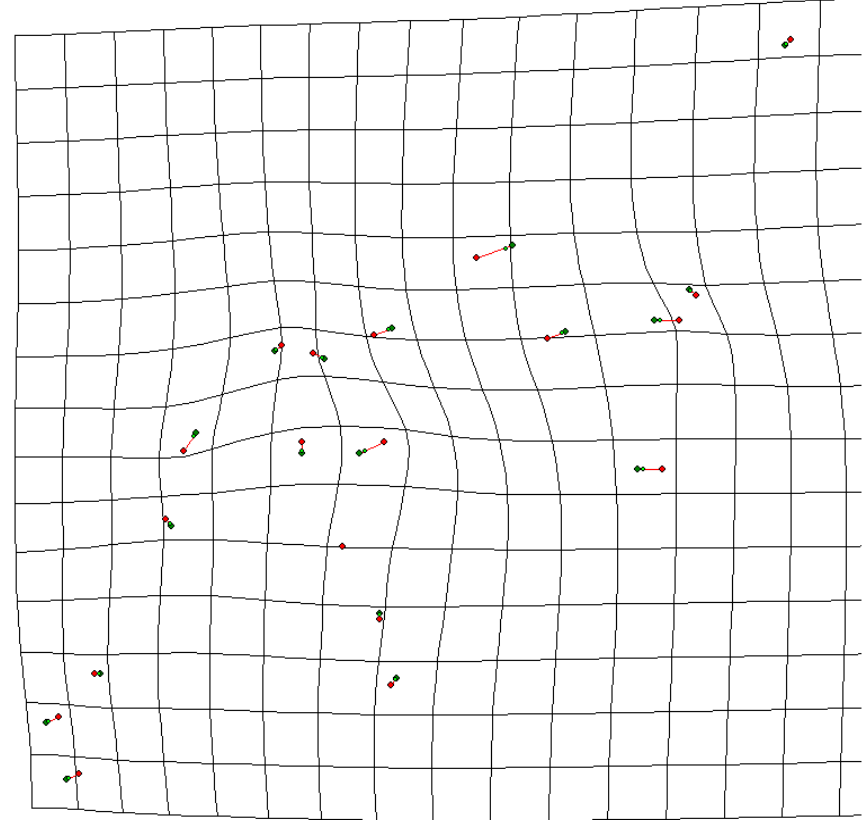
L:\ANALIZ-1\NSCNSCIL.MDT
File Spline Plot



g1:170 -> g2:371 (x5.0)

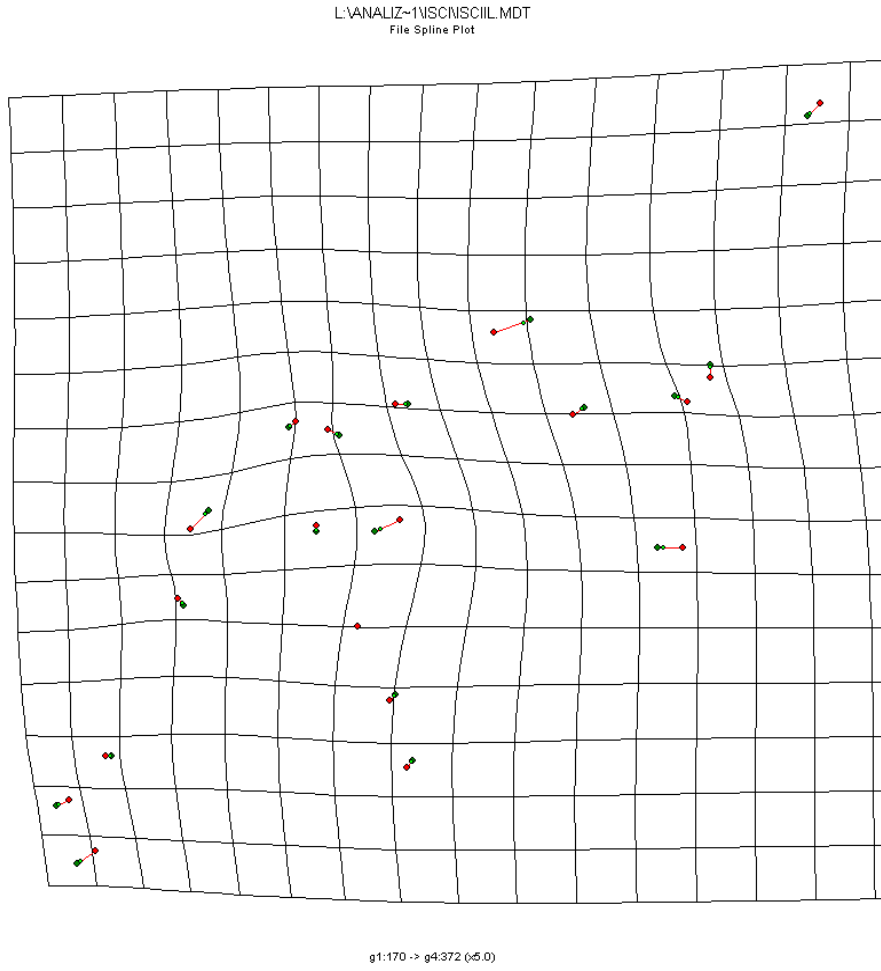
Şekil 4.4. Çanakkale Gökçeada grubu ile Tekirdağ grubunun ön kanat deformasyon gridlerinin ikili karşılaştırılması (5 kat arttırılmıştır).

L:\ANALIZ-1\NSCNSCIL.MDT
File Spline Plot

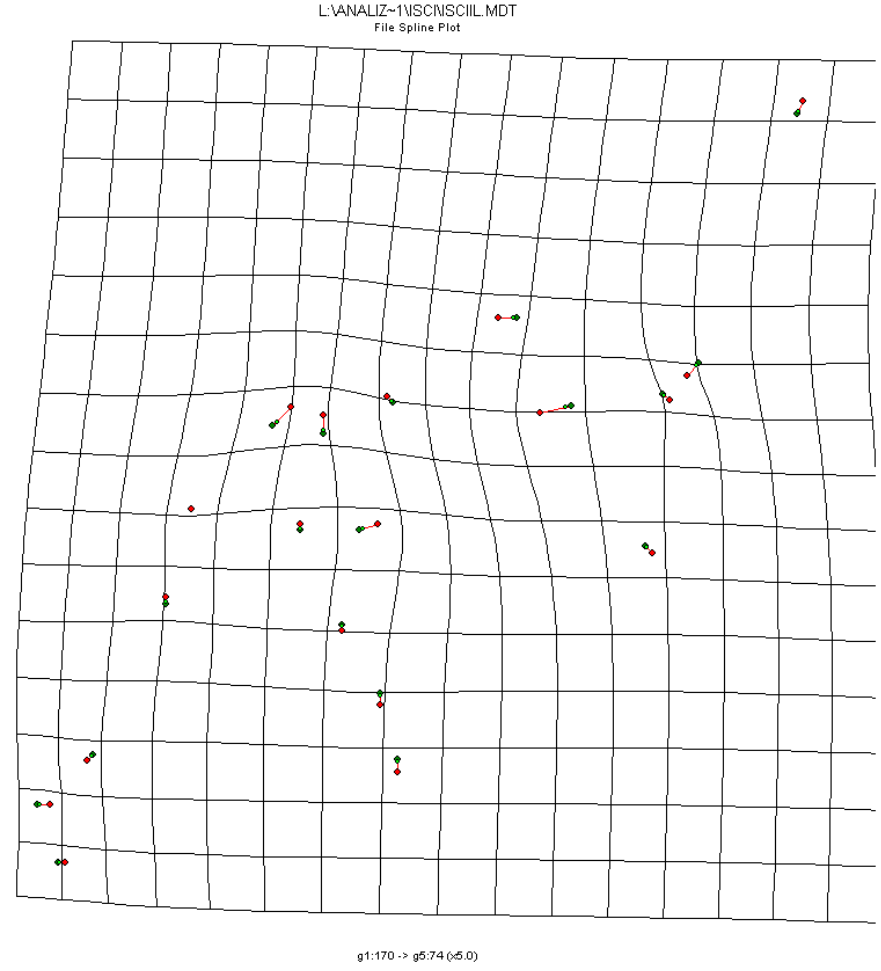


g1:170 -> g3:371 (x5.0)

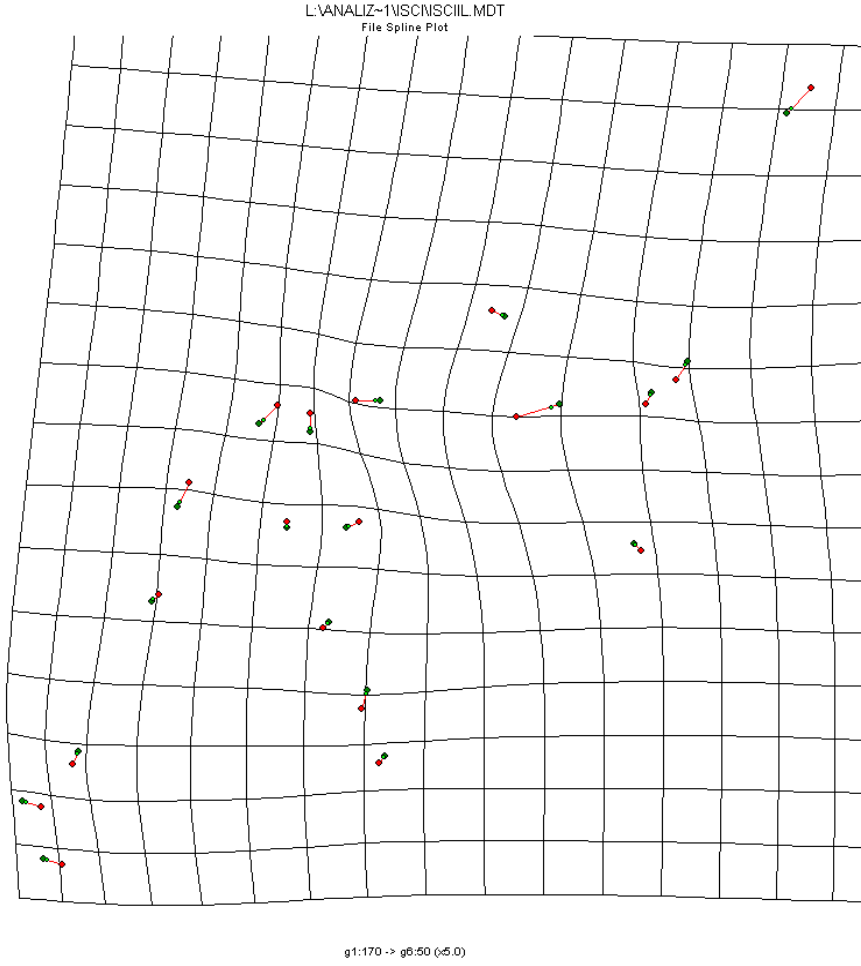
Şekil 4.5. Çanakkale Gökçeada grubu ile Edirne grubunun ön kanat deformasyon gridlerinin ikili karşılaştırılması (5 kat arttırılmıştır).



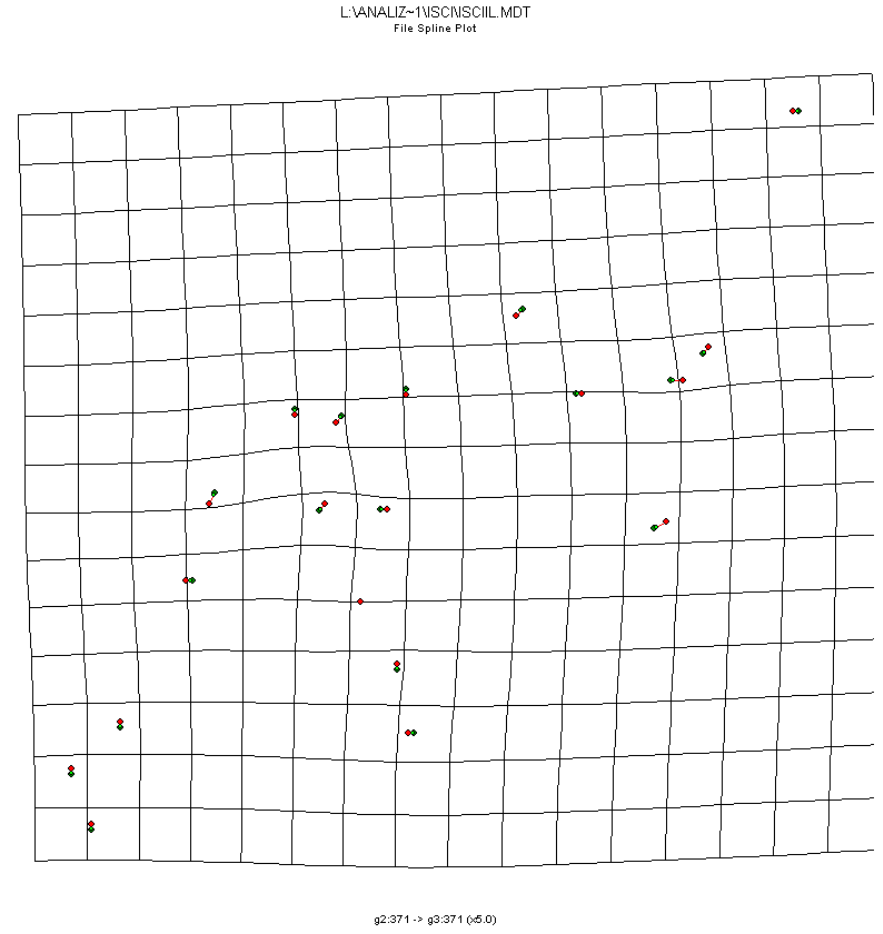
Şekil 4.6. Çanakkale Gökçeada grubu ile Kırklareli grubunun ön kanat deformasyon gridlerinin ikili karşılaştırılması (5 kat arttırılmıştır).



Şekil 4.7. Çanakkale Gökçeada grubu ile İstanbul grubunun ön kanat deformasyon gridlerinin ikili karşılaştırılması (5 kat arttırılmıştır).

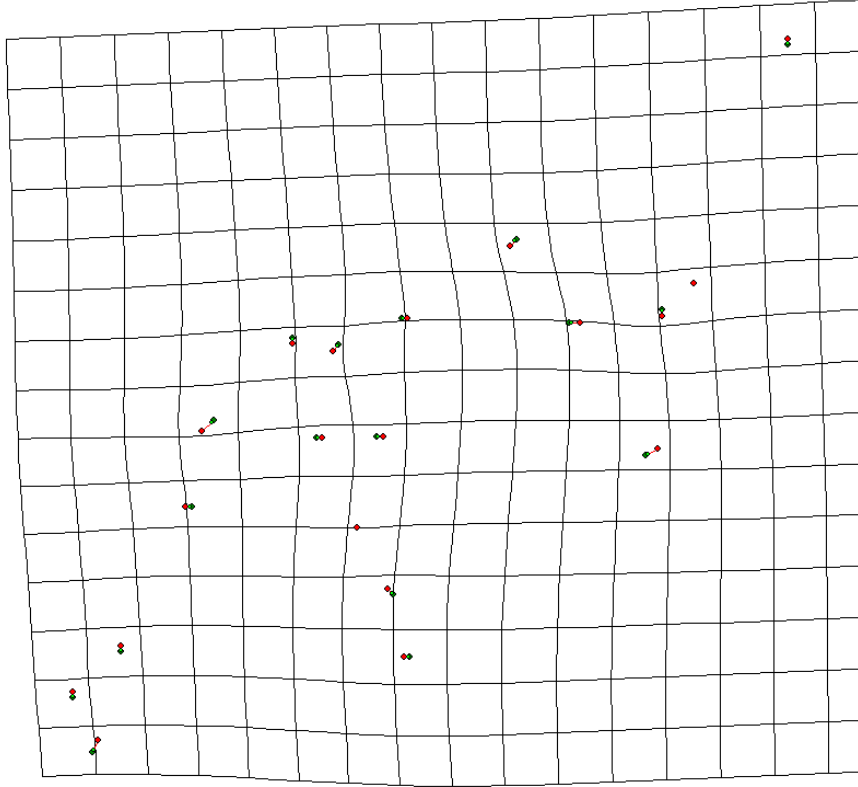


Şekil 4.8. Çanakkale Gökçeada grubu ile Kafkas grubunun ön kanat deformasyon gridlerinin ikili karşılaştırılması (5 kat arttırılmıştır).



Şekil 4.9. Tekirdağ grubu ile Edirne grubunun ön kanat deformasyon gridlerinin ikili karşılaştırılması (5 kat arttırılmıştır).

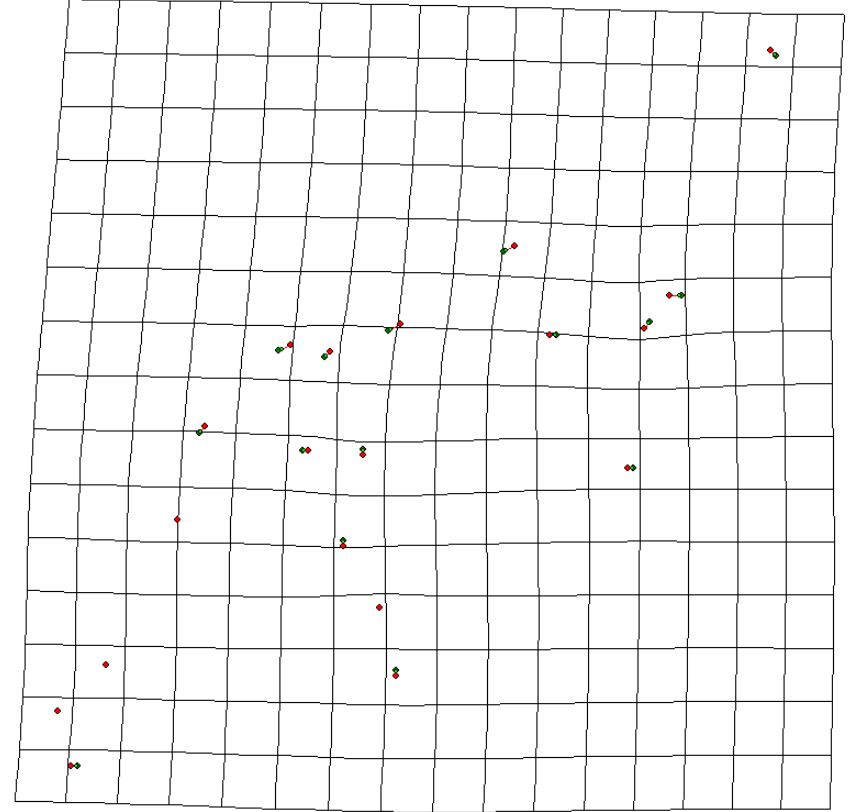
L:\ANALIZ-1\NSCNSCIL.MDT
File Spline Plot



g2:371 -> g4:372 (x5.0)

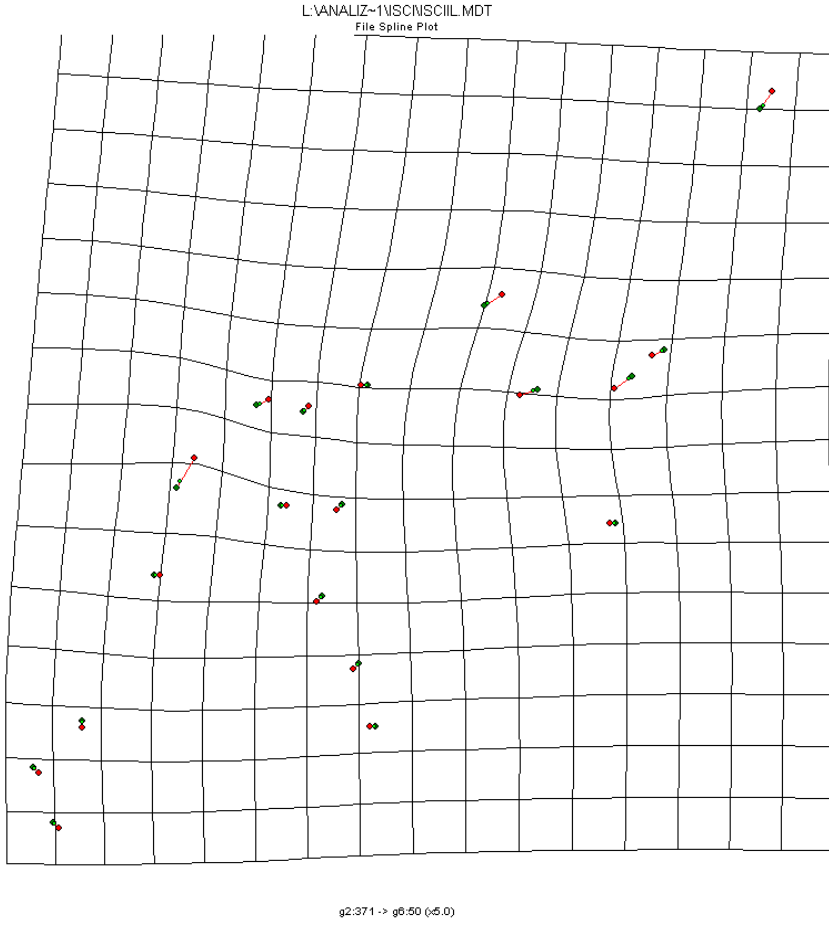
Şekil 4.10. Tekirdağ grubu ile Kırklareli grubunun ön kanat deformasyon gridlerinin ikili karşılaştırılması (5 kat arttırılmıştır).

L:\ANALIZ-1\NSCNSCIL.MDT
File Spline Plot

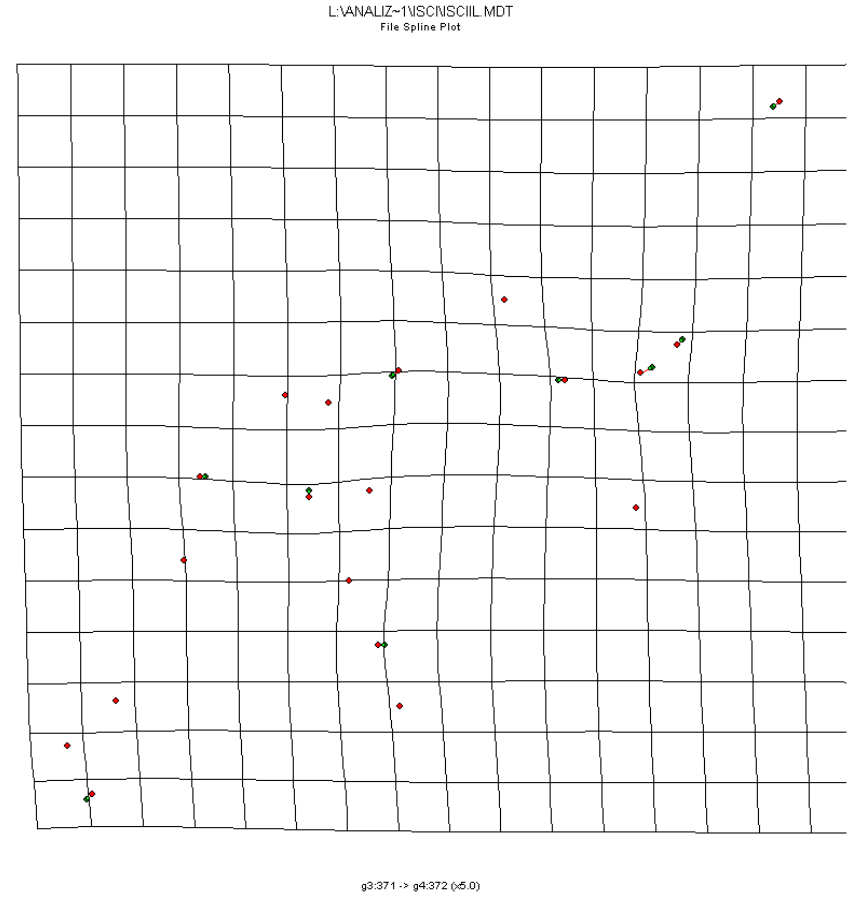


g2:371 -> g5:74 (x5.0)

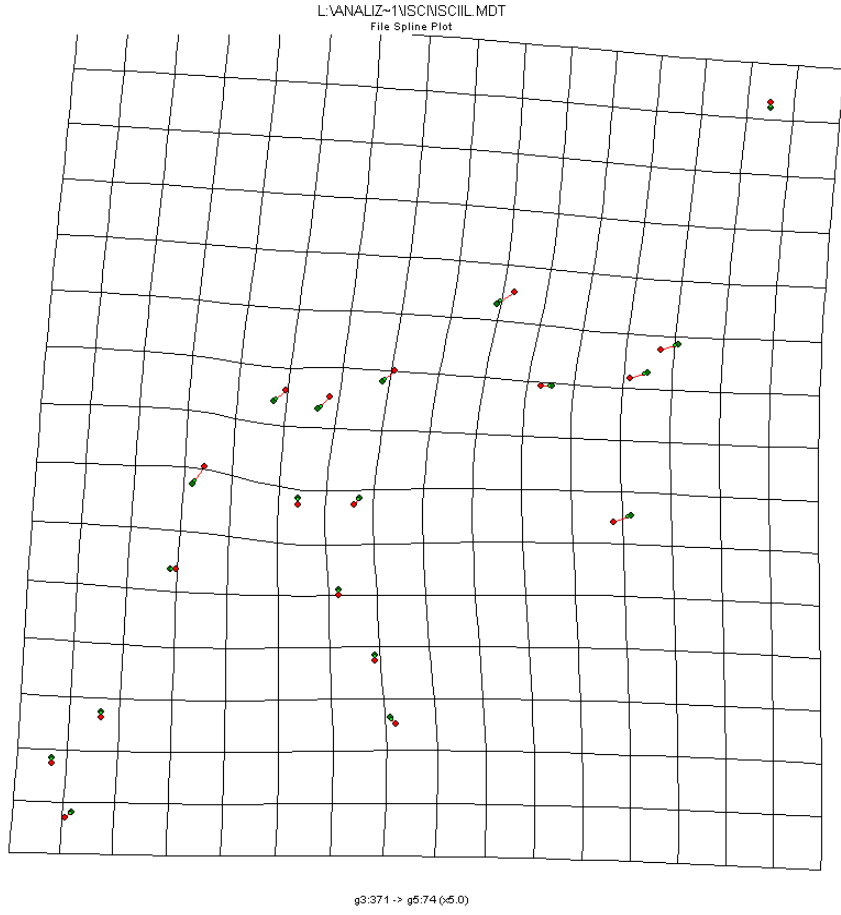
Şekil 4.11. Tekirdağ grubu ile İstanbul grubunun ön kanat deformasyon gridlerinin ikili karşılaştırılması (5 kat arttırılmıştır).



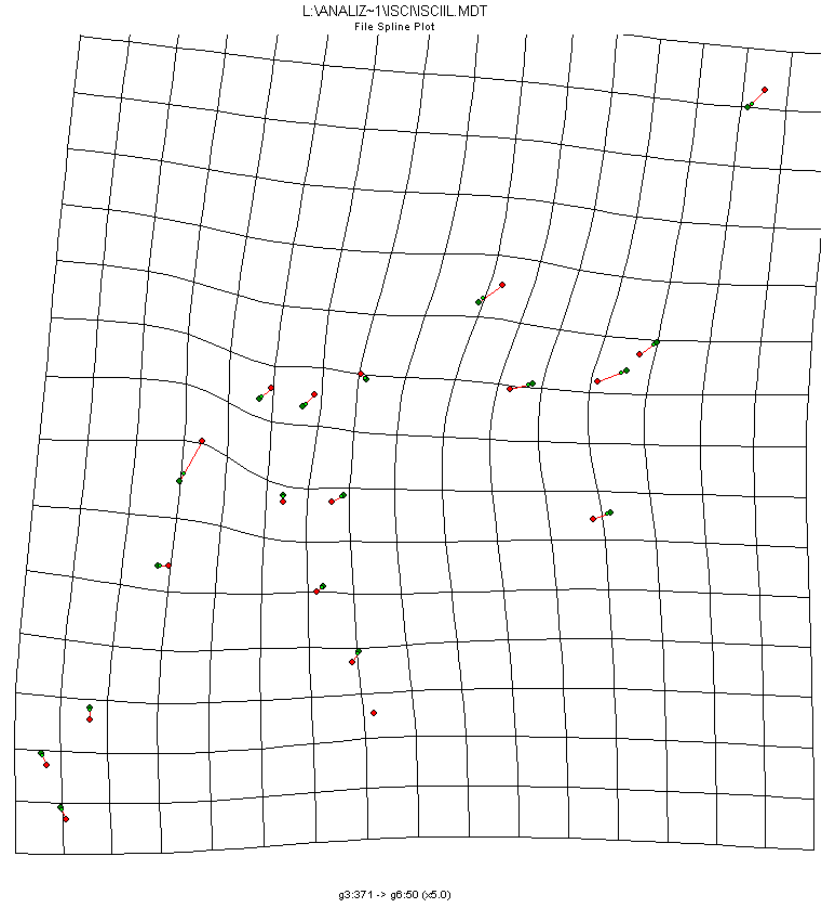
Şekil 4.12. Tekirdağ grubu ile Kafkas grubunun ön kanat deformasyon gridlerinin ikili karşılaştırılması (5 kat arttırılmıştır).



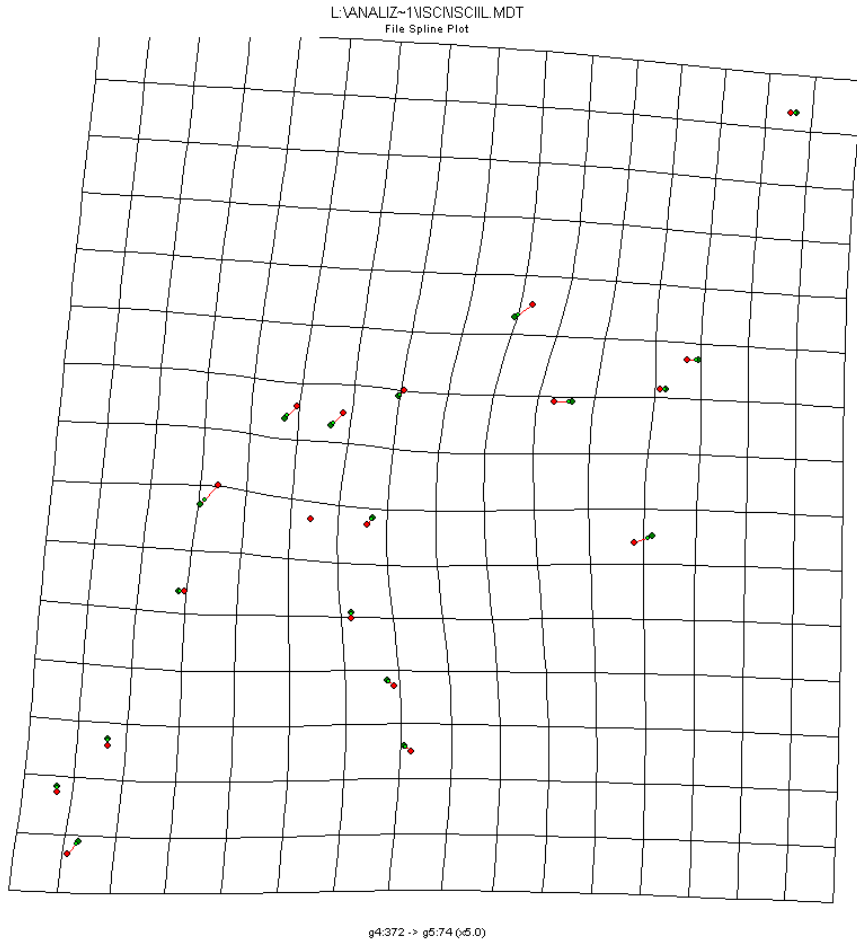
Şekil 4.13. Edirne grubu ile Kırklareli grubunun ön kanat deformasyon gridlerinin ikili karşılaştırılması (5 kat arttırılmıştır).



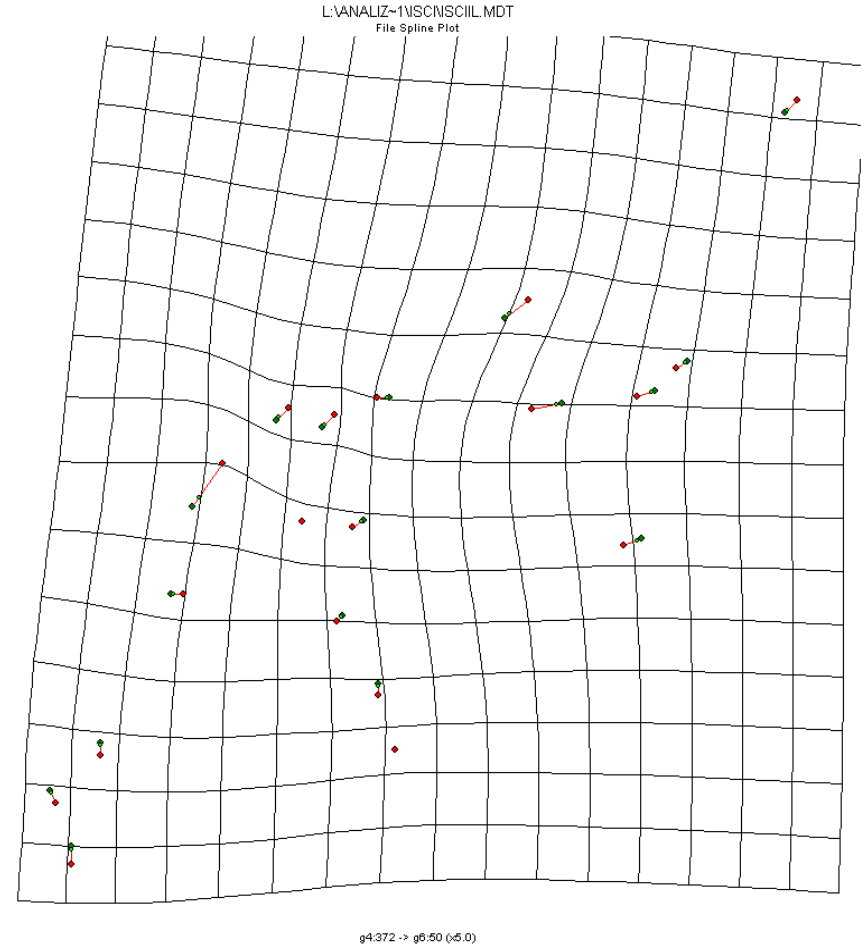
Şekil 4.14. Edirne grubu ile İstanbul grubunun ön kanat deformasyon gridlerinin ikili karşılaştırılması (5 kat arttırılmıştır).



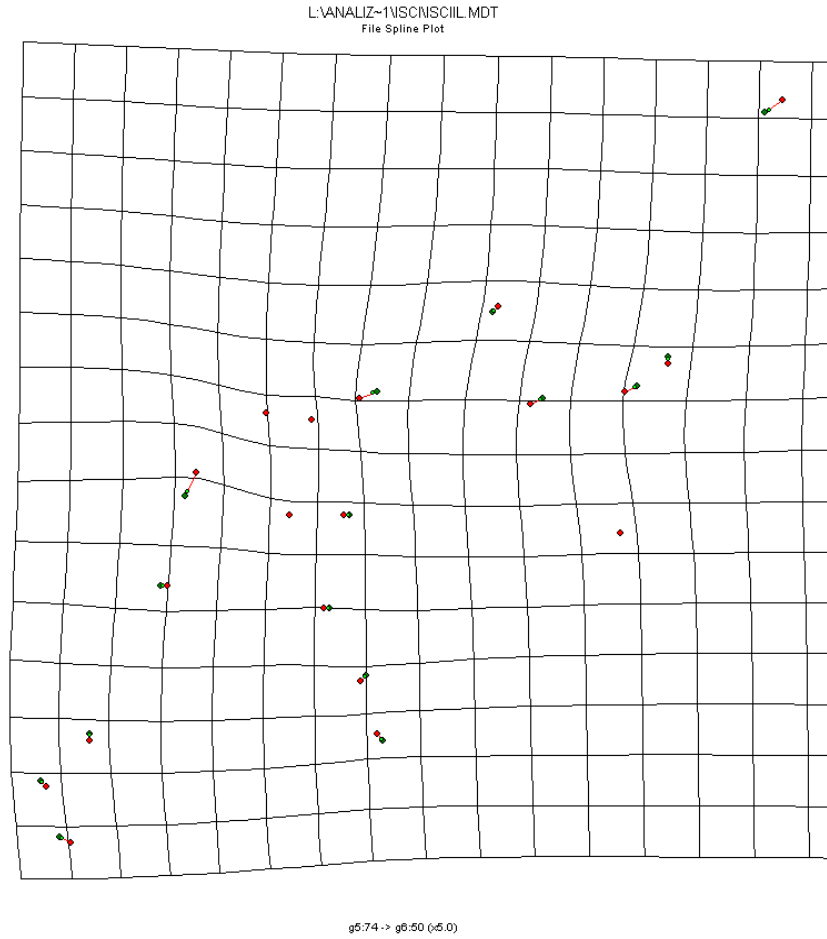
Şekil 4.15. Edirne grubu ile Kafkas grubunun ön kanat deformasyon gridlerinin ikili karşılaştırılması (5 kat arttırılmıştır).



Şekil 4.16. Kırklareli grubu ile İstanbul grubunun ön kanat deformasyon gridlerinin ikili karşılaştırılması (5 kat arttırılmıştır).



Şekil 4.17. Kırklareli grubu ile Kafkas grubunun ön kanat deformasyon gridlerinin ikili karşılaştırılması (5 kat arttırılmıştır).



Şekil 4.18. İstanbul grubu ile Kafkas grubunun ön kanat deformasyon gridlerinin ikili karşılaştırılması (5 kat arttırılmıştır).

İşçi arı gurupları arasındaki farklılığa etki eden landmarkların hangilerinin olduğunun tespiti için deformasyon gridlerini incelediğimizde;

- Çanakkale (G.Ada) grubu ile Tekirdağ grubu arasındaki varyasyona en çok etki eden landmarkların 1, 3, 4, 5 ve 10 numaralı landmarklar olduğu,
- Çanakkale (G.Ada) grubu ile Edirne grubu arasındaki varyasyona en çok etki eden landmarkların 2, 3, 4, 5, 6, 10 ve 14 numaralı landmarklar olduğu,
- Çanakkale (G.Ada) grubu ile Kırklareli grubu arasındaki varyasyona en çok etki eden landmarkların 3, 5, 10, 14 ve 19 numaralı landmarklar olduğu,
- Çanakkale (G.Ada) grubu ile İstanbul grubu arasındaki varyasyona en çok etki eden landmarkların 1, 3, 4, 7, 8, 10 ve 19 numaralı landmarklar olduğu,
- Çanakkale (G.Ada) grubu ile Kafkas grubu arasındaki varyasyona en çok etki eden landmarkların 1, 4, 6, 7, 8, 14 ve 19 numaralı landmarklar olduğu,
- Tekirdağ grubu ile Edirne grubu arasındaki varyasyona en çok etki eden landmarkların 2, 3, 5, 9 ve 14 numaralı landmarklar olduğu,
- Tekirdağ grubu ile Kırklareli grubu arasındaki varyasyona en çok etki eden landmarkların 5, 8, 14 ve 18 numaralı landmarklar olduğu,
- Tekirdağ grubu ile İstanbul grubu arasındaki varyasyona en çok etki eden landmarkların 1, 2, 3, 6, 7 ve 8 numaralı landmarklar olduğu,
- Tekirdağ grubu ile Kafkas grubu arasındaki varyasyona en çok etki eden landmarkların 1, 2, 3, 4, 7, 14 ve 19 numaralı landmarklar olduğu,
- Edirne grubu ile Kırklareli grubu arasındaki varyasyona en çok etki eden landmarkların 1, 2, 4, 18 ve 19 numaralı landmarklar olduğu,
- Edirne grubu ile İstanbul grubu arasındaki varyasyona en çok etki eden landmarkların 1, 2, 3, 5, 7, 8 ve 14 numaralı landmarklar olduğu,
- Edirne grubu ile Kafkas grubu arasındaki varyasyona en çok etki eden landmarkların 1, 2, 3, 4, 7, 8, 14 ve 19 numaralı landmarklar olduğu,
- Kırklareli grubu ile İstanbul grubu arasındaki varyasyona en çok etki eden landmarkların 1, 3, 4, 5, 7, 8, 14 ve 18 numaralı landmarklar olduğu,
- Kırklareli grubu ile Kafkas grubu arasındaki varyasyona en çok etki eden landmarkların 2, 3, 4, 17, 18 ve 19 numaralı landmarklar olduğu,
- İstanbul grubu ile Kafkas grubu arasındaki varyasyona en çok etki eden landmarkların 2, 4, 6, 14, 18 ve 19 numaralı landmarklar olduğu görülmektedir.

Her bir landmarkın relative katkısını görebilmek için TPSrelw (Rohlf 2005c) programı kullanılarak veriler analiz edilmiştir (Çizelge 4.3.).

Çizelge 4.3. İşçi arı kanat örneklerinde 19 landmarkın relative katkısı

Landmark No	SS	Landmark No	SS
1	0.08221	11	0.05766
2	0.14436	12	0.07594
3	0.00795	13	0.02028
4	0.02662	14	0.02770
5	0.00181	15	0.01791
6	0.04305	16	0.02076
7	0.09925	17	0.03686
8	0.20727	18	0.01300
9	0.06503	19	0.00039
10	0.05196		

Çizelge 4.3'e baktığımızda işçi arı kanat örneklerinde işaretlemesi yapılan 19 landmark noktasının relative en yüksek katkının tüm il ve kontrol gruplarında, sırası ile 8, 2 ve 7 numaralı landmarklardan kaynaklandığı görülmektedir. En düşük katkının ise 19 numaralı landmarktan kaynaklandığı görülmüştür.

Çizelge 4.4. İşçi arı kanat örneklerinde 19 landmarkın varyansları

LM No	S ² x	S ² y	S ²
1	0.00001186	0.00000561	0.00001748
2	0.00001733	0.00000566	0.00002299
3	0.00004191	0.00001628	0.00005819
4	0.00003302	0.00000487	0.00003788
5	0.00002035	0.00001463	0.00003498
6	0.00002840	0.00000991	0.00003831
7	0.00001164	0.00001014	0.00002178
8	0.00001282	0.00000838	0.00002119
9	0.00002270	0.00000725	0.00002996
10	0.00002583	0.00000648	0.00003231
11	0.00000830	0.00000481	0.00001311
12	0.00001227	0.00000821	0.00002048
13	0.00001541	0.00001422	0.00002963
14	0.00001145	0.00001753	0.00002898
15	0.00001120	0.00001421	0.00002541
16	0.00001213	0.00001258	0.00002471
17	0.00001178	0.00000970	0.00002148
18	0.00001943	0.00001197	0.00003140
19	0.00003051	0.00001350	0.00004401

Ön kanatların landmark varyanslarına bakıldığında en yüksek varyansın (S²=0,0005819) değeri ile 3 numaralı landmarktan kaynaklandığı ve bunu sırası ile (S²=0,0004401) değeri ile 19 numaralı landmark ile (S²=0,0003831) değeri ile 6 numaralı landmarkın takip ettiği görülmüştür. En düşük varyans değerine sahip landmarkın ise (S²=0.00001311) değeri ile 11 nolu landmark olduğu görülmektedir (Çizelge 4.4.).

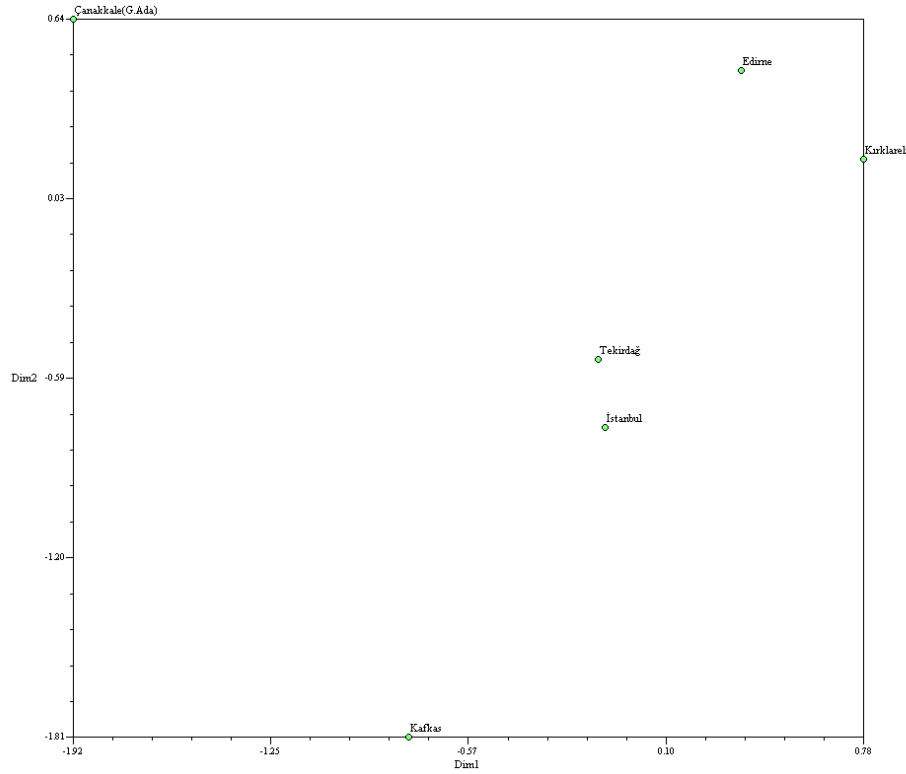
İşçi arı kanat örneklerinde Partial Least Square Analizi (PLS) sonucunda her bir eksen tarafından açıklanan kovaryans değerleri incelendiğinde ilk on eksende varyansın %75,50'sinin açıklandığı, toplam varyasyonun ise 34 eksende açıklandığı görülmektedir (Çizelge 4.5.).

Çizelge 4.5. İşçi arı kanatlarındaki 19 landmarkın tekil değerleri ve relative warpların % açıklamaları

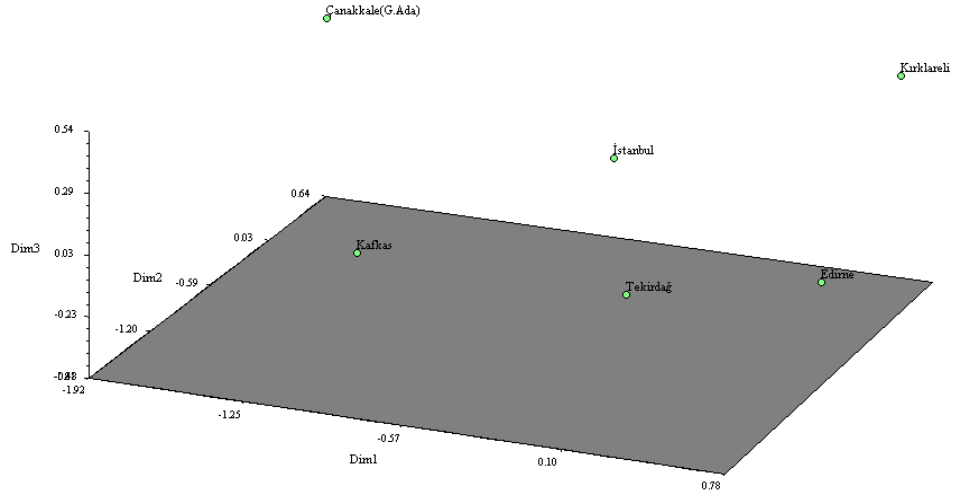
LM No	SD	%	Cum %
1	0.34196	14.99%	14.99%
2	0.29610	11.24%	26.24%
3	0.28003	10.06%	36.29%
4	0.24909	7.96%	44.25%
5	0.22516	6.50%	50.75%
6	0.22291	6.37%	57.12%
7	0.20637	5.46%	62.58%
8	0.19029	4.64%	67.22%
9	0.18110	4.21%	71.43%
10	0.17808	4.07%	75.50%
11	0.16547	3.51%	79.01%
12	0.14963	2.87%	81.88%
13	0.14557	2.72%	84.59%
14	0.13483	2.33%	86.92%
15	0.11876	1.81%	88.73%
16	0.10762	1.49%	90.22%
17	0.10346	1.37%	91.59%

LM No	SD	%	Cum %
18	0.09386	1.13%	92.72%
19	0.08977	1.03%	93.75%
20	0.08596	0.95%	94.70%
21	0.08293	0.88%	95.58%
22	0.07175	0.66%	96.24%
23	0.07046	0.64%	96.88%
24	0.06647	0.57%	97.45%
25	0.06129	0.48%	97.93%
26	0.05644	0.41%	98.34%
27	0.05142	0.34%	98.68%
28	0.04916	0.31%	98.99%
29	0.04279	0.23%	99.22%
30	0.04094	0.21%	99.43%
31	0.03790	0.18%	99.62%
32	0.03605	0.17%	99.79%
33	0.03070	0.12%	99.91%
34	0.02699	0.09%	100.00%

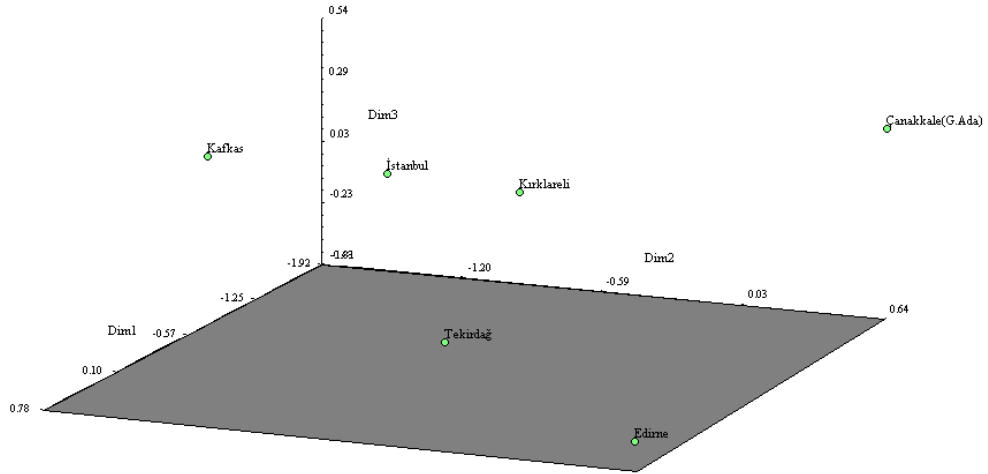
Gruplar veya setler arasındaki ortaya konulan (MANOVA ve TPS) farklılıkların örnek uzayındaki dağılımını görmek amacıyla yapılan Kanonik Varyans Analizi (CANOVAR) sonucunda dağılımlar iki ve üç boyutlu grafikler ile gösterilmiştir (Şekil 4.19.) (Şekil 4.20.) (Şekil 4.21.).



Şekil 4.19. CANOVAR analizi sonrası illere göre işçi arı gruplarının iki boyutlu düzlemdeki dağılımı



Şekil 4.20.a. CANOVAR analizi sonrası İllere göre işçi arı gruplarının üç boyutlu düzlemde dağılımı

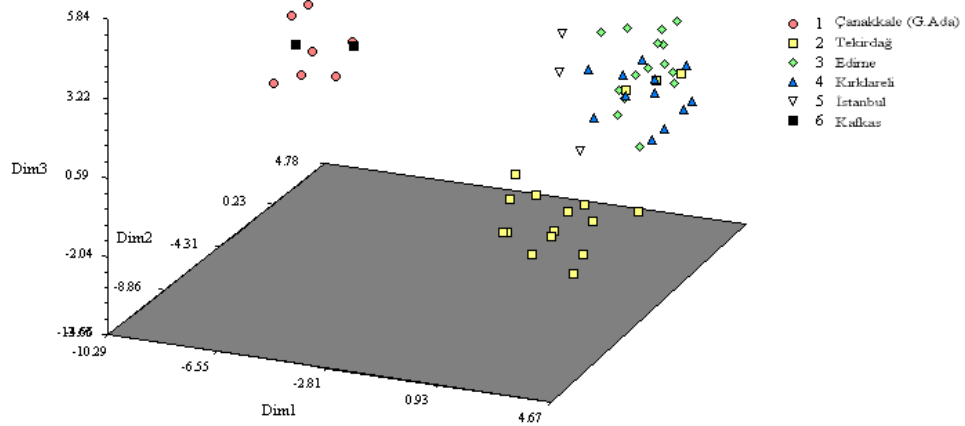


Şekil 4.20.b. CANOVAR analizi sonrası İllere göre işçi arı gruplarının üç boyutlu düzlemde dağılımı

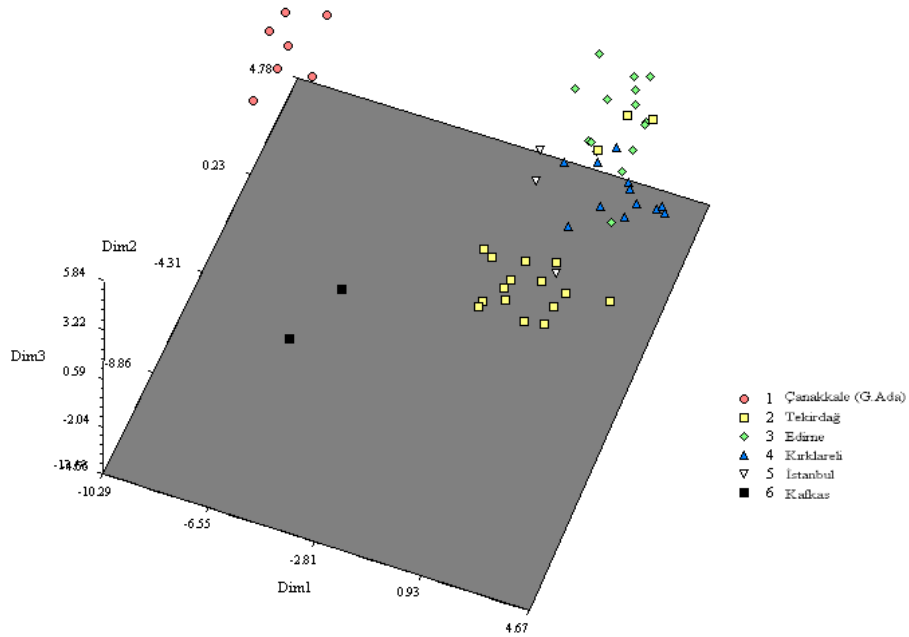
CANOVAR analizi sonuçlarının iki ve üç boyutlu grafiklerine baktığımızda grupların birbirinden farklı bölgelerde bulunduğu görülmektedir. Özellikle Kafkas (*A.m. caucasica*) ve Çanakkale (G.Ada) grupları gerek iki boyutlu, gerekse üç boyutlu grafiklerde diğer gruplardan oldukça ayrı bölgelerde bulunmaktadır. Kırklareli ve Edirne grupları ile Tekirdağ ve İstanbul grupları iki boyutlu grafikte bir birlerine yakın konumda olmalarına rağmen üç

boyutlu grafikte ise bu gruplar arasındaki farklılıkların belirgin olduğu görülmektedir. Yapılan MANOVA test sonuçlarına baktığımızda da tüm gruplar arasındaki farklılığın istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir.

CANOVAR analizinin grafik sonuçlarına, işletmelerin dağılımı bazında baktığımızda, grup dağılımına (Şekil 4.19.), (Şekil 4.20.a), (Şekil 4.20.b.) benzer bir dağılımın olduğu görülmektedir. (Şekil 4.21.a ve 4.21.b).

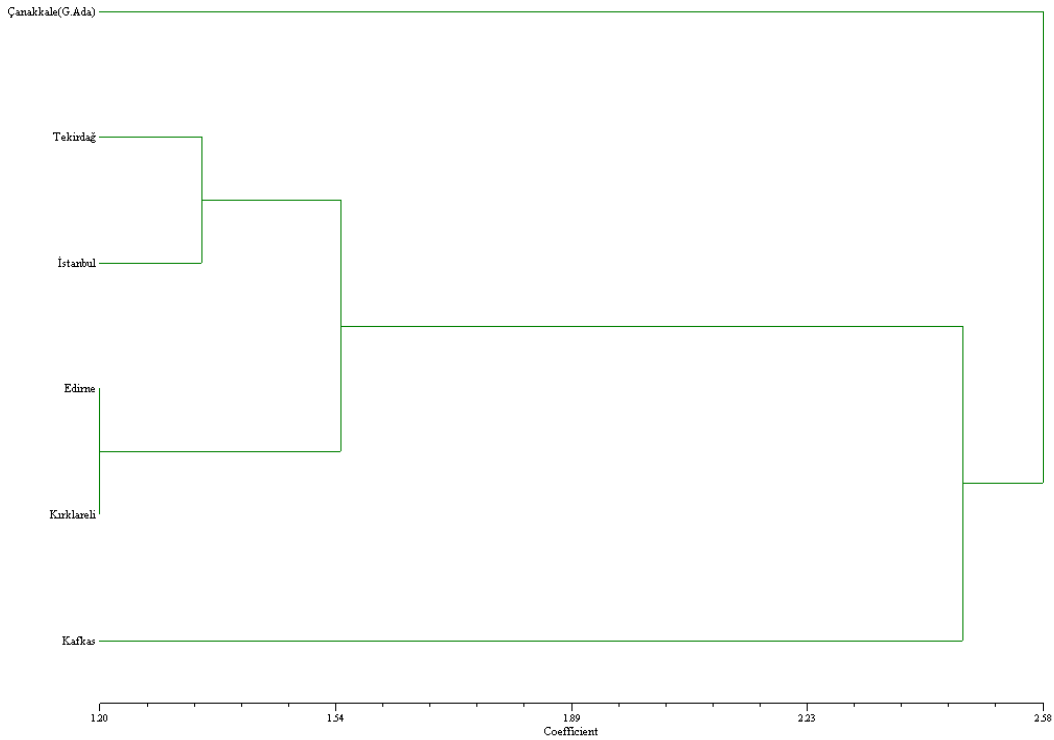


Şekil 4.21.a. CANOVAR analizi sonrası işletmelerin üç boyutlu dağılımı



Şekil 4.21.b. CANOVAR analizi sonrası işletmelerin üç boyutlu dağılımı

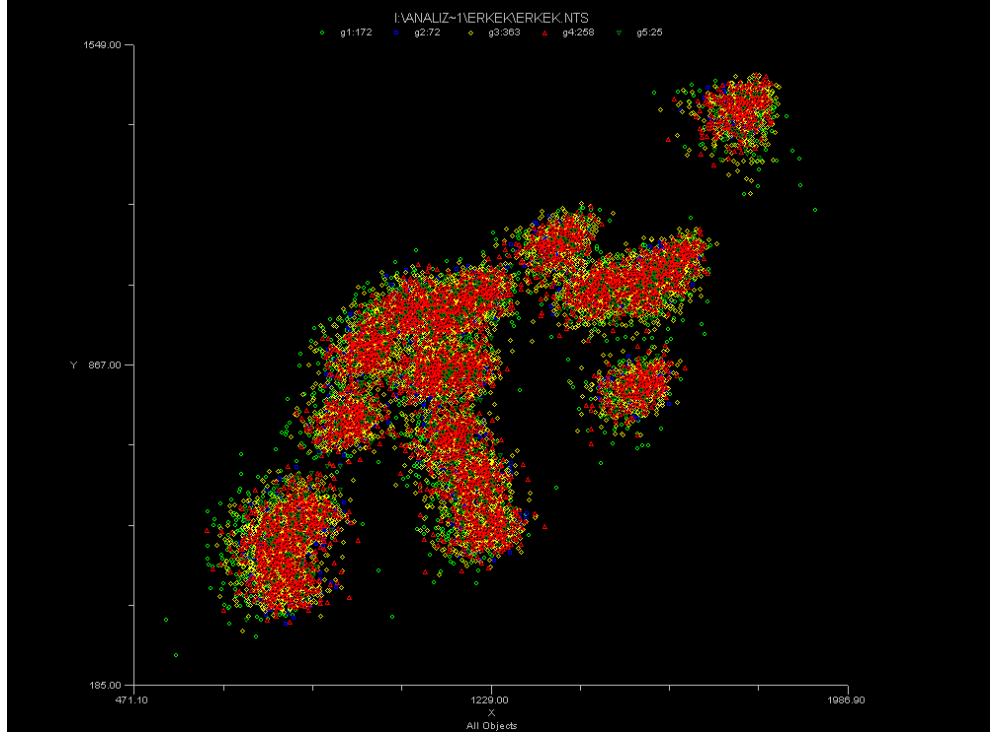
Her il gurubu için tespit edilen ortalama değerler euclit mesafesi kullanılarak SAHN kümeleme yöntemi ile gruplandırılmış ve sonuçlar Ağırlıklı Olmayan Çift Grup Ortalamaları Analizi (UPGMA) kullanılarak bir ağaç üzerinde özetlenmiştir. Bu grafikte Çanakkale (G.Ada) ve Kafkas (*A.m. caucasica*) grupları ayrı kümelenme göstermiş, ayrıca Tekirdağ ve İstanbul grubu benzerlik gösterirken, Edirne ve Kırklareli grupları ise çok büyük benzerlik göstermiştir (Şekil 4.22.).



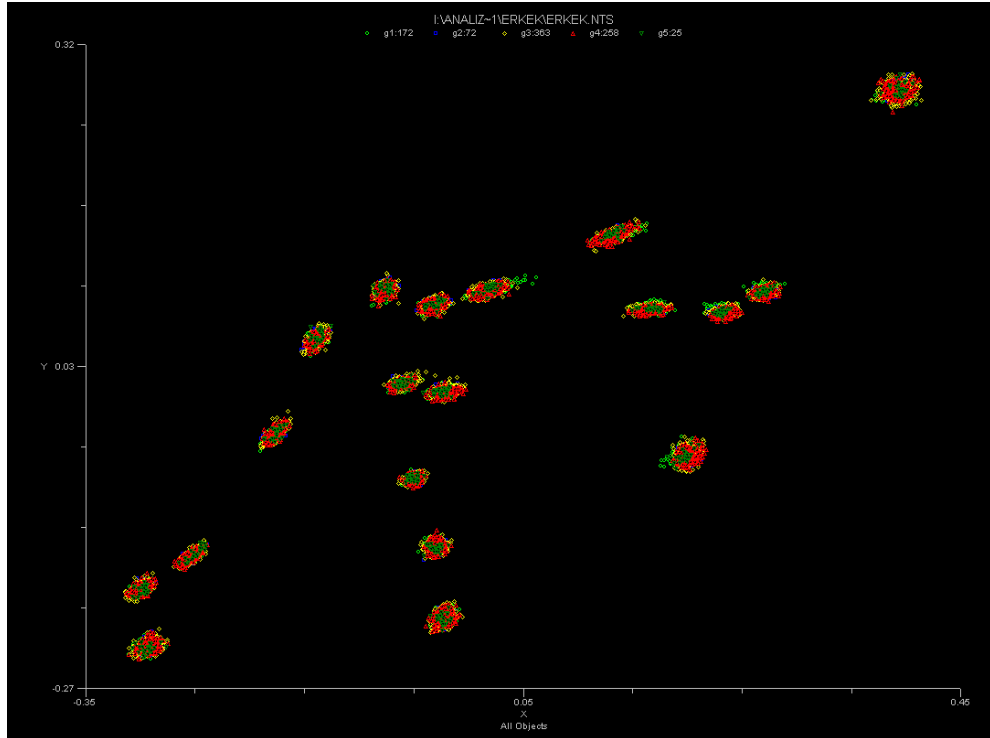
Şekil 4.22. İllere göre İşçi arı gruplarının SAHN kümeleme yöntemi kullanılarak benzerlik ağacında gösterimi.

4.2. Erkek Arılara İlişkin Bulgular

Erkek arılar üzerinde yapılan çalışmada toplam 890 kanat örneği analiz edilmiş ve iller bazında karşılaştırılmıştır. Kanat örneklerinden elde edilen veriler, Morpheus (Slice 2002) programı kullanılarak, Procrustes Analizi (Generalised Procrustes Analysis (GPA)) ile rotasyon, transformasyon ve skala etkilerinden kurtarılmış ve standardize edilmiştir (Şekil 4.23.) (Şekil 4.24.)



Şekil 4.23. Morpheus programında landmark noktalarının gruplara göre genel görünümü

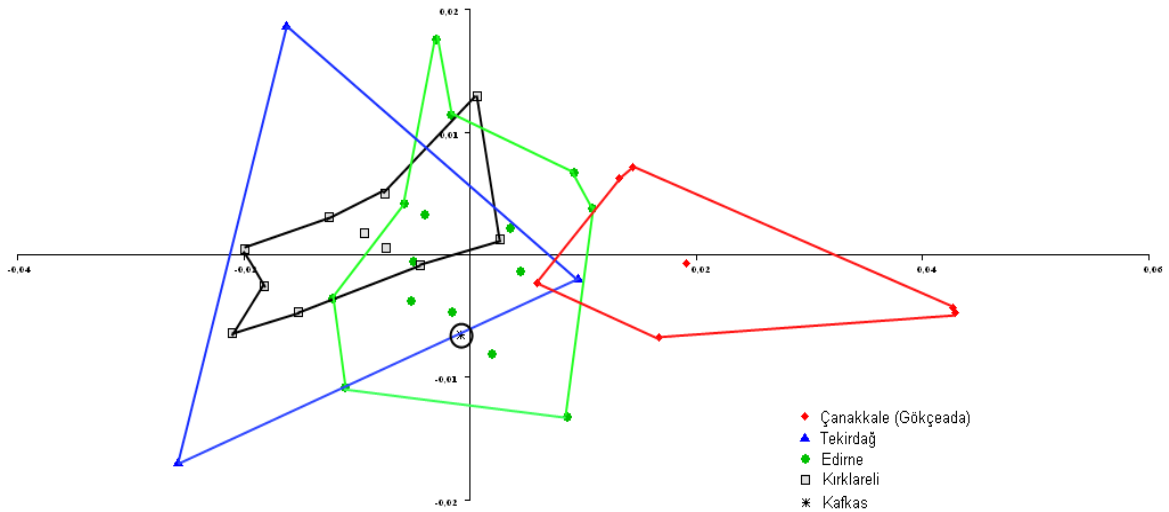


Şekil 4.24. Morpheus programında landmark noktalarının superimposition sonrası gruplara göre genel görünümü

Çalışmada bir sonraki aşamada incelenen 890 işçi arı kanat örneğine ait standardize edilmiş verilere Temel Öğeler Analizi (PCA) yapılarak grafik haline getirilmiştir. Analiz sonucunda ilk iki temel ögenin % 85,52 varyansı açıkladığı, özellikle ilk ögenin % 74,09 varyansı açıklaması nedeniyle temel belirleyici özellikte olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.6.)

Çizelge 4.6. Temel Öğeler Analizine (PCA) göre eksenlerin açıklanması

PCA	Eigen Değerleri	Yüzde Değerler	Eklemeli Yüzde Değerler
1	0.90428908	74.0973	74.0973
2	0.13947291	11.4284	85.5257
3	0.08999486	7.3742	92.8999
4	0.08665000	7.1001	100%



Şekil 4.25. Erkek arı kanat örneklerindeki 19 landmarkın meydana getirdiği biçim farklılıklarının ilk iki temel öge üzerindeki dağılımı (PCA Grafığı)

İşletmeler bazında yapmış olduğumuz Temel Öğeler Analizi sonucunda, Çanakkale (G. Ada), Kırklareli ve Kafkas (*A.m. caucasica*) gruplarının bir birinden ayrıldığı görülmüştür (Şekil 4.25.).

Gruplar arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığını belirlemek amacıyla MANOVA testi uygulanarak farklılıklar ortaya konmuştur (Çizelge 4.7.).

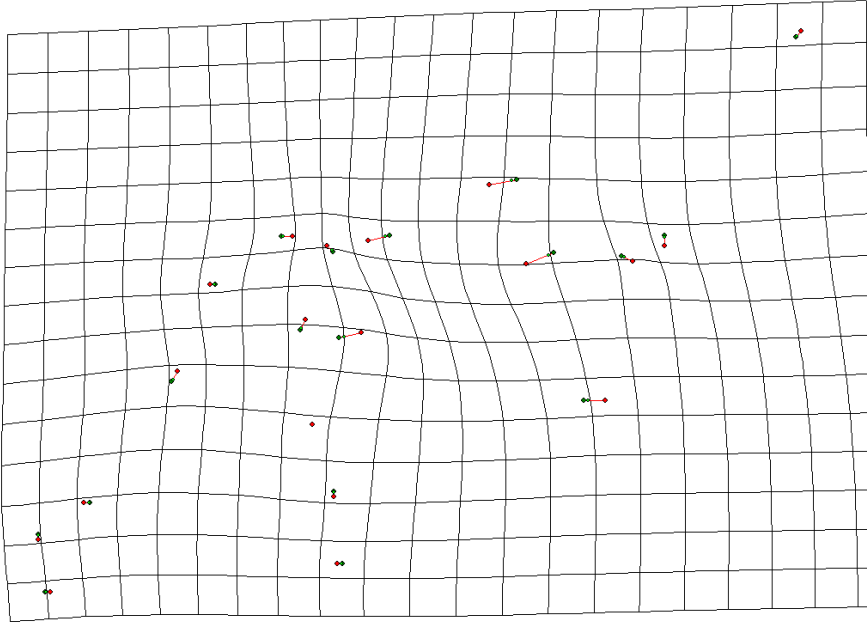
Çizelge 4.7. Erkek arı örnekleri için ikili karşılaştırma (MANOVA) sonuçları

Gruplar	Çanakkale (G.Ada)	Tekirdağ	Edirne	Kırklareli	Kafkas
Çanakkale (G.Ada)	-				
Tekirdağ	0,001**	-			
Edirne	0,001**	0,097	-		
Kırklareli	0,001**	0,108	0,055	-	
Kafkas	0,002**	0,006**	0,001**	0,001**	-

Çizelge incelendiğinde; Tekirdağ grubu ile Edirne grubu, Tekirdağ grubu ile Kırklareli grubu ve Kırklareli grubu ile Edirne grubu arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($P>0,05$). Bununla birlikte diğer gruplar arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir ($P<0,001$, $P<0,002$, $P<0,006$).

İl grupları arasında farklılıkların hangi landmarklardan kaynaklandığının belirlenmesi amacıyla İnce Tabaka Analizi (Thin Plate Spline (TPS)) yapılmıştır. Gruplar arasındaki farklılıklar grafikler (deformasyon gridleri) vasıtası ile ortaya konulmuştur (Şekil 4.26., 4.27., 4.28., 4.29., 4.30., 4.31., 4.32., 4.33., 4.34., 4.35.).

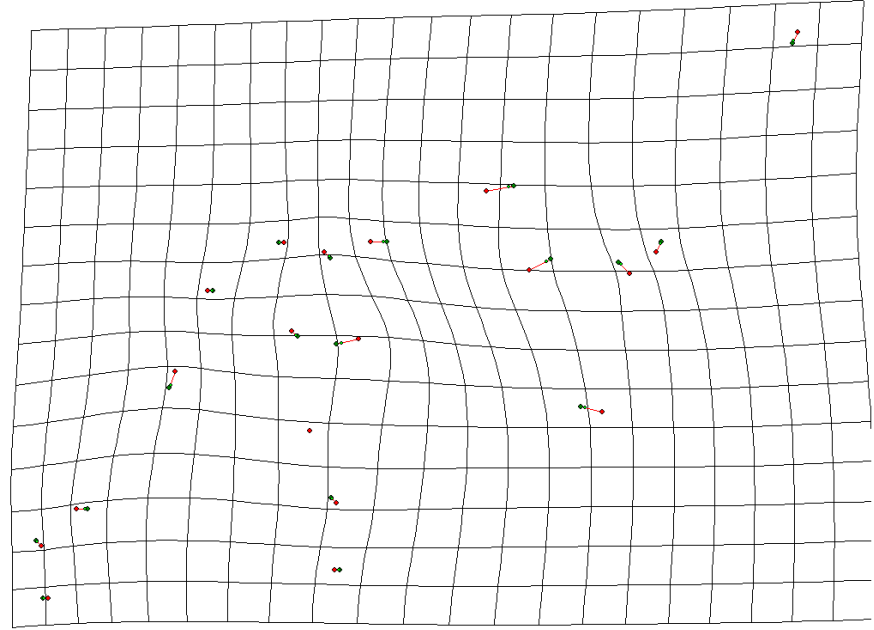
L:\ANALIZ-1\ERKEKERKEK.MDT
File Spline Plot



g1:172 -> g3:360 (x5.0)

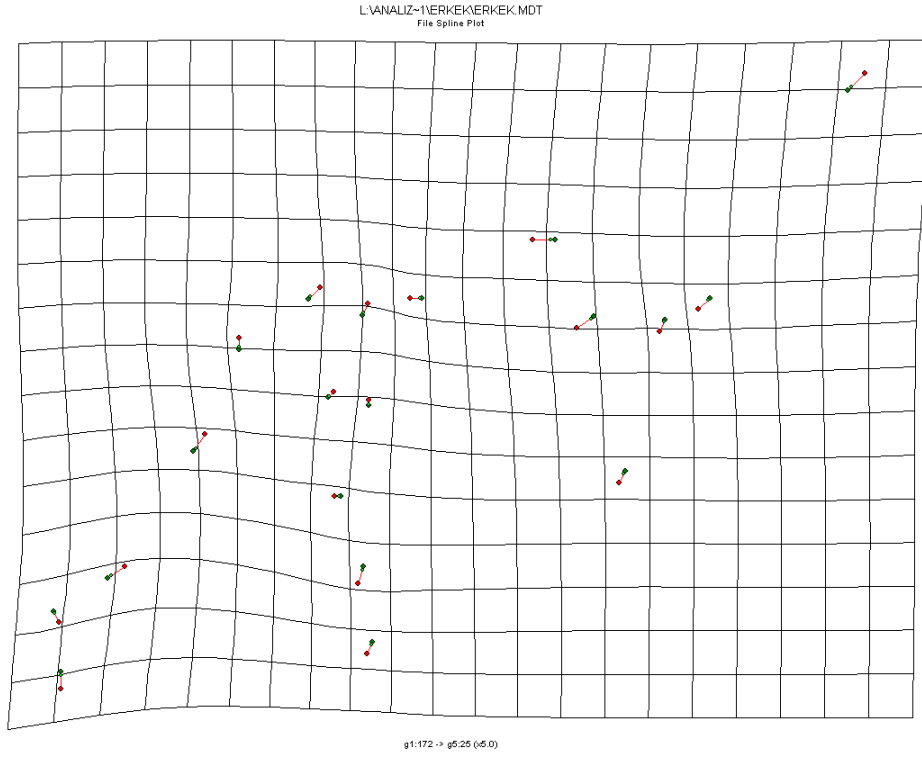
Şekil 4.26. Çanakkale Gökçada grubu ile Edirne grubunun ön kanat deformasyon gridlerinin ikili karşılaştırılması. (5 kat arttırılmıştır)

L:\ANALIZ-1\ERKEKERKEK.MDT
File Spline Plot

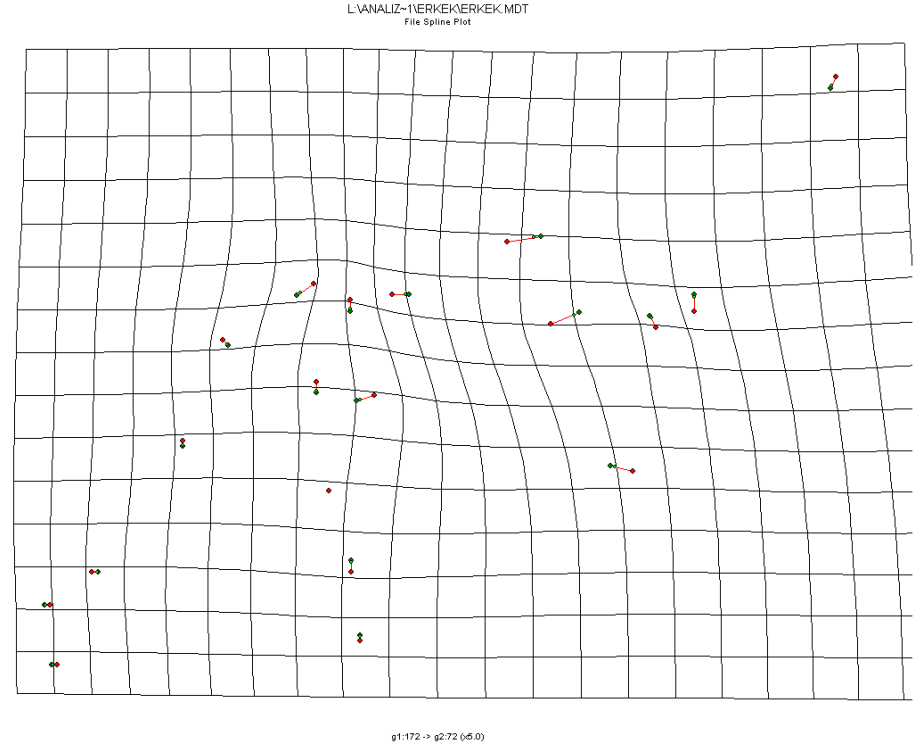


g1:172 -> g4:268 (x5.0)

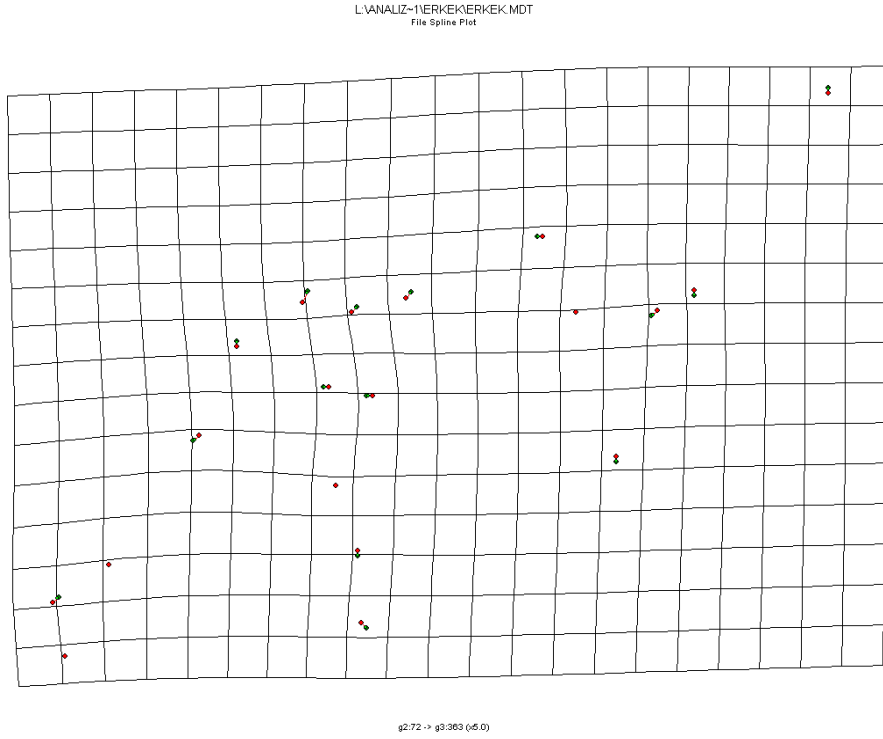
Şekil 4.27. Çanakkale Gökçada grubu ile Kırklareli grubunun ön kanat deformasyon gridlerinin ikili karşılaştırılması. (5 kat arttırılmıştır)



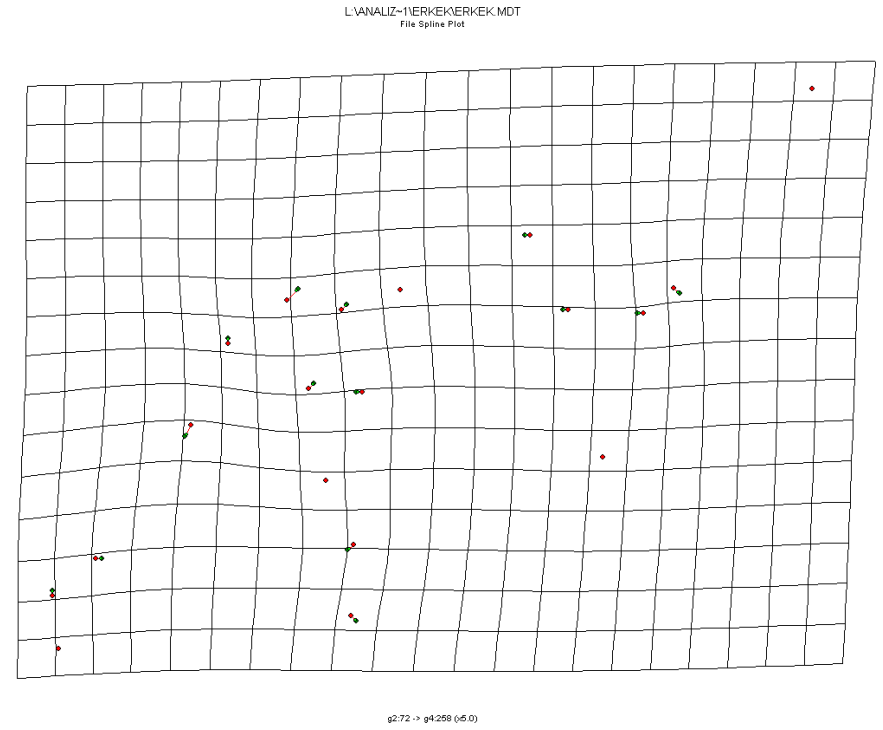
Şekil 4.28. Çanakkale Gökçeada grubu ile Kafkas grubunun ön kanat deformasyon gridlerinin ikili karşılaştırılması. (5 kat arttırılmıştır)



Şekil 4.29. Çanakkale Gökçeada grubu ile Tekirdağ grubunun ön kanat deformasyon gridlerinin ikili karşılaştırılması. (5 kat arttırılmıştır)

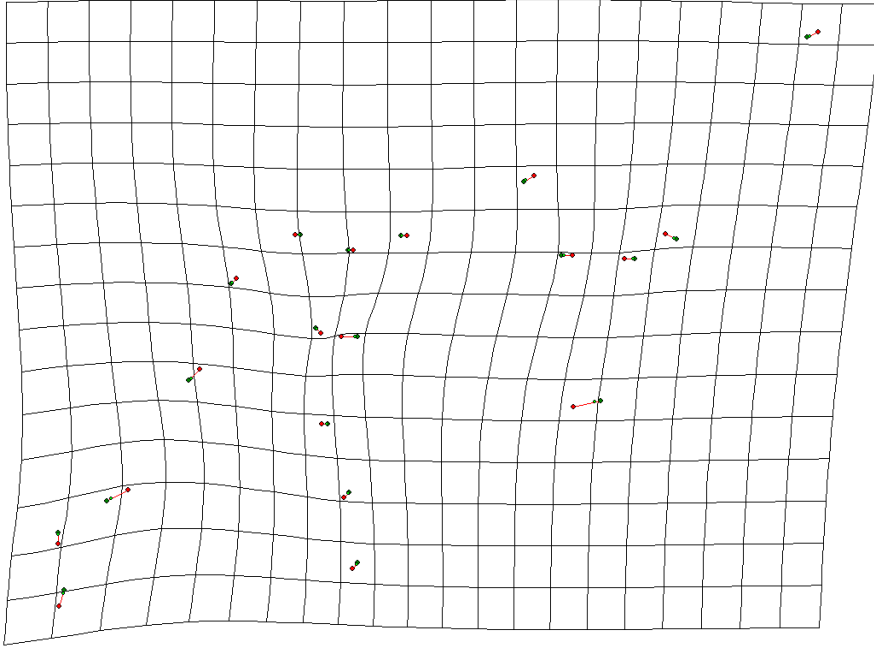


Şekil 4.30. Tekirdağ grubu ile Edirne grubunun ön kanat deformasyon gridlerinin ikili karşılaştırılması. (5 kat arttırılmıştır)



Şekil 4.31. Tekirdağ grubu ile Kırklareli grubunun ön kanat deformasyon gridlerinin ikili karşılaştırılması. (5 kat arttırılmıştır)

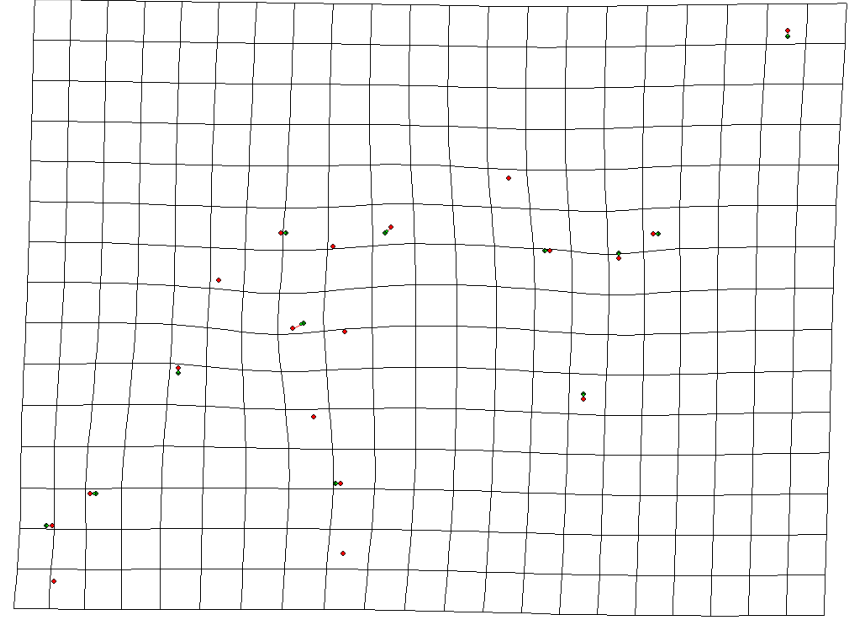
L:\ANALIZ-1\ERKEKERKEK.MDT
File Spline Plot



g2.72 -> g5.25 (x5.0)

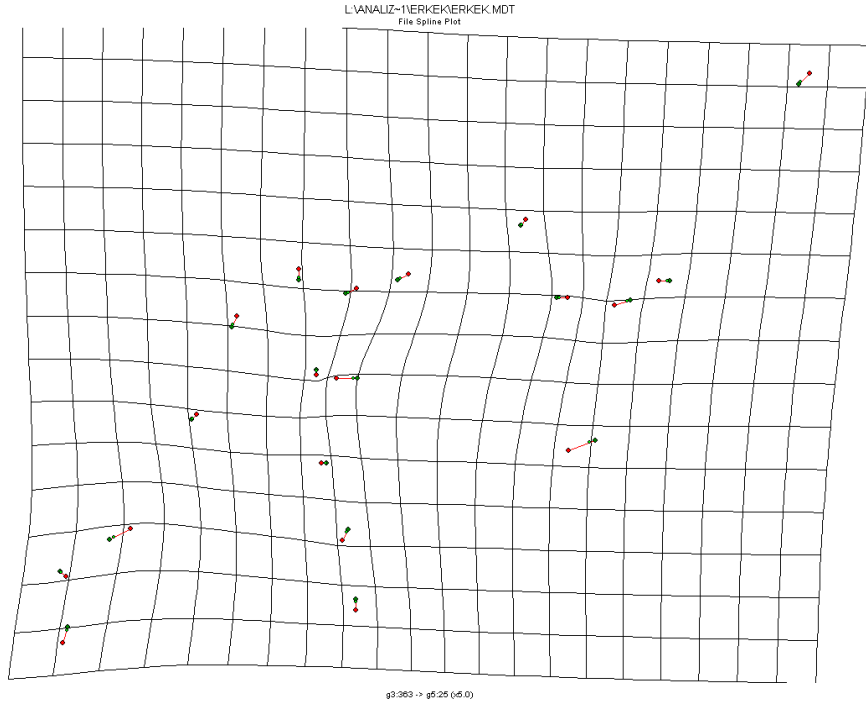
Şekil 4.32. Tekirdağ grubu ile Kafkas grubunun ön kanat deformasyon gridlerinin ikili karşılaştırılması. (5 kat arttırılmıştır)

L:\ANALIZ-1\ERKEKERKEK.MDT
File Spline Plot

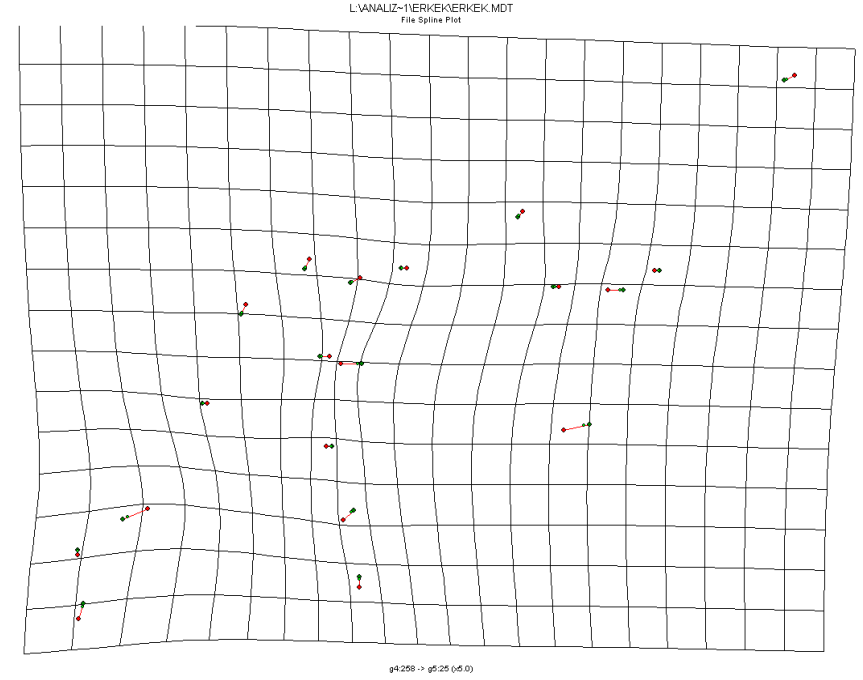


g3.263 -> g4.256 (x5.0)

Şekil 4.33. Edirne grubu ile Kırklareli grubunun ön kanat deformasyon gridlerinin ikili karşılaştırılması. (5 kat arttırılmıştır)



Şekil 4.34. Edirne grubu ile Kafkas grubunun ön kanat deformasyon gridlerinin ikili karşılaştırılması. (5 kat arttırılmıştır)



Şekil 4.35. Kırklareli grubu ile Kafkas grubunun ön kanat deformasyon gridlerinin ikili karşılaştırılması. (5 kat arttırılmıştır)

Guruplar arasındaki farklılığa etki eden landmarkların hangilerinin olduğunu tespit için deformasyon gridleri incelendiğinde;

- Çanakkale (G.Ada) grubu ile Tekirdağ grubu arasındaki varyasyona en çok etki eden landmarkların 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ve 10 numaralı landmarklar olduğu,
- Çanakkale (G.Ada) grubu ile Edirne grubu arasındaki varyasyona en çok etki eden landmarkların 3, 4, 5, 6 ve 10 numaralı landmarklar olduğu,
- Çanakkale (G.Ada) grubu ile Kırklareli grubu arasındaki varyasyona en çok etki eden landmarkların 2, 3, 4, 5, 6 ve 10 numaralı landmarklar olduğu,
- Çanakkale (G.Ada) grubu ile Kafkas grubu arasındaki varyasyona en çok etki eden landmarkların 1, 3, 4, 7, 15 ve 19 numaralı landmarklar olduğu,
- Tekirdağ grubu ile Edirne grubu arasındaki varyasyona en çok etki eden landmarkların 2, 3, 6, 7, 8 ve 15 numaralı landmarklar olduğu görülmekle birlikte, bu farklılık istatistiksel olarak anlamlı değildir.
- Tekirdağ grubu ile Kırklareli grubu arasındaki varyasyona en çok etki eden landmarkların 1, 3, 4, 7, 9 ve 15 numaralı landmarklar olduğu görülmekle birlikte, bu farklılık istatistiksel olarak anlamlı değildir.
- Tekirdağ grubu ile Kafkas grubu arasındaki varyasyona en çok etki eden landmarkların 1, 3, 5, 10, 15, 16 ve 18 numaralı landmarklar olduğu,
- Edirne grubu ile Kırklareli grubu arasındaki varyasyona en çok etki eden landmarkların 2, 4, 6, 9 ve 19 numaralı landmarklar olduğu görülmekle birlikte, bu farklılık istatistiksel olarak anlamlı değildir.
- Edirne grubu ile Kafkas grubu arasındaki varyasyona en çok etki eden landmarkların 2, 5, 10, 16, 18 ve 19 numaralı landmarklar olduğu,
- Kırklareli grubu ile Kafkas grubu arasındaki varyasyona en çok etki eden landmarkların 2, 5, 10, 16 ve 18 numaralı landmarklar olduğu görülmüştür.

Her bir landmarkın relative katkısını görebilmek için TPSrelw (Rohlf 2005c) programı kullanılarak analiz edilmiştir.

Çizelge 4.8. Erkek arı kanat örneklerinde 19 landmarkın relative katkısı

LM No	SS		LM No	SS
1	0.05737		11	0.04879
2	0.12665		12	0.05410
3	0.00978		13	0.01201
4	0.04144		14	0.02922
5	0.00137		15	0.01278
6	0.05613		16	0.02442
7	0.08154		17	0.04041
8	0.18907		18	0.01184
9	0.11242		19	0.00032
10	0.09034			

Erkek arı kanat örneklerinden elde edilen 19 landmark noktasının relative katkıları için TPSrelw programının analiz çıktıları incelendiğinde en yüksek katkının sırası ile 8, 2 ve 9 numaralı landmarklardan, en düşük katkının ise 19 numaralı landmarktan kaynaklandığı görülmektedir (Çizelge 4.8.).

Ön kanatların landmark varyanslarına bakıldığında en yüksek varyansın ($S^2=0.00009402$) değeri ile 3 numaralı landmarktan kaynaklandığı ve bunu sırası ile ($S^2=0.00008531$) değeri ile 6 numaralı landmark ile ($S^2=0.00008474$) değeri ile 19 numaralı landmarkın takip ettiği görülmüştür. En düşük varyans değerine sahip landmark ise ($S^2=0.00002332$) değeri ile 11 numaralı landmark olduğu görülmüştür (Çizelge 4.9.).

Çizelge 4.9. Erkek arı kanat örneklerinde 19 landmarkın varyansları

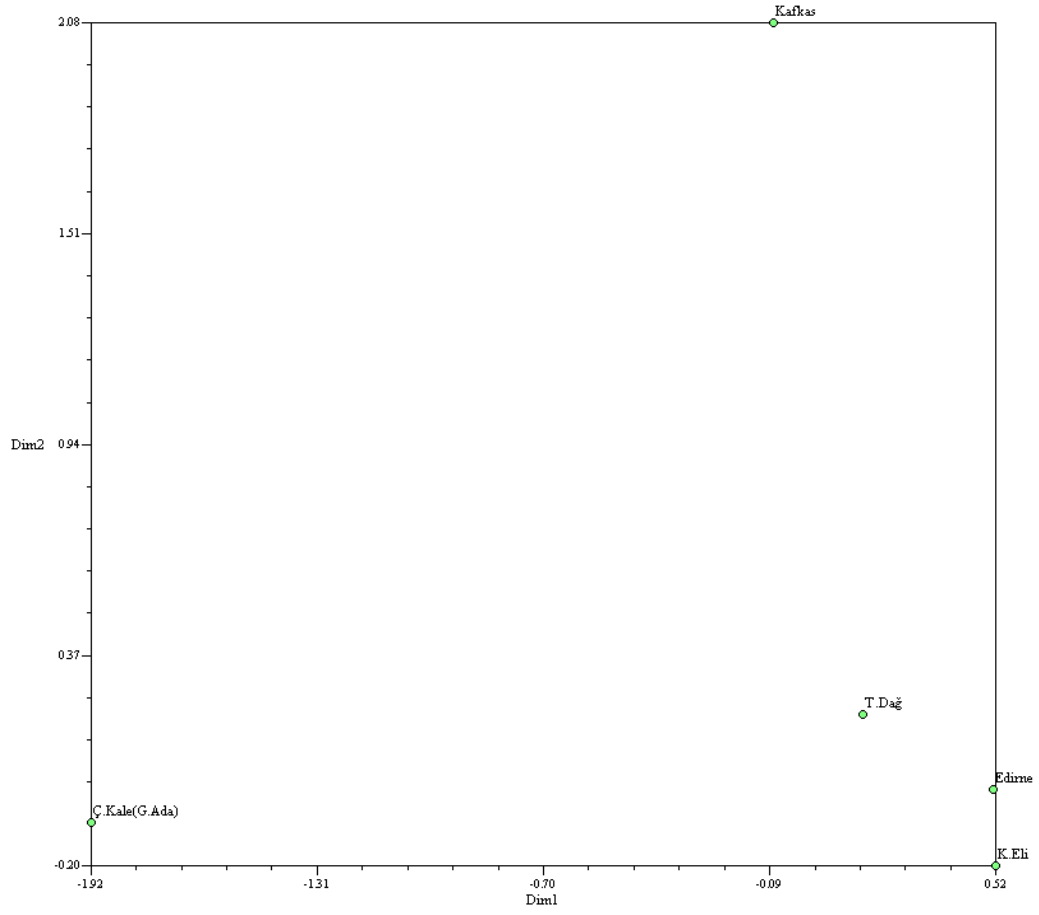
LM No	S^2_x	S^2_y	S^2	LM No	S^2_x	S^2_y	S^2
1	0.00002654	0.00000962	0.00003617	11	0.00001568	0.00000764	0.00002332
2	0.00003240	0.00000761	0.00004001	12	0.00002257	0.00001356	0.00003613
3	0.00007911	0.00001491	0.00009402	13	0.00002615	0.00002372	0.00004987
4	0.00005589	0.00000573	0.00006162	14	0.00002145	0.00002279	0.00004424
5	0.00003925	0.00002652	0.00006576	15	0.00002370	0.00002393	0.00004763
6	0.00007246	0.00001285	0.00008531	16	0.00002456	0.00001584	0.00004039
7	0.00001999	0.00001686	0.00003685	17	0.00002356	0.00001535	0.00003891
8	0.00002941	0.00001261	0.00004203	18	0.00003506	0.00001653	0.00005159
9	0.00003074	0.00000838	0.00003912	19	0.00005418	0.00003055	0.00008474
10	0.00004066	0.00000890	0.00004956				

Erkek arı kanat örneklerinde Partial Least Square Analizi (PLS) sonucunda her bir eksen tarafından açıklanan kovaryans değerleri incelendiğinde ilk on eksen varyansın %75,73'ünün açıklandığı, toplam varyansın ise 34 eksenle açıklandığı görülmektedir (Çizelge 4.10.).

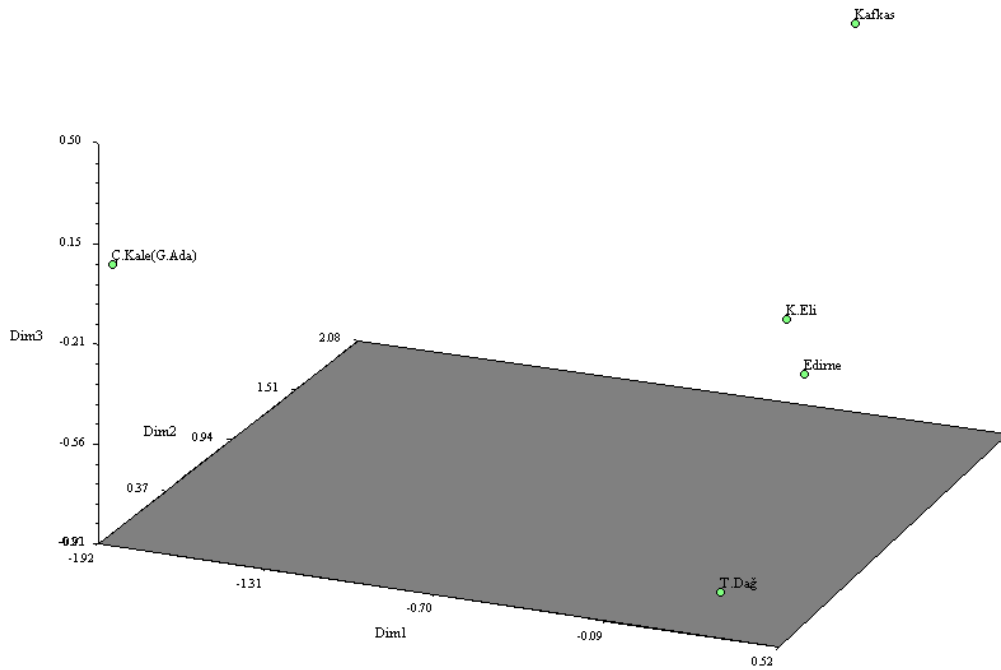
Çizelge 4.10. Erkek arı kanatlarındaki 19 landmarkın tekil değerleri ve relative warpların % açıklamaları

No.	SV	%	Cum %	No.	SV	%	Cum %
1	0.37108	16.01%	16.01%	18	0.10376	1.25%	92.83%
2	0.33161	12.79%	28.80%	19	0.09888	1.14%	93.96%
3	0.28136	9.21%	38.01%	20	0.09450	1.04%	95.00%
4	0.26220	8.00%	46.00%	21	0.08792	0.90%	95.90%
5	0.23054	6.18%	52.19%	22	0.08071	0.76%	96.66%
6	0.22460	5.87%	58.05%	23	0.07070	0.58%	97.24%
7	0.21320	5.29%	63.34%	24	0.06892	0.55%	97.79%
8	0.20180	4.74%	68.07%	25	0.06346	0.47%	98.26%
9	0.18328	3.91%	71.98%	26	0.05964	0.41%	98.68%
10	0.17966	3.75%	75.73%	27	0.05385	0.34%	99.01%
11	0.16559	3.19%	78.92%	28	0.04293	0.21%	99.23%
12	0.16156	3.04%	81.96%	29	0.04201	0.21%	99.43%
13	0.15287	2.72%	84.68%	30	0.03811	0.17%	99.60%
14	0.13707	2.18%	86.86%	31	0.03358	0.13%	99.73%
15	0.12497	1.82%	88.68%	32	0.03314	0.13%	99.86%
16	0.11822	1.63%	90.30%	33	0.02565	0.08%	99.94%
17	0.10464	1.27%	91.58%	34	0.02331	0.06%	100.00%

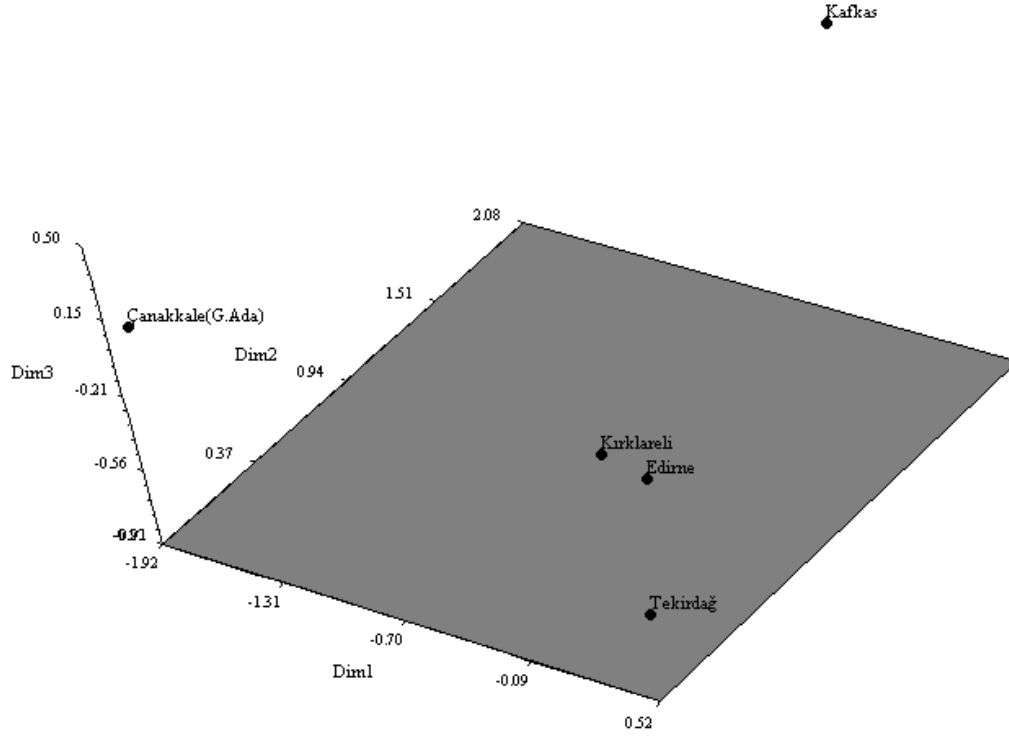
Gruplar veya setler arasındaki ortaya konulan (MANOVA ve TPS) farklılıkların örnek uzayındaki dağılımını görmek amacıyla yapılan Kanonik Varyans Analizi (CANOVAR) sonucunda dağılımlar iki ve üç boyutlu grafikler ile gösterilmiştir (Şekil 4.36.), (Şekil 4.37.a), (Şekil 4.37.b.).



Şekil 4.36. CANOVAR analizi sonrası erkek arı örnek gruplarının iki boyutlu düzlemdeki dağılımı



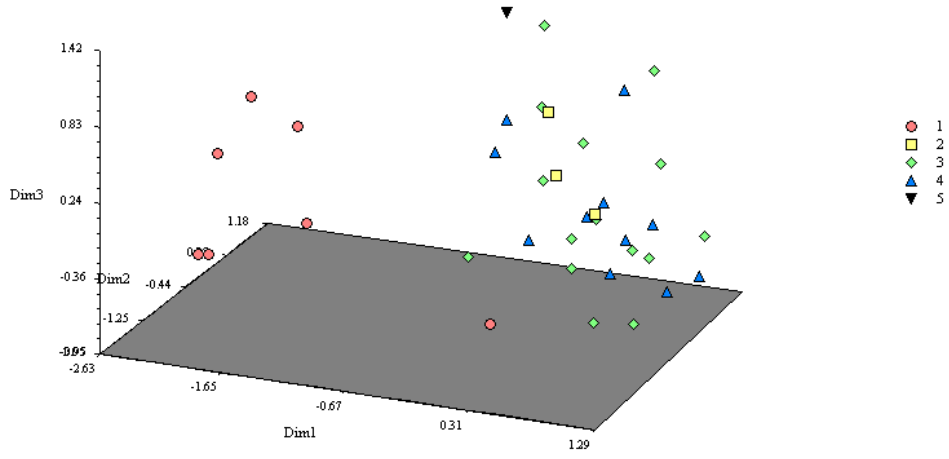
Şekil 4.37.a. CANOVAR analizi sonrası grupların üç boyutlu düzlemde dağılımı



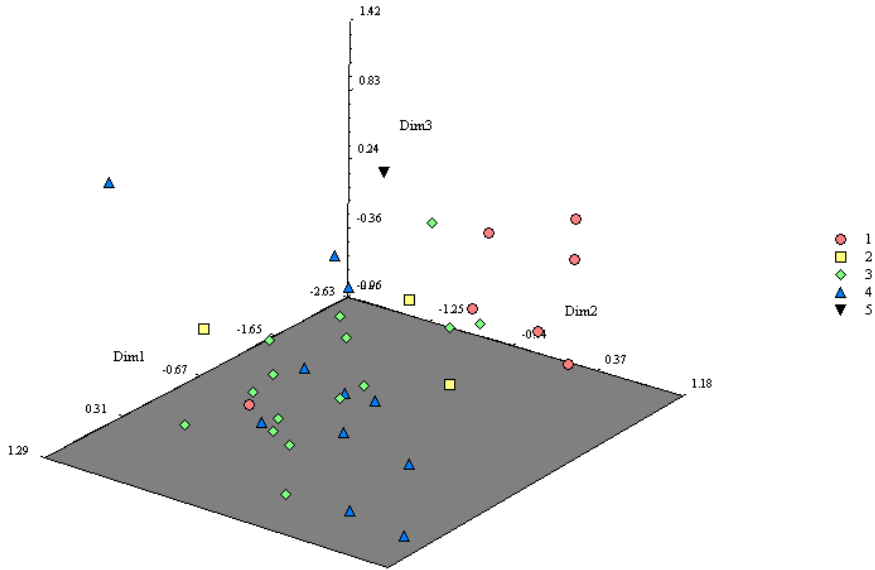
Şekil 4.37.b. CANOVAR analizi sonrası grupların üç boyutlu düzlemde dağılımı

CANOVAR analizi sonuçlarının iki ve üç boyutlu grafiklerine baktığımızda özellikle Kafkas ve Çanakkale (Gökçeada) grupları gerek iki boyutlu, gerekse üç boyutlu grafiklerde diğer gruplardan oldukça ayrı bölgelerde bulunmaktadır. Kırklareli, Edirne ve Tekirdağ gruplarının gerek iki boyutlu gerekse üç boyutlu grafikte bir birlerine yakın konumda oldukları görülmektedir. Yapılan MANOVA test sonuçlarına baktığımızda da Tekirdağ grubu ile Edirne grubu, Tekirdağ grubu ile Kırklareli grubu ve Kırklareli grubu ile Edirne grubu arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($P>0,05$).

CANOVAR analizinin grafik sonuçlarına, tüm bireylerin dağılımı bazında baktığımızda, grup dağılımına (Şekil 4.36.), (Şekil 4.37.a), (Şekil 4.37.b.) benzer bir dağılımın olduğu görülmektedir. (Şekil 4.38.a.) (Şekil 4.38.b.).

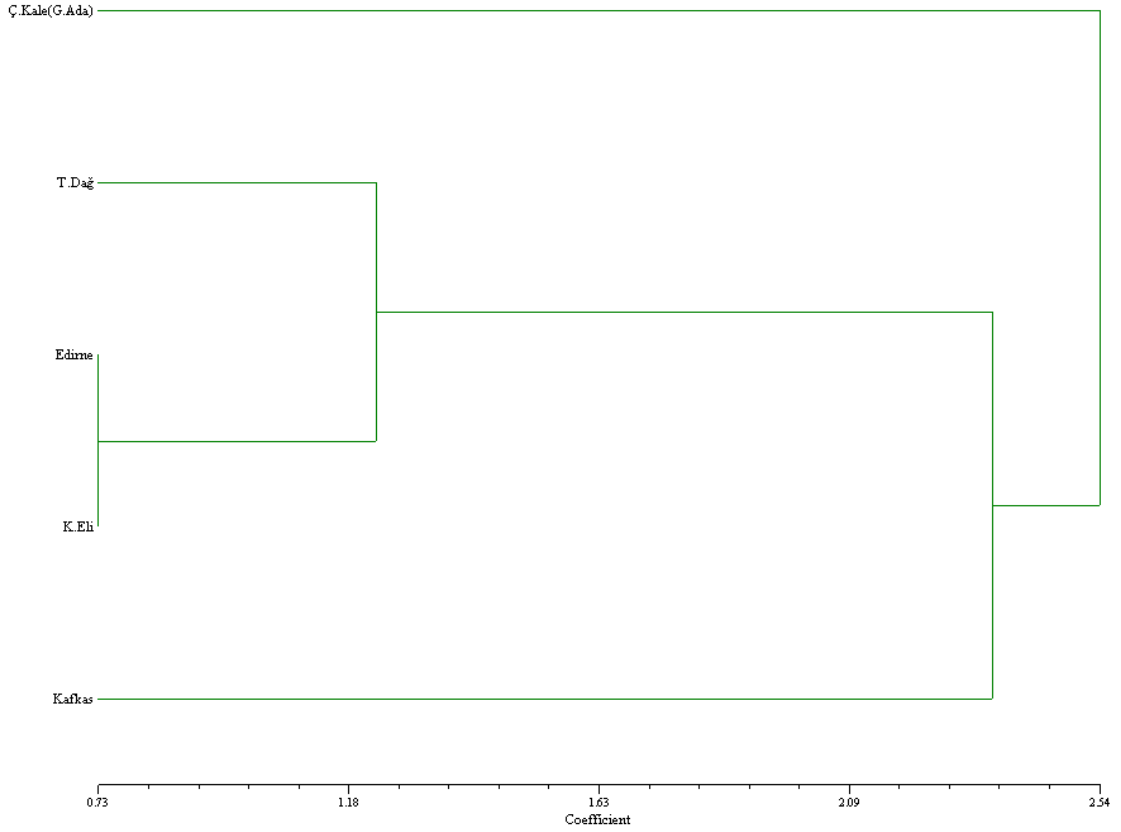


Şekil 4.38.a. CANOVAR analizi sonrası erkek arı örneklerinin işletmeler bazında üç boyutlu dağılımı



Şekil 4.38.b. CANOVAR analizi sonrası erkek arı örneklerinin işletmeler bazında üç boyutlu dağılımı

Her il gurubu için tespit edilen ortalama değerler euclit mesafesi kullanılarak SAHN kümeleme yöntemi ile gruplandırılmış ve sonuçlar Ağırlıklı Olmayan ift Grup Ortalamaları Analizi (UPGMA) kullanılarak bir ağaç üzerinde özetlenmiştir. Bu grafikte Çanakkale (G.Ada) ve Kafkas grupları ayrı kümelenme göstermiştir. Kırklareli ve Edirne grubu büyük benzerlik gösterirken, Tekirdağ grubu, Edirne ve Kırklareli gruplarına benzerlik göstermiştir (şekil 4.39.).



şekil 4.39. Erkek arı kanat rneklelerinin SAHN kümeleme yöntemi kullanılarak benzerlik ağacında gösterimi.

5. TARTIŞMA

Bu araştırmada, Trakya Bölgesindeki bal arıları (*Apis mellifera* L.) geometrik morfometrik yöntem kullanılarak incelenmiştir. Bu amaçla erkek ve işçi arılardaki sağ ön kanat örnekleri il bazında gruplandırılarak kullanılmıştır. Ülkemizde bal arılarının (*Apis mellifera* L.) ırk ve ekotip özelliklerinin belirlenmesinde morfometrik çalışmaların yoğun bir şekilde, gerek bölgeler gerekse ülke düzeyinde işçi arılar üzerinde yapıldığı literatür çalışmalarına bakıldığında görülmektedir. Çalışmamızda diğer araştırmalardan farklı olarak erkek arı örnekleri de kullanılmış ve sonuçlar değerlendirilmiştir.

İşçi ve erkek bireylere ait örnekler Temel Öğeler Analizi (PCA) yapmak amacıyla işletmelere göre gruplandırılmıştır. Yapılan Temel Öğeler Analizi (PCA) sonucunda, işletmeler bazında Çanakkale (G.Ada), Kırklareli ve Kafkas (*A.m. caucasica*) gruplarının bir birinden ayrıldığı görülmüştür.

MANOVA analizi sonucunda ise işçi bireylerde ve erkek bireylerde gruplar arasındaki farklılıklar daha iyi gözlemlenmiştir. İşçi arılarda yapılan MANOVA analizi sonucunda kontrol grubu (Kafkas) ve iller bazında bütün gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($P<0,001$ ve $P<0,002$). Erkek bireylerde ise, Çanakkale (G.Ada) ve Kafkas (*A.m. caucasica*) grubunun tüm gruplardan farklı olduğu ($P<0,001$, $P<0,002$, $P<0,006$), bununla birlikte Edirne, Tekirdağ ve Kırklareli grupları arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmüştür ($P>0,05$).

Bulunan Farklılıkların hangi landmarklardan kaynaklandığının belirlenmesi amacıyla İnce Tabaka Analizi (Thin Plate Spline (TPS)) yapılmıştır. Bu farklılıkların daha iyi gözlenebilmesi amacı ile deformasyonlar 5 kat artırılmıştır. Her il ve kontrol (Kafkas) grubu bir birleri ile ikili gruplar halinde ayrı ayrı karşılaştırılarak grafikler (deformasyon gridleri) halinde gösterilmiştir. Bununla birlikte işçi ve erkek bireylere ait kanat yapılarında belirgin deformasyonların oluştuğu gözlenmiştir. Bu deformasyonlar, 19 landmarkın toplam varyasyonda relative katkılarına göre bakıldığında, işçi bireylerde 2, 7 ve 8 nolu, erkek bireylerde ise 2, 8 ve 9 nolu landmarkların biçimsel farklılıklarından kaynaklanmaktadır ($P<0,01$).

CANOVAR analizi sonucunda, işçi bireylerin kendi arasındaki ve erkek bireylerin kendi arasındaki farklılıklar daha iyi gözlemlenmiştir. İşçi bireylerin iki ve üç boyutlu örnek uzayındaki dağılımlarına baktığımızda, Edirne ve Kırklareli ile Tekirdağ ve İstanbul grupları bir birlerine yakın olmakla birlikte aralarındaki fark istatistiksel olarak önemli çıkmıştır ($P<0,001$, $P<0,002$). Özellikle Çanakkale (Gökçeada) grubu diğer gruplardan tamamen

ayrılmıştır ($P<0,001$). Ada arısının coğrafik konumu nedeniyle bölgeden tamamen izole olması ve adaya arı giriş - çıkışının kontrol altında olması, yıllar bazında bu grubun bölgenin diğer gruplarından farklılaşmasına neden olmuş olabilir. Özellikle kontrol grubu olarak kullandığımız Kafkas (*A.m. caucasica*) grubu, diğer gruplara göre son derece farklı bir bölgede (eksende) kümelenmiştir. Kafkas (*A.m. caucasica*) grubunun ayrı bir ırk olması nedeniyle farklı bir eksende kümelenmesi beklenen bir sonuç olmuştur.

Bir çok çalışmada Trakya Bölgesi bal arıları Türkiye’de yayılım gösteren diğer bal arısı ırk veya ekotipleri ile karşılaştırılırken tek bir grup olarak ele alınmıştır (Kaftanoğlu ve ark. 1993, Güler ve Kaftanoğlu 1998, Kandemir 1999, Kandemir ve ark. 2000, Çınar 2006, Kekeçoğlu 2007 ve Güler ve ark. 2010). Bu çalışma sonuçlarında tek bir grup olarak ele alınan Trakya Bölgesi bal arılarının diğer gruplardan ayrıldığı bildirilmiştir. Çalışmamız sonuçlarına göre ise Trakya Bölgesi bal arılarının morfometrik olarak genetik varyasyon gösterdiği görülmüştür. Bölgede son zamanlarda göçer arıcılığın ve ticari faktörlerin (kontROLSÜZ ana arı girişi ve koloni alım satımı) artmasının bu duruma neden olduğu söylenebilir.

Bununla birlikte, Ruttner (1988) yaptığı çalışmada Trakya bal arılarını *A.m. anatoliaca* olarak tanımlarken, Kandemir (1999) yaptığı çalışmasında Trakya bal arılarının Anadolu arılarından ayrıldığını bildirmiştir. Güler ve ark. (2010) önceki çalışmalarda Trakya arısının, *A.m.carnica* olduğunun bildirilmesine rağmen, bölge ekolojisinin farklılığına bağlı oluşum kazanmış *A m carnica* ırkının bir coğrafi ekotipi olduğu sonucuna varmışlardır. Özkan ve ark. (2010) çalışmalarındaki MANOVA testi ve Pairwise testi sonuçlarına göre tüm gruplar arasındaki farklılıkları istatistiksel olarak anlamlı bulmuşlardır ($P<0,001$). Söz konusu çalışma, Yunanistan adalarından toplanan örnekler çıkarılarak yeniden yapıldığında Trakya grubu yine farklılık gösterirken ($P<0,001$), Bulgaristan ve Yunanistan gruplarının bir birinden farklı olmadığı sonucuna ulaşmışlardır ($P<0,05$). Tüm bu tartışmalar ve sonuçlara göre Trakya Bölgesi bal arılarındaki çalışmaların artırılarak bölge içi varyasyonun ve genetik yapıların (ırk ve ekotip) ortaya konması gerekmektedir.

Erkek bireylerin iki ve üç boyutlu örnek uzayındaki dağılımlarına baktığımızda, Kafkas (*A.m. caucasica*) ve Çanakkale (Gökçeada) gruplarının işçi bireylere benzer şekilde diğer gruplardan ayrı eksenlerde kümelenildiği görülmektedir. İşçi arılar için öne sürmüş olduğumuz gerekçelerin Kafkas (*A.m. caucasica*) ve Çanakkale (G.Ada) erkek bireyleri için de geçerli olduğunu söyleyebiliriz. Bu durum erkek bireylerin sistematik çalışmalarda ırkların belirlenmesinde sağlıklı bir şekilde kullanılabileceğini göstermektedir. Benzer şekilde İnfantidis (1979) Yunanistan’da farklı bölgelerdeki erkek arıları incelediği çalışmasında,

kübital indeks değerlerinde farklılıklar belirlemiş ve işçi arılarda olduğu gibi erkek arılarda da kubital indeks değerinin kuzeyden güneye inildikçe azaldığını saptamıştır. Ayrıca erkek arılar ile yaptığı çalışmanın sonuçlarının Yunanistan arısının iki ayrı ekotipi olduğu görüşünü doğruladığını belirtmiştir.

İşçi arılardan farklı olarak erkek bireylerde, Edirne, Kırklareli ve Tekirdağ grupları bir birlerine yakın eksende gruplanmışlar ve aralarındaki farklılık istatistiki olarak önemsiz çıkmıştır ($P>0,05$). Erkek bireylerin kolonideki görevlerinin sadece üreme faaliyetleri ile sınırlı olması, işçi arılara nazaran kanatların çevreden ve çevresel faktörlerden daha az etkilenmiş olması, aynı ırkın ekotipi içerisindeki bireylerin kanatları üzerindeki farklılaşmanın (varyasyonun) az olmasına neden olduğu söylenebilir.

Yukarıda yapmış olduğumuz tartışmalar ve çalışmamız sonucu elde ettiğimiz bulgulara göre Trakya Bölgesi arasının Kafkas (*A.m. caucasica*) ırkından ayrıldığı, fakat kendi içerisinde de genetik varyasyonlar gösterdiği görülmektedir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

“Trakya Bölgesi Balarısında (*Apis mellifera L.*) Geometrik Morfometrik Çalışmalar” başlıklı araştırmamızın sonucunda, Trakya Bölgesi bal arısının morfometrik olarak genetik varyasyon gösterdiği görülmüştür. Bölgede son zamanlarda göçer arıcılığın ve ticari faktörlerin (kontrolsüz ana arı ticareti ve koloni alım satımı) artmasının bu duruma neden olduğu söylenebilir.

Son yıllarda gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde bir çok hayvan tür ve ırklarının yok olması veya yok olma tehdidi altında olması üzerine FAO, UNEP ve EAAP tarafından yoğun çalışmalar başlatılmıştır. EAAP tarafından 1980 yılında oluşturulan bir uzmanlar topluluğu konu üzerinde incelemeler yapmış ve elde edilen sonuçlar bir rapor halinde yayınlanmıştır (Ertuğrul ve Aşkın 1988). Konu ile ilgili diğer bilimsel çalışmalarda hayvan tür ve ırklarını korumak için öne sürülen gerekçeler üç ana başlık altında toplanmıştır (Maijala ve ark.1984, Maijala 1986).

1. Ekonomik-Biyolojik: Geçmişte yaşandığı gibi, hayvanların bazı önemsiz verim özellikleri zamanla değer kazanabilir. Ayrıca gen kaynağı olarak ırkların elde tutulmaları gereklidir.
2. Bilimsel: Eğitim materyali ve bilimsel araştırmalar için hayvan tür ve ırklarının korunması gerekmektedir.
3. Kültürel-Tarihsel: Binlerce yıldan beri evrimsel süreçte bölgelere adapte olmuş ırklar, o bölge kültürünün ve geleneğinin bir parçası olarak kabul edilmeli ve korunmalıdır.

Bu temel görüşler çerçevesinde çalışmamızı ele aldığımızda, Trakya Bölgesine özgü bal arısı ırk ve ekotiplerine sahip çıkılarak gen kaynağı olarak korunması ve ıslahı çalışmaları büyük önem taşımaktadır.

Gelecekte gerçekleşmesi beklenen koşullarda en ekonomik verimi sağlayacak genotiplerin elde edilmesi ve yetiştirilmesi ıslahın başlıca amaçlarındandır. Ancak bilinçli tüketicilerin tercihleri nedeniyle gelecekte hangi verim özelliklerinin ve dolayısıyla bu günkü mevcut genotiplerin hangilerinin değerli olacağını tahmin etmek çok zordur. Bu nedenle pratik ıslah çalışmalarını, gelecekteki koşullardan çok, bu günkü mevcut şartlar belirlemektedir. Dolayısı ile söz konusu koşullarda ekonomik düzeyde verime sahip olmadığı ileri sürülen genotipler ortadan kalkma tehlikesi ile karşı karşıya bulunmaktadır. Bu nedenle yok olma tehlikesi ile karşı karşıya olan bölgeye özgü genotiplere sahip çıkılarak gen kaynağı olarak koruma ve ıslah çalışmalarına hız verilmelidir. Çalışmamızın bu çerçevede ileride yapılacak veya yapılmasını düşündüğümüz araştırmalara ışık tutacağını düşünüyoruz.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Adam Br (1983). In search of the best strains of bees. Dadant Sons, Hamilton, Illinois.
- Adams DC, Rohlf FJ, Slice DE (2004). Geometric morphometrics: Ten years of Progress Following the “Revolution”. Italian Journal of Zoology, 71:5-16.
- Alpatov WW (1929). Biometrical studies on variation and races of the honeybee *Apis mellifera*. Rev. Biol. 4:1-58.
- Anonim (2009). Visual Dictionary Online. (http://visual.merriam-webster.com/animal-kingdom/insects-arachnids/honeybee/morphology-honeybee-worker_1.php) (Erişim Tarihi, 26.01.2009).
- Aytekin AM, Terzo M, Rasmont P, Çağatay N (2007). Landmark based geometric morphometric analysis of wing shape in *Sibiricobombus Vogt* (Hymenoptera: Apidae). Annales de la Societe Entomologique de France. 43(1):95-102.
- Bastir M ve Rosas A (2006). Correlated variation between the lateral basicranium and the face: A geometric morphometric study in different human groups. Archives of Oral Biology, 51: 814–824.
- Bodenheimer FS (1941). Studies on the honeybee and beekeeping in Turkey. Merkez Ziraat Mücadele Enstitüsü, Ankara.
- Bookstein FL (1991). Morphometric tools for landmark data. Cambridge University Press, 435pp.
- Bruner E, Costantini D, Fanfani A, Dell’Omo G (2005). Morphological variation and sexual dimorphism of the cephalic scales in *Lacerta bilineata*. Acta Zoologica, 86: 245–254.
- Buttel-Reepen H (1906). *Apistica*. Beiträge zur Systematic, Biologie, sowie zur geschichtlichen und Geographischen Verbreitung der Honigbiene (*Apis mellifera* L), ihrer Varietaten und der übrigen *Apis*-Arten. Veroff Zool Mus Berlin 118-120.
- Cardini A, O’Higgins P (2005). Post-natal ontogeny of the mandible and ventral cranium in *Marmota* species (Rodentia, Sciuridae): allometry and phylogeny. Zoomorphology, 124: 189–203.
- Cengiz E (2006). Van Gölü Havzası Bal Arısı (*Apis mellifera* L.) Genotiplerinin Morfolojik Özelliklerinin Belirlenmesi ve Van Ekolojik Koşullarında Kafkas Arısı (*A.m.caucasica*) ile Performanslarının Karşılaştırılması, Doktora Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van

- Claude J, Pritchard P, Tong H, Paradis E, Auffray JC (2004). Ecological correlates and evolutionary divergence in the skull of Turtles: A geometric morphometric assessment. *Syst. Biol.*, 53 (6): 933–948.
- Cornuet J, Fresnaye J (1989). Biometrical study of honey bee populations from Spain and Portugal. *Apidologie* 20:93-101.
- Costa C, Tibaldi E, Pasqualetto L, Loy A (2006). Morphometric comparison of the cephalic region of cultured *Acipenser baerii* (Brandt, 1869), *Acipenser naccarii* (Bonaparte, 1836) and their hybrid. *J. Appl. Ichthyol.*, 22: 8–14
- Crews SC, Hedin M (2006) Studies of morphological and molecular phylogenetic divergence in spiders (Araneae: Homalonychus) from the American southwest, including divergence along the Baja California Peninsula. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 38: 470–487.
- Çınar MU (2006). Mugla yöresi balarısı (*Apis mellifera* L.) populasyonlarında morfometrik varyasyonun belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, İzmir.
- Daly HV (1985). Insect morphometrics. *Ann. Review of Entomology*, 30:415-438.
- Darendelioğlu Y, Kence A (1992). Morphometric study on population structure on honeybee, *Apis mellifera* L. (Hymenoptera:Apidae). Türkiye 2. Entomoloji Kongresi Bildirileri, 387-396.
- Dodoloğlu A, Genç F (2004). Kafkas ve Anadolu bal arısı (*Apis mellifera* L.) ırkları ile karşılıklı melezlerinin morfolojik özellikleri. 4. Ulusal Zootekni Bilim Kongresi, Isparta.
- Du Praw EJ (1965). Non-Linnean taxonomy and systematics of honeybees. *System. Zoology*, 14(1):1-24.
- Er S (2007) Farklı Sabit Sıcaklıkların *Anopheles superpictus* (Diptera:culicidae)'nin Biyolojisi ve Morfolojisi Üzerine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
- Ertuğrul M, Aşkın Y (1988). Hayvan Gen Kaynakların Korunması. Prof. Dr. Orhan Düzgüneş'in Meslekte 50. Yılı Sempozyumu. Ankara.
- Eryümlü AZ (1999). Determination of morphometric and electrophoretic variation in honey bee (*Apis mellifera* L.) populations of Aegean Region of Turkey, MSc. Thesis, METU, Ankara.
- Fadda C, Corti M (2001). Three-dimensional geometric morphometrics of *Arvicantis*: implications for systematics and taxonomy. *J. Zool. Syst. Evol. Research*, 39: 235

- Gençer HV (1996). Orta Anadolu Bal Arısı (*A.m.anatoliaca*) Ekotiplerinin ve Bunların Çeşitli Melezlerinin Yapısal ve Davranışsal Özellikleri Üzerine Bir Araştırma. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Ankara
- Gençler G (1998). Determination of morphometric and electrophoretic variation in honey bee (*Apis mellifera L.*) populations of Northwestern Anatolia, MSc. Thesis, METU, Ankara.
- Goetze G (1964). Die Honigbiene in natürlicher und künstlicher Zuchtauslese. Parey. Hamburg
- Guill JM, Hood CS, Heins DC (2000). Body shape variation within and among three species of darters (Perciformes: Percidae). Ecology of Freshwater Fish, 12: 134–140.
- Gumiel M, Catala S, Noireau F, Rojas de Arias A, Garcia A, Dujardin JP (2003). Wing geometry in *Triatoma infestans* (Klug) and *T. Melanosoma* Martinez, Olmedo and Carcavallo (Hemiptera: Reduviidae). Systematic Entomology, 28: 173–179.
- Güler A, Kaftanoğlu O (1999a). Türkiye’deki önemli bal arısı ırk ve ekotiplerinin morfolojik özellikleri-I. Türk. J. Vet. Anim. Sci. 23:Supply. 3:565-575.
- Güler A, Kaftanoğlu O (1999b). Türkiye’deki önemli bal arısı ırk ve ekotiplerinin morfolojik özellikleri-II. Türk. J. Vet. Anim. Sci. 23:Supply. 3:571-575.
- Güler A, Akyol E, Gökçe M, Kaftanoğlu O (2002). Artvin ve Ardahan yöresi bal arıları (*Apis mellifera L.*)’nın bazı morfolojik özellikler yönünden ilişkilerinin belirlenmesi. Türk. J. Vet. Anim. Sci. 26:595-603.
- Güler A (2008). Sinop İli Türkeli Yöresi Balarıları (*Apis mellifera L.*)’nın Morfolojik Özellikleri OMÜ Zir. Fak. Dergisi, 2008,23(3):190-197
- Güler A, Yuksel B, Güven H, Arslan S (2010). The importance of morphometrics geometry on discrimination of Carniolan (*A. m. carnica*) and Caucasian (*A. m. caucasica*) honey bee subspecies and in determining their relationship to Thrace Region bee genotype. Journal of the Kansas Entomological Society 83 (2): 154-162.
- Hennessy RJ, Stringer CB (2002). Geometric morphometric study of the regional variation of modern human craniofacial form. American Journal of Antropology,
- Hiller A, Kraus H, Almon M, Werding B (2006). The *Petrolisthes galathinus* complex: species boundaries based on color pattern, morphology and molecules, and evolutionary interrelationships between this complex and other Porcellanidae (Crustacea: Decapoda: Anomura). Molecular Phylogenetics and Evolution, 40: 547–

- İnfanditis MD (1979). Morphological characters of the drones of the Grek bee (*Apis mellifera cecropia*). XXVII Int.Cong. of Apic.of Apim., Athens, 1979. p.263-266. Apimodia Publishing House, Bucharest, Romania.
- Kaftanoğlu O, Kumova U, Bek Y (1993). GAP Bölgesinde Çeşitli Bal Arıları (*Apis Mellifera*) ırklarının performanslarının saptanması ve bölgeeki mevcut arı ırklarının ıslahı olanakları. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Genel Yayın No:74, Adana.
- Kandemir İ, Kandemir G, Kence M, İnci A, Kence A (1995). Morphometrical and electrophoretical discrimination of honeybees from different regions of Turkey. XXXIV. International Apicultural congress in Apimondia, 14-19 August Llusanne, Switzerland.
- Kandemir İ (1999). Genetic and Morphometric Variation in Honeybee Populations (*Apis mellifera L.*) in Turkey, Ph.D. Thesis, METU, Ankara.
- Kandemir I, Kence M, Kence A (2000).Genetic and morphometric variation in honeybee (*Apis mellifera L.*) populations of Turkey. *Apidologie* 31: 343–356.
- Kandemir İ, Özkan A, Fuchs S (2008). Türkiye’de dağılım gösteren Balarısı Alttür ve Oberursel Veritabanındaki Örneklerin Geometrik Morfometrik Analizi. 1. Uluslararası Muğla Arıcılık ve Çam Balı Kongresi, 317 323, Muğla.
- Karacaoğlu M (1989). Orta Anadolu, Karadeniz Geçit ve Ardahan İzole Bölgeleri Arılarının Bazı Morfolojik Özellikleri Üzerinde Bir Araştırma, Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Ankara.
- Karacaoğlu M (2004). Anadolu Arısı Ege Ekotipi (*A.m.anatoliaca*) ve İtalyan Arısı (*A.m.ligustica*) x Ege Ekotipi Melezi Arıların Morfolojik Özellikleri ADÜ Ziraat Fakültesi Dergisi 2004; 1(2) : 37 – 42
- Kassam D, Mizoiri S, Yamaoka K (2004). Interspecific variation of body shape and sexual dimorphism in three coexisting species of the genus *Petrotilapia* (Teleostei: Cichlidae) from Lake Malawi. *Ichthyol Res.*, 51: 195–201.
- Kauhausen D, Ruttner F (1986). *Apis mellifera carnica*. Definition and variability. *Apidologie*, 17: 351-353
- Kauhausen KD (1991). Discrimination of *Apis mellifera carnica* Poll from the other races of *Apis mellifera L.* *Apidologie* 22(2): 97-104.
- Kekeçoğlu M (2007). Türkiye Balarılarının mtDNA ve Bazı Morfolojik Özellikleri Bakımından Karşılaştırılmasına Yönelik Bir Araştırma. Doktora Tezi. NKU Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.

- Kence A (2006). Türkiye Bal Arılarında Genetik Çeşitlilik ve Korunmasının Önemi. Uludağ Arıcılık Dergisi. 6(1):25-32
- Klingenberg CP (2003). Developmental instability as a research tool: using patterns of fluctuating asymmetry to infer the developmental origins of morphological integration. Developmental instability, causes and consequences, pp. 427–442.
- Lobón JM, Buscalioni AD (2006). Avian skull morphological evolution: exploring exo- and endocranial covariation with two-block partial least squares. Zoology, 109: 217
- Maa TC (1953). An inquiry into the systematics of the Tribus Apidini or honeybees (Hymenoptera). Treubia 21: 525-640.
- MacLeod N (2002). Geometric morphometrics and geological shape-classification systems. Earth-Science Reviews, 59: 27–47.
- Majjala K, Cherekaev AV, Devillard JM, Reklewski Z, Rognoni G, Simon DL, Steane DE (1984). Conservation of Genetic Resources in Europe. Final Report of an E.A.A.P. Working Party. Livest. Prod. Sci. 11: 3-32.
- Majjala K (1986). Motives, Possibilities and Methods of Maintaining Numerically Small Cattle Breeds. World Review of Anim. Prod. 22: 1, 43-50.
- Mayr E, Ashlock PD (1991). Principles of systematic zoology, McGraw-Hill, Inc., 475pp.
- McNulty KP (2004). A geometric morphometric assessment of hominoid crania: conservative African apes and their liberal implications. Ann Ana., 186: 429–433.
- Monteiro LR, Bonato V, Dos Reis SF (2005). Evolutionary integration and morphological diversification in complex morphological structures: mandible shape divergence in spiny rats (Rodentia, Echimyidae). Evolution and Development, 7 (5): 429–439.
- Otis GW (1906). Distribution of recently recognized species of honeybees (Hymenoptera: Apidae: Apis) in Asia. J. Kansas Entomol. Soc., 69: 311-333.
- Özden B (2008). İran Küçük Bal Arısı (Apis florea Fabricius) popülasyonlarında Geometrik Morfometrik Analizi. Bilim Uzmanlığı Tezi, Karaelmas Üniversitesi, Zonguldak.
- Özkan A, Moradi MG, Fuchs S, Nentchev P, Çakmak İ, Çakmak SS, Kandemir İ (2008). Bazı bal arısı alt türlerinde (A.m. anatoliaca, A.m.cypria, A.m. meda, A.m.carnica) Geometrik Morfometrik Analiz. VIII. Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi Bildiri Özet Kitabı, S:27, 20-23 Ekim 2008, Girne, KKTC.
- Özkan A, Çakmak İ, Nentchev P, Çakmak SS, Kandemir İ (2010). Bulgaristan, Trakya ve Yunanistan'da Yayılış Gösteren Bal Arısı Popülasyonlarında Landmark ve Fourier Şekil Analizi. IV. Marmara Arıcılık Kongresi, Bildiri Özetleri Kitabı, 2-4 Aralık 2010 Çanakkale

- Öztürk Aİ, Alataş İ, Settar A, Boduroğlu Y, Uyguner FB, Bozkurt M (1992). Ege Bölgesi Arı Populasyonlarında Bazı Morfolojik Özelliklerin Saptanması. Sonuç Raporu, Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü, İzmir.
- Pavlinov IY (2001). Geometric morphometrics, a new analytical approach to comparison of digitized images. *Information Technology in Biodiversity Research*, Abstracts of the 2nd. International Symposium, St. Petersburg, pp. 41–90.
- Perez SI, Bernal V, Gonzalez PN (2006). Differences between sliding semi-landmark methods in geometric morphometrics, with an application to human craniofacial and dental variation. *J. Anat.*, 208: 769–784.
- Pizzo A, Mercurio D, Palestini C, Roggero A, Rolando A (2006). Male differentiation patterns in two polyphenic sister species of the genus *Onthophagus* Latreille, 1802 (Coleoptera: Scarabaeidae): a geometric morphometric approach. *JZS*, 44 (1): 54–62.
- Plowright RC, Stephen WP (1973). A numerical taxonomic analysis of the evolutionary relationship of *Bombus* and *Psithyrus* (Apidae: Hymenoptera). *Canadian Entomologist*, 105: 733–743.
- Pretorius E (2005). Using geometric morphometrics to investigate wing dimorphism in males and females of Hymenoptera – a case study based on the genus *Tachysphex* Kohl (Hymenoptera: Sphecidae: Larrinae). *Australian Journal of Entomology*, 44: 113
- Reyment RA, Kennedy WJ (1998). Taxonomic recognition of species of *Neogastrolites* (Ammonoidea, Cenomanian) by geometric morphometric methods. *Cretaceous Research*, 19: 25–42.
- Rohlf FJ (1993). Relative warp analysis and an example of its application to mosquito wings. *Contributions to Morphometrics*, 8: 131–159.
- Rohlf FJ (2005a). tpsUTIL. Version 1.34, Department of Ecology and Evolution, State University of New York, Stony Brook, New York. (<http://life.bio.sunysb.edu/morph/index.html>)
- Rohlf FJ (2005b). tpsDIG. Version 2.05, Department of Ecology and Evolution, State University of New York, Stony Brook, New York. (<http://life.bio.sunysb.edu/morph/index.html>)
- Rohlf FJ (2005c). tpsRELW. Version 1.42, Department of Ecology and Evolution, State University of New York, Stony Brook, New York. (<http://life.bio.sunysb.edu/morph/index.html>)
- Rosas A, Bastir M (2002). Thin-plate spline analysis of allometry and sexual dimorphism in the human craniofacial complex. *American Journal of Anthropology*, 117: 236–245.

- Ruttner F (1965). Versuch einer Charakterisierung der Carnica-Biene nach ihrem Flügelgeader. Ustav Vedeckotech Inf MZLVH, 165-172. Praha.
- Ruttner F, Tassencourt L, Louveaux J (1978). Biometrical-Statistical analysis of the geographic variability of *Apis mellifera* L. *Apidologie*, 9: 363-381.
- Ruttner F (1978). Biometrical-statistical analysis of the geographic variability of *Apis mellifera* L., *Apidologie*, 9(4): 363-381.
- Ruttner F (1988). Biogeography and Taxonomy of Honey Bee, Springer-Verlag, Berlin, 284p.
- Schillaci MA, Froehlich JW, Supriatna J, Jones-Engel L (2005). The effects of hybridization on growth allometry and craniofacial form in Sulawesi macaques. *Journal of Human Evolution*, 49: 335–369.
- Settar A (1983). Ege Bölgesi arı tipleri ve gezginci arıcılık üzerine araştırmalar. Doktora tezi, Ege Bölgesi Ziraat Araştırma Enstitüsü, İzmir.
- Shipunov AB, Bateman RM (2005). Geometric morphometrics as a tool for understanding *Dactylorhiza* (Orchidaceae) diversity in European Russia. *Biological Journal of the Linnean Society*, 85: 1–12.
- Skorikov AS (1929). Eine neue Basis für eine Revision der Gattung *Apis* L. *Rep Appl Entomology*, 4: 249-264.
- Slice DE (2002). Morphueus et. al., For morphometric research, Software, Department of Biomedical Engineering Wake Forest University School of Medicine, Winston, Salem.
- Sokal RR, Rohlf FJ (1973). *Introduction to Biostatistics*. Freeman: San Fransisco. 368 pp.
- Tatsuta H, Mizota K, Akimoto S (2004). Relationship between size and shape in the sexually dimorphic beetle *Prosopocoilus inclinatus* (Coleoptera: Lucanidae). *Biological Journal of the Linnean Society*, 81: 219–233.
- Tofilski A (2008). Using geometric morphometrics and standard morphometry to discriminate three honeybee subspecies. *Apidologie*. 2008; 39(5): 558-563.
- Zeldich ML, Swiderski HD, Sheets HD, Fink WL (2004). *Geometric morphometrics for biologists*. Elsevier / Academic Pres. London. 443p.

TEŞEKKÜR

Çalışmalarımın her aşamasında desteğini esirgemeyen ve gerekli tüm kolaylıkları sağlayan tez danışmanım Yrd. Doç. Dr. Yahya Tuncay TUNA'ya,

Tüm tez çalışmam boyunca özellikle morfometri ve istatistik programlarının kullanımı konusunda bilgi ve tecrübesinden faydalandığım eş danışmanım Prof. Dr. Aykut KENCE'ye ve Araştırma Görevlisi Ayhan ALTUN'a,

Laboratuvar çalışmalarındaki katkılarından dolayı Yrd. Doç. Dr. Emel ÖZKAN ve Müge OKYAR'a,

Orta Doğu Teknik Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü Morfometri Laboratuvarı'nda yardımlarını esirgemeyen tüm arkadaşlara,

Çalışmamın arazi kısmında yardımlarını esirgemeyen Furkan TURAN ve tüm Trakya Bölgesi arıcılarına,

Çalışmamıza verdiği destek için Namık Kemal Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu'na,

Ve bu çalışmam sırasındaki sabır ve anlayışları için eşim Güzin TURAN ve oğlum Egemen TURAN'a teşekkür ederim.

ÖZGEÇMİŞ

Adı, Soyadı : Hakan TURAN
Doğum Yeri : Gönen / Balıkesir
Doğum Tarihi : 19.04.1976
Medeni Hali : Evli / Bir çocuk babası

Eğitim ve Akademik Durumu

Lise : 1990-1994 Bursa Ziraat Meslek Lisesi
Yüksek Okul : 1995-1999 Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi
Biga Meslek Yüksek Okulu Seracılık Bölümü
Lisans : 1999-2004 Trakya Üniversitesi
Tekirdağ Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü