



T.C.
EGE ÜNİVERSİTESİ
Fen Bilimleri Enstitüsü



**TÜRKİYE’NİN FARKLI COĞRAFİ
BÖLGELERİNDEKİ BAL ARISI IRK VE
EKOTİPLERİNDEN ELDE EDİLEN ARI ZEHİRİNİN
BİYOKİMYASAL İÇERİKLERİNİN VE KALİTE
ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

Doktora Tezi

Ekin VAROL

Zootečni Anabilim Dalı

İzmir

2024

T.C.
EGE ÜNİVERSİTESİ
Fen Bilimleri Enstitüsü

**TÜRKİYE’NİN FARKLI COĞRAFİ
BÖLGELERİNDEKİ BAL ARISI IRK VE
EKOTİPLERİNDEN ELDE EDİLEN ARI ZEHİRİNİN
BİYOKİMYASAL İÇERİKLERİNİN VE KALİTE
ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

Ekin VAROL

Danışman: Prof. Dr. Banu YÜCEL

Zootečni Anabilim Dalı
Hayvan Yetiştirme Doktora Programı

İzmir
2024

EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ETİK KURALLARA UYGUNLUK BEYANI

EÜ Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin ilgili hükümleri uyarınca Doktora Tezi olarak sunduğum “Türkiye’nin Farklı Coğrafi Bölgelerindeki Bal Arısı Irk ve Ekotiplerinden Elde Edilen Arı Zehirinin Biyokimyasal İçeriklerinin ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi” başlıklı bu tezin kendi çalışmam olduğunu, sunduğum tüm sonuç, doküman, bilgi ve belgeleri bizzat ve bu tez çalışması kapsamında elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara atıf yaptığımı ve bunları kaynaklar listesinde usulüne uygun olarak verdiğimi, tez çalışması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını, bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya diğer bir üniversitede başka bir tez çalışması içinde sunmadığımı, bu tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda bilimsel etik kurallarına uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul edeceğimi beyan ederim.

13 / 11 / 2024

Ekin VAROL

ÖZET**TÜRKİYE’NİN FARKLI COĞRAFİ BÖLGELERİNDEKİ BAL
ARISI IRK VE EKOTİPLERİNDEN ELDE EDİLEN ARI
ZEHİRİNİN BİYOKİMYASAL İÇERİKLERİNİN VE KALİTE
ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

VAROL, Ekin

Doktora Tezi, Zootekni Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Banu YÜCEL

Kasım 2024, 162 sayfa

Dünya genelinde Apiterapi’de kullanımı oldukça önemli bir yere sahip olan arı zehiri, bileşimindeki çok sayıdaki ve değişik etkiideki aktif maddeler sebebiyle, son derece etkili koruyucu ve tamamlayıcı bir tedavi seçeneği olarak kabul edilmektedir. Arı zehrinin son yıllarda Apiterapi, kozmetik ve farmakoloji alanlarında kullanımı ve üretimi giderek artmakta, ülkemizde ise katma değeri yüksek arı zehrinin pazarı gelişmektedir. Yapılan sınırlı sayıdaki çalışmalar, farklı coğrafi koşullarda bulunan arı ırk ve ekotiplerinden alınan arı zehirlerinin miktarının ve içeriğinin biyoaktivite ve kalite açısından değişiklik gösterebileceğini ortaya koymaktadır. Bununla birlikte, nektar ve polen kaynağındaki çeşitlilik ve bölgesel farklılıklar, arı zehrinin oldukça değişken terapötik potansiyele sahip aktivitesini etkileyebilmektedir. Ülkemizin coğrafi yapısı, flora ve bal arısı biyoçeşitliliği göz önünde bulundurulduğunda, farklı fitocoğrafik koşullarda bulunan arılklardan elde edilen arı zehiri miktarının ve kalitesinin önemli düzeyde farklılık göstermesi ön görülmektedir.

Değişken iklim ve coğrafik yapı mevcut bal arısı popülasyonlarının ortaya çıkmasında en önemli unsurlar olarak gösterilmektedir. Bu nedenlerden dolayı yapılan çalışmalar neticesinde Türkiye bal arısı popülasyonlarının morfolojik, biyokimyasal, genetik, davranışsal ve ekolojik olarak farklılık gösterdiği ve ülkemizde 5 farklı bal arısı ırkının (*Apis mellifera anatoliaca*, *Apis mellifera caucasia*, *Apis mellifera carnica*, *Apis mellifera syriaca*, *Apis mellifera meda*) ve

onlarca ekotipin dağılım gösterdiği bildirilmektedir. Özellikle bazı bölgelerde bulunan ülkemiz ekonomisi açısından önemli yere sahip *Apis mellifera anatoliaca*'nın lokal popülasyonlarının ve ekotiplerin daha ayrıntılı bir şekilde araştırılması ve bu lokal popülasyonlar ve ekotiplerin sahip olduğu karakteristik özelliklerinin belirlenmesi gerekmektedir. Bu karakteristik özellikler arı ürünleri üretim potansiyeli üzerine de etki edebilmektedir.

Arı zehiri, uygun şekilde üretilip depolandığında, insan ve hayvan sağlığına son derece önemli faydalar sağlamaktadır. Apiterapi ve kozmetikte yaygın olarak kullanılan arı zehirinin aktif bileşenlerinin belirlenmesi ve korunması önem taşımaktadır. Bu çalışmanın bir amacı da önemli ekonomik değeri olan arı zehirinin ülkemizde kullanımına yönelik standart kriterlerinin oluşturulmasına, ülkemizin farklı coğrafi koşullarında üretilen arı zehirinin özelliklerinin belirlenmesi ve standardizasyonunun geliştirilmesine, arı zehirinin apiterapötik özelliklerini geliştirmeye uygun üretimin geliştirilmesine katkı sağlamaktır. Bu nedenle bölgesel bazda verilerin elde edilmesi, arı zehirinin standardizasyonu ve ileri aşamada apisötik ürün haline getirilmesi için temel bilgi teşkil edecektir.

Bu bilgiler ışığında sunulan bu tez çalışması, bal arısı zehirine yönelik bölgesel farklılıkları kapsayan ve tüm ülke genelinde yapılan ilk detaylı çalışma olması açısından oldukça özgün ve önemlidir. Çalışmadan elde edilecek veriler Türkiye’de bu alanın gelişmesi için önemli bir temel bilgi birikimi sağlayacaktır. Ayrıca, çalışma sonuçları daha sonrasında da yapılacak olan bölgesel projeler için bir altyapı oluşturmuş olacaktır. Aynı zamanda bu çalışma sonuçları arı zehiri konusunda ülkemiz arı üreticisinin katma değeri yüksek bu ürünü kaliteli bir şekilde üretmesini sağlayacak temel bilgiyi sunmayı amaçlamaktadır. Ayrıca bu sayede ülke ekonomisine de katkı sağlayacağı gibi dünya pazarında, ülkemizde üretilen arı zehirinin yer alması için teşvik oluşturacaktır. Sunulan bu projede bal arısı zehiri eldesi amacıyla Ege Bölgesi, Marmara Bölgesi, Karadeniz Bölgesi, İç Anadolu Bölgesi, Doğu Anadolu Bölgesi, Güneydoğu Anadolu Bölgesi ve Akdeniz Bölgesinde her coğrafi bölgeyi temsil edecek nitelik ve nicelikte ve iyi arıcılık uygulama modeline uyum üretim yapan arılıklardan fenotipik ve genotipik etkiyi incelemek amacıyla arı zehiri örnekleri ve zehir alınan kovanlardan arı örnekleri toplanmıştır. Terapötik etkiyi incelemek amacıyla her bölgeden toplanan zehir

örneklerinin toplam protein içerikleri ve protein profilleri incelenmiş, bal arısı örneklerinde ise geometrik morfometrik analizler ile ırk ve ekotip analizleri gerçekleştirilmiştir.

Çalışma sonuçlarımız, bal arısı zehirinin niteliği hem coğrafi farklılıklar hem de bal arısı ırkı ile ilişkili değerlendirildiğinde; ideal mevsim ve sıcaklık koşullarında, zengin ve çeşitli polen-nektar kaynaklarının bulunduğu, çevresel kirlilikten uzak izole bölgelerde bulunan lokal ve korunmuş ırk ve ekotiplerden alınan bal arısı zehirlerinin nicelik ve nitelik açısından ön plana çıktığını göstermektedir.

Anahtar sözcükler: Bal arısı, arı zehiri, Apiterapi, geometrik morfometri.

ABSTRACT**DETERMINATION OF BIOCHEMICAL CONTENT AND
QUALITY CHARACTERISTICS OF BEE VENOM OBTAINED
FROM HONEY BEE SPECIES AND ECOTYPES IN DIFFERENT
GEOGRAPHICAL REGIONS OF TURKIYE**

VAROL, Ekin

PhD in Animal Science

Supervisor: Prof. Dr. Banu YÜCEL

November 2024, 162 pages

Honey bee venom, which has a very important place in Apitherapy worldwide, is recognized as a highly effective preventive and complementary treatment option due to the large number of active substances with different effects in their composition. The use and production of bee venom in the fields of Apitherapy, cosmetics and pharmacology has been increasing in recent years, and the market for bee venom with high added value is developing in our country. A limited number of studies show that the quantity and content of bee venoms from bee species and ecotypes in different geographical conditions may vary in terms of bioactivity and quality. However, diversity in nectar and pollen sources and regional differences may affect the activity of bee venom with highly variable therapeutic potential. Considering the geographical structure, flora and honey bee biodiversity of our country, it is predicted that the quantity and quality of bee venom obtained from apiaries located in different phytogeographical conditions will vary significantly.

Variable climate and geographical structure are the most important factors in the emergence of honey bee populations. As a result of the studies conducted for these reasons, it is reported that honey bee populations in Turkey differ morphologically, biochemically, genetically, behaviorally and ecologically and that 5 different honey bee races (*Apis mellifera anatoliaca*, *Apis mellifera caucasica*, *Apis mellifera carnica*, *Apis mellifera syriaca*, *Apis mellifera meda*) and dozens of

ecotypes are distributed in our country. It is necessary to investigate the local populations and ecotypes of *Apis mellifera anatoliaca*, which has an important place for our country's economy, especially in some regions, in more detail and to determine the characteristic features of these local populations and ecotypes. These characteristics may also have an impact on the production potential of bee products.

Honey bee venom, when properly produced and stored, provides extremely important benefits to human and animal health. It is important to identify and preserve the active components of bee venom, which is widely used in apitherapy and cosmetics. One of the aims of this study is to contribute to the establishment of standard criteria for the use of bee venom, which has an important economic value, in our country, to determine the properties of bee venom produced in different geographical conditions of our country and to develop standardization, and to contribute to the development of production suitable for improving the apitherapeutic properties of bee venom. Therefore, obtaining data on a regional basis will constitute basic information for the standardization of bee venom and its further development into an apitherapeutic product.

In the light of this information, this thesis is very unique and important as it is the first detailed study covering regional differences in honey bee venom and conducted across the whole country. The data obtained from the study will provide an important basic knowledge for the development of this field in Turkey. In addition, the results of the study will provide an infrastructure for future regional projects. At the same time, the results of this study aim to provide basic information on bee venom that will enable our country's bee producers to produce this high value-added product in a quality way. In addition, it will contribute to the national economy and create incentives for bee venom produced in our country to take place in the world market. In this project, bee venom samples and bee samples were collected from apiaries in Aegean Region, Marmara Region, Black Sea Region, Central Anatolia Region, Eastern Anatolia Region, Southeastern Anatolia Region and Mediterranean Region, which are representative of each geographical region and which produce in accordance with the good beekeeping practice model, in order to examine the phenotypic and genotypic effect. Total protein content and protein profiles of venom samples collected from each region were examined to examine

the therapeutic effect, and geometric morphometric analysis and species and ecotype analysis were performed in honey bee samples.

The results of our study show that when the quality of honey bee venom is evaluated in relation to both geographical differences and honey bee species, honey bee venoms from local and protected species and ecotypes in isolated regions with ideal seasonal and temperature conditions, rich and diverse pollen-nectar sources, and away from environmental pollution stand out in terms of quantity and quality.

Keywords: Honey bee, bee venom, Apitherapy, Geometric morphometry.



ÖNSÖZ

Aslında küçük yaşlardan itibaren doğaya, hayvanlara, böceklerle ve bu canlıların ekosistem içerisindeki dengelerine hayranlık duyardım. Ziraat Mühnedisi bir anne babanın çocuğu olarak da bu konuların önemi ve korunması gerekliliğinin bilincini öğrenerek büyüdüm. Bal arılarının büyüğü dünyası ile tanışmam, lisans öğrenimim döneminde sevgili danışman hocamın Arı Yetiştiriciliğı dersine girmem ile oldu. Bal arılarının küçük bedenleri ile tezat olan büyük dünyaları, koloni yaşantıları, ekosistemlerin sürdürülebilirliğı ve biyolojik çeşitliliğın korunması açısından rollerini merakla öğreniyordum. Lisans eğitimim sonunda bir Zooteknist olarak Sevgili hocam Prof. Dr. Banu YÜCEL'den öğrenmiş olduğum arı yetiştiriciliğindeki doğal üretim biçimi ve 'esas olanın koloninin ve arıların yaşantısının devamlılığını sağlama' felsefesi ile gitmeyi seçtiğim yol belliydi artık. Yüksek lisans dönemim ise bal arılarının dünyasına gerçek bir konukluktu.

Bu doktora çalışmasına başlarken sevgili hocalarım Prof. Dr. Banu YÜCEL ve Prof. Dr. Ayşe NALBANTSOY ile planladığımız noktadan çok daha ötesine gitmiştik. Değerli hocalarım ve çalışma arkadaşlarım ile ülkemizdeki bal arılarının ve arı zehirinin profilini çıkarmayı hedeflediğimiz bu çalışmada, arazi çalışmalarımızda yaklaşık 35.000 km yol katettik. Sonuçlarımızı Almanya'da bulunan araştırmacılarımızla tartıştık.

Aslında bu çalışma, bir araya gelmiş güçlü kadınların binlerce kilometre kat ederek, onlarca eve, yaşantıya ve arılığa konuk olarak gerçekleştirdiğı bir büyük resimdi artık. İnsan bir süre sonra çalıştığı materyale benzer derlerdi bazı hocalarımız. Ben aldığımız yollardan, arıcılardan ve arılardan ahengi, çalışkanlığı, birlik olmayı ve fedakarlığı öğrendim.

Bu tez çalışmasında, çok farklı ve zengin renklere sahip olan Ülkemizde, arı ırkları ve ekotiplerinin arı zehirinin kalitesi üzerindeki etkilerini araştırarak, bu alandaki bilgi boşluğunu doldurmayı ve ülkemizde arı zehiri üretimi ve kullanımına yönelik bilimsel bir temel ve profil oluşturmayı amaçladık. Emeklerimizin ve bu çalışmanın; öncelikle bal arılarının zengin coğrafyamızda arıcılığının öneminin ve değerinin, sonrasında ise arı zehirinin ve kalitesinin öneminin, arı zehirinin tıbbi

potansiyelini optimize etmek için gerekli olan genetik ve ekolojik faktörlerin öneminin anlaşılmasına katkı sağlayacağını düşünüyorum.

İZMİR

13 / 11 / 2024

Ekin VAROL



İÇİNDEKİLERSayfa

İÇ KAPAK	ii
KABUL ONAY SAYFASI	iii
ETİK KURALLARA UYGUNLUK BEYANI.....	v
ÖZET	vii
ABSTRACT	xi
ÖNSÖZ	xv
İÇİNDEKİLER	xvii
ŞEKİLLER DİZİNİ	xxi
ÇİZELGELER DİZİNİ	xxvi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xxviii
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1 Bal Arılarının Genel Özellikleri	3
2.2 Bal Arılarının Sınıflandırılması	4
2.3 Bal Arısı Irk ve Ekotiplerini Belirlemede ve Sınıflandırmada Kullanılan Morfometrik Yöntemler.....	6

İÇİNDEKİLER (devam)

Sayfa

2.3.1 Bal arılarının sınıflandırılmasında geometrik morfometri yöntemi	8
2.4 Bal Arısı Ürünleri ve Apiterapi.....	11
2.4.1 Bal arısı zehiri genel özellikleri	13
2.4.2 Bal arısı zehiri elde edilme yöntemleri ve zehirin saklanması.....	15
2.4.3 Bal arısı zehirinin kalitesini etkileyen etmenler.....	18
2.4.4.Bal arısı zehiri üretiminin önemi	26
2.4.5 Bal arısı zehiri analiz yöntemleri	27
2.4.6 Bal arısı zehirinin fiziksel yapısı.....	27
2.4.7 Bal arısı zehirinin kimyasal yapısı	28
2.4.8 Bal arısı zehirinin bileşenleri, biyolojik aktivitesi ve tıbbi kullanımı.....	31
2.4.9 Apiterapi ve Apiterapi uygulamalarında arı zehirinin kullanımı	36
2.4.10 Türkiye’de arı zehiri ile ilgili yapılmış çalışmalar	39
3. MATERYAL VE YÖNTEM	42
3.1 Materyal	42
3.2 Yöntem.....	51
3.2.1 Örnek alınacak kolonilerin belirlenmesi	51

İÇİNDEKİLER (devam)

Sayfa

3.2.2 Bal arısı örneklerinin toplanması.....	53
3.2.3 Geometrik morfometri ile bal arısı örneklerinin sınıflandırılması	53
3.2.4 Morfometrik verilerin istatistiki analizleri.....	56
3.2.5 Bal arısı zehir örneklerinin toplanması ve saklanması	57
3.2.6 Bal arısı zehir örneklerinde protein miktar tayini.....	59
3.2.7 Bal arısı zehir örneklerinde Sodyum Dodesil Sülfat Poliakrilamid Jel Elektroforezi (SDS-PAGE)	59
4. BULGULAR.....	61
4.1 Bal Arısı Örneklerinde Geometrik Morfometri Yöntemi Bulguları.....	61
4.1.1 Temel Öğeler Analizi (PCA) sonuçları	62
4.1.2 Kanonik Varyans Analizi (CVA) sonuçları.....	65
4.1.3 Diskriminant Fonksiyon Analizi (DFA) sonuçları	68
4.1.4 UPGMA kümeleme analizi bulguları	68
4.2 Bal Arısı Zehir Örneklerinde Toplam Protein İçerikleri	87
4.3 Bal Arısı Zehirlerinde Sodyum Dodesil Sülfat Poliakrilamid Jel Elektroforezi (SDS PAGE) Bulguları.....	96
5. TARTIŞMA.....	104

İÇİNDEKİLER (devam)Sayfa

5.1 Geometrik Morfometri Yöntemi ile Arı Irk ve Ekotipleri Arasındaki Farklılıkların Belirlenmesi	104
5.2 Bal Arısı Zehiri Örneklerinde Toplam Protein İçeriklerinin Değerlendirilmesi.....	111
5.3 SDS PAGE Yöntemi ile Liyofilize Arı Zehiri Örneklerindeki Protein Bantlarının Görüntülenmesi.....	116
5.4 Bal Arısı Zehiri Kompozisyonu Üzerinde Genotipin Etkisi	118
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	123
KAYNAKLAR DİZİNİ	127
TEŞEKKÜR.....	153
ÖZGEÇMİŞ	155
Ek 1	

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
2.1. Anadolu bal arısı ekotipi, <i>Apis mellifera anatoliaca</i>	3
2.2. <i>Apis mellifera</i> taksonomik sınıflandırılması.	5
2.3. <i>Apis mellifera</i> alttürlerinin bazı yayılış alanları.	6
2.4. <i>Apis mellifera</i> işçi arısı kanat morfolojisi.	8
2.5. Bal arılarının sınıflandırılmasında kanat morfometrisi.	9
2.6. Arı iğnesi ve zehir kesesinin anatomik yapısı.	14
2.7. Bal arısı iğnesinin elektron mikroskobu görüntüleri.	15
2.8. Arı zehiri toplama aparatı.	16
2.9. (A) <i>Apis mellifera</i> bal arısı ve (B) ham arı zehiri.	17
2.10. Melittin kimyasal yapısı ve amino asit dizilimi.	28
2.11. Bal arısı zehirinin kimyasal bileşimi.	29
2.12. Melittinin antienflamatuar etkisi.	33
2.13. Bal Arısı zehirinin biyolojik aktivitesi.	34
2.14. Bal hırsızlarının arılar tarafından kovalanışı, 550-530 B.C. British Museum inv. No B177.	36
3.1. Türkiye genelinde örneklerin toplandığı bölgeler ve GPS noktaları.	42

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
3.2. Örnek alınan arılıklardaki bazı mevcut nektar ve polen kaynaklarının fotoğrafları.....	50
3.3. Örnek alınan bazı arılıkların görselleri.....	52
3.4. Toplanan arı örneklerinin etil alkol içerisinde muhafazası.	53
3.5. İşçi arı sağ ön kanat örneklerinin hazırlanması ve numaralandırılması	54
3.6. Kanat görsellerinin bilgisayar ortamına aktarılması.	55
3.7. Tpsdig2 programı ile işçi arı sağ ön kanatlarında 20 landmark noktasının işaretlenmesi.	56
3.8. Çalışmada kullanılan arı zehiri toplama makinası.	57
3.9. Camda toplanan ham arı zehirinin görüntüsü.	58
3.10. Cam plakalardan elde edilen liyofilize edilmiş ham arı zehirleri.....	58
3.11. SDS-PAGE yönteminin uygulanması.	60
4.1. New Procrustes Fit analizi sonuçlarına göre işçi arı sağ ön kanatlarındaki landmarkların dağılımı.	62
4.2. İşçi arı sağ ön kanatlarında varyasyon miktarını gösteren eğri.	62
4.3. PCA analizine göre bireylere ait kanat morfolojisinde tespit edilen biçimsel farklılıklar.	64

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
4.4. Wireframe diagramında bal arısı örneklerindeki kanat şekli farklılıkları.	64
4.5. PCA sonuçlarına göre bireylerin PC1 - PC2 üzerindeki dağılımı.	65
4.6. CVA sonuçlarına göre işçi arı kanat örneklerinde 20 landmark tarafından oluşturulan biçim farklılıklarının ilk iki eksenindeki (CV1-CV2) dağılımı (CVA)	67
4.7. Geometrik morfometri yöntemiyle analiz edilen il popülasyonlarının UPGMA dendogramı.	85
4.8. Ege bölgesinden toplanan arı zehiri örneklerinin toplam protein içerikleri($\mu\text{g/ml}$).....	89
4.9. Marmara bölgesinden toplanan arı zehiri örneklerinin toplam protein içerikleri ($\mu\text{g/ml}$).....	89
4.10. Akdeniz bölgesinden toplanan arı zehiri örneklerinin toplam protein içerikleri ($\mu\text{g/ml}$).....	90
4.11. İç Anadolu bölgesinden toplanan arı zehiri örneklerinin toplam protein içerikleri ($\mu\text{g/ml}$).	90
4.12. Karadeniz bölgesinden toplanan arı zehiri örneklerinin toplam protein içerikleri ($\mu\text{g/ml}$).....	91
4.13. Doğu Anadolu bölgesinden toplanan arı zehiri örneklerinin toplam protein içerikleri ($\mu\text{g/ml}$).	91

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
4.14. Güneydoğu Anadolu bölgesinden toplanan arı zehiri örneklerinin toplam protein içerikleri (µg/ml).....	92
4.15. Toplanan tüm zehir örneklerine ait toplam protein içerikleri (µg/ml).	93
4.16. 2021 ve 2021 yıllarında aynı arılıklardan toplanan arı zehirlerinin protein içeriklerinin karşılaştırılması.	95
4.17. Arı zehiri örnekleme yapılan arılıklarda 2021 ve 2022 yılları arasındaki sıcaklık farklılıkları (°C).	95
4.18. Jel 1 grubunda yer alan arı zehiri örneklerinde SDS-PAGE protein profili.....	97
4.19. Jel 2 grubunda yer alan arı zehiri örneklerinde SDS-PAGE protein profili.....	98
4.20. Jel 3 grubunda yer alan arı zehiri örneklerinde SDS-PAGE protein profili.....	99
4.21. Jel 4 grubunda yer alan arı zehiri örneklerinde SDS-PAGE protein profili.....	99
4.22. Jel 5 grubunda yer alan arı zehiri örneklerinde SDS-PAGE protein profili.....	100
4.23. Jel 6 grubunda yer alan arı zehiri örneklerinde SDS-PAGE protein profili.....	101

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)ŞekilSayfa

- 4.24. Jel 7 grubunda yer alan arı zehiri örneklerinde SDS-PAGE protein profili.101
- 4.25. Jel 8 grubunda yer alan arı zehiri örneklerinde SDS-PAGE protein profili.102



ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
2.1. Arı zehrinin bileşimini oluşturan maddeler.....	30
2.2. Bal arısı zehrinin temel bileşenleri ve etki mekanizmaları.	32
3.1. Örnek alınan il ve ilçe merkezleri, coğrafi konumları ve sıcaklık nem değerleri.....	43
3.2. Örnek alınan arılıklardaki nektar ve polen kaynakları.	45
3.3. 2022 yılında örnek alınan il ve ilçe merkezleri, coğrafi konumları ve sıcaklık nem değerleri.	51
3.4. Elektroforez jeli için kullanılan madde miktarları.	60
4.1. Bal arısı örneklerinde Procrustes ANOVA sonuçları.	61
4.2. PCA sonucunda elde edilen özdeğerler, varyans (%) ve kümülatif varyans (%) tablosu.	63
4.3. CVA sonucunda elde edilen özdeğerler, varyans (%) ve kümülatif varyans (%) tablosu.	66
4.4. Tüm illere ait karşılaştırmalı Mahalanobis verileri.	69
4.5. Liyofilizasyon sonrası toplam ham zehir miktarları (mg) ve liyofilize arı zehirlerinin toplam protein içerikleri (µg/ml).	87
4.6. 2022 yılı örneklerinde liyofilizasyon sonrası toplam ham zehir miktarları (mg) ve liyofilize arı zehirlerinin toplam protein içerikleri (µg/ml).....	94

ÇİZELGELER DİZİNİ (devam)ÇizelgeSayfa

- 4.7. Bal arısı zehri örneklerinin SDS PAGE öncesi bal arısı ırklarına ve toplandıkları bölgelere göre gruplara ayrılması.....96
- 4.8. Elde edilen jellerde tespit edilen protein bant sayıları..... 103



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

<u>Simgeler</u>	<u>Açıklama</u>
%	Yüzde
μL	Mikrolitre
μg	Mikrogram
g	Gram
l	Litre
mg	Miligram
ml	Mililitre
°C	Santigrat Derece
pH	Hidrojen Potansiyeli
V	Volt

Kısaltmalar

PLA2	Fosfolipaz A2
MEL	Melittin
MCD	Mast Hücre Degranülasyon
HPLC	Yüksek Basınçlı / Performanslı Sıvı Kromatografisi
LC	Sıvı Kromatografisi
MS	Kütle Spektrometresi

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ (devam)

<u>Kısaltmalar</u>	<u>Açıklama</u>
SDS-PAGE	Sodyum Dodesil Sülfat Poliakrilamid Jel Elektroforez
IgE	Immunglobulin E
PCA	Temel Öğeler Analizi
DFA	Diskriminant Fonksiyon Analizi
CVA	Kanonik Varyans Analizi
ANOVA	Tek değişkenli varyans analizi
UPGMA	Aritmetik ortalama ile ağırlıksız çift grup yöntemi
BCA	Bisinkoninik asit
PAA	Poliakrilamid
TEMED	Tetrametiletilediamin

1. GİRİŞ

Arıcılık, dünya genelinde hem ekonomik hem de ekolojik açıdan büyük bir öneme sahiptir. Türkiye, farklı coğrafi bölgeleri, zengin flora çeşitliliği ve benzersiz iklim koşullarıyla arıcılık için ideal bir ortam sunmaktadır. Bu çeşitlilik, Türkiye’de farklı arı ırkları ve ekotiplerinin gelişmesine olanak sağlamış, bu da farklı biyolojik ve kimyasal özelliklere sahip arı ürünlerinin üretilmesine katkıda bulunmuştur.

Arı zehiri, yüzyıllardır geleneksel tıpta kullanılan ve günümüzde modern tıbbın da ilgisini çeken, yüksek biyolojik aktiviteye sahip doğal bir üründür. Bu benzersiz bileşik, anti-enflamatuar, anti-bakteriyel ve anti-kanserojen özellikleriyle dikkat çekmekte ve çeşitli hastalıkların tedavisinde potansiyel bir tedavi aracı olarak değerlendirilmektedir. Arı zehirinin bu tıbbi potansiyeli, bilimsel araştırmaların yoğunlaştığı bir alan haline gelmiş ve özellikle son yıllarda bu alanda yapılan çalışmaların sayısı artmıştır. Bununla birlikte arı zehirinin ülkemizde üretimi istenen düzeyde değildir. Ülkemiz, zengin flora çeşitliliği ve arıcılık potansiyeli ile arı zehiri üretimi konusunda önemli bir avantaja sahiptir. Ancak, bu potansiyelin etkili bir şekilde değerlendirilebilmesi için, bilimsel araştırmalarla desteklenen, sürdürülebilir ve kontrollü bir üretim sürecine ihtiyaç vardır. Bu bağlamda, ülkemizde arı zehiri üzerine yapılan çalışmaların artırılması, ulusal ve uluslararası düzeyde arı zehirinin tıbbi kullanımı konusunda ülkemizi ön sıralara taşıyabilecektir. Arı zehirinin tıbbi ve farmakolojik açıdan değerlendirilebilmesi, öncelikle bu doğal ürünün kalitesinin doğru bir şekilde belirlenmesine bağlıdır. Arı zehirinin kalitesi, arıların beslenme koşulları, çevresel faktörler ve zehirin toplama yöntemleri gibi pek çok değişkenden etkilenebilir. Dolayısıyla, arı zehirinin farmasötik ve tıbbi uygulamalarda etkin ve güvenli bir şekilde kullanılabilmesi için, üretim sürecinin ve kalitenin titizlikle kontrol edilmesi gerekmektedir. Ancak, arı zehirinin kalitesinin, çevresel koşullar ve arıların beslenme durumlarının yanısıra arı ırkları ve ekotiplerinden de etkilenebileceği düşünülmektedir. Bu bağlamda, arı zehirinin kalitesini standart hale getirmek ve Apiterapötik amaçlı çalışmalarda kullanılmak üzere arı ırkları ve ekotipleri ile bu zehirin özellikleri arasındaki bağlantının detaylı bir şekilde incelenmesi büyük önem taşımaktadır.

Farklı bal arısı ırkları ve ekotipleri, genetik yapılarındaki çeşitlilik ve yaşadıkları çevresel koşullara uyum sağlama yetenekleri nedeniyle, ürettikleri zehirin bileşimi ve biyolojik aktivitesi açısından farklılıklar gösterebilir. Bu durum, arı zehirinin kalitesinin belirlenmesinde dikkate alınması gereken önemli bir faktör olarak karşımıza çıkmaktadır. Ülkemiz, zengin biyolojik çeşitliliği ve farklı bal arısı ırkları ile ekotiplerinin doğal yaşam alanı olması nedeniyle, arı zehirinin kalitesinin belirlenmesi çalışmalarında önemli bir potansiyele sahiptir. Bu potansiyelin tam anlamıyla değerlendirilmesi, bal arısı ırkları ve ekotipleri ile arı zehirinin bileşimi arasındaki ilişkinin derinlemesine araştırılmasını gerektirmektedir. Bu bağlamda, arı zehiri üretimi ve kalitesinin belirlenmesine yönelik çalışmalarda, genetik faktörlerin ve ekolojik adaptasyonların göz önünde bulundurulması, ülkemizde yürütülen bu tür araştırmaların gelişmesine katkı sağlayacaktır.

Bu çalışmada, Türkiye'nin farklı coğrafi bölgelerindeki bal arısı ırk ve ekotiplerinden değişik üretim yöntemleri ile elde edilen arı zehirlerinin biyokimyasal içeriklerinin ve kalite özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırmamızda, Türkiye'nin farklı coğrafi bölgelerindeki bal arısı ırk ve ekotiplerinden elde edilen arı zehri örnekleri toplanmış ve bu örneklerin biyokimyasal içerikleri laboratuvar analizleri ile incelenmiştir. Elde edilen bulguların arı zehrinin üretimine ve kalite standartlarının geliştirilmesine katkı sağlaması beklenmektedir.

Sonuç olarak, bu tez çalışması, Türkiye'deki bal arısı ırk ve ekotiplerinin arı zehri üretimindeki potansiyelini ortaya koyarken, aynı zamanda biyokimyasal içerik ve kalite üzerindeki etkilerini de kapsamlı bir şekilde incelemeyi hedeflemektedir. Bu bağlamda, çalışmanın sonuçları arıcılık ve tıbbi araştırmalar için değerli bilgiler sunacak ve sektörde arı zehrinde kalite standartlarının oluşturulmasına, aynı zamanda arı zehirinin tamamlayıcı tıbbi tedaviye destek sağlayabilecek apiterapötik özellikli arı zehiri üretiminin gelişmesine katkıda bulunacaktır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1 Bal Arılarının Genel Özellikleri

Bal arıları (*Apis mellifera*), Hymenoptera (arılar, eşek arıları, karıncalar, vb.) böcek takımında Apidae (sosyal arılar) familyasına ve Apoidea (tüm arılar) üst familyasına ait sosyal böceklerdir (Dar, 2019). Bal arılarının tarımsal önemi, özellikle bitkilerin tozlaşmasındaki rolleri ile öne çıkar. Birçok bitki türü, tozlaşma olmadan meyve veremez veya tohum oluşturamaz. Bal arıları, çiçekten çiçeğe polen taşıyarak bitkilerin tozlaşmasına ve bu sayede üremesine yardımcı olurlar. Bu süreç, tarımsal üretimin, ekosistemin ve biyolojik çeşitliliğin sürdürülmesi için çok önemlidir. Bal arıları yalnız tarımsal bitkilerin değil, aynı zamanda yabani bitkilerin de tozlaşmasına katkıda bulunurlar. Bu özellikleri, bitki topluluklarının çeşitliliğini ve dengesini korumaya yardımcı olur. Ayrıca, bal arıları, ekosistemlerin enerji akışında ve besin döngülerinde önemli bir rol oynar (Klein et al., 2007). Bal arıları aynı zamanda, bal, arı sütü, balmumu, propolis, arı poleni, apilarnil ve arı zehiri gibi ürünlerin üretimini de gerçekleştirir. Bu ürünler, gıda, ilaç ve kozmetik endüstrilerinde geniş bir kullanım alanına sahiptir. Dünya genelinde arıcılık, milyonlarca insanın geçim kaynağını oluşturur. Bal arıları, aynı zamanda ekosistem hizmetlerinin ekonomik değerine de büyük katkı sağlar (Bradbear, 2009).



Şekil 2.1. Anadolu bal arısı ekotipi, *Apis mellifera anatoliaca* (Ekin Varol, 2020).

Bal arılarında "ekotip," belirli bir coğrafi bölgeye adapte olmuş ve bu bölgenin iklim, flora ve diğer çevresel koşullarına uyum sağlamış arı popülasyonlarını ifade eder. Ekotipler, genellikle aynı türün farklı popülasyonları arasında genetik, morfolojik ve davranışsal farklılıklarla tanımlanır. Bu farklılıklar, arıların belirli çevresel koşullara uyum sağlama süreçlerinin bir sonucudur. Ekotiplerin belirlenmesi ve tanımlanması, arı yetiştiriciliği ve arıların korunması açısından büyük önem taşır. Ekotipler, yerel çevresel koşullara en iyi uyum sağlayan arı popülasyonları olmaları nedeniyle genellikle hastalıklara, zararlılara ve çevresel strese karşı daha dirençlidir (De la Rúa et al., 2009). Türkiye, geniş coğrafi ve iklim çeşitliliği sayesinde birçok bal arısı ekotipine ev sahipliği yapmaktadır. Bu ekotipler arasında Anadolu, Trakya, Kafkas ve Muğla arıları bulunmaktadır. Örneğin, Anadolu ekotipi, Orta Anadolu'nun karasal iklim koşullarına uyum sağlamış bir popülasyondur ve bu nedenle soğuk kış şartlarına karşı yüksek direnç gösterir (Kence vd., 2009). Ekotipler arasında genetik ve morfolojik farklılıklar bulunur. Bu farklılıklar, ekotiplerin çevresel koşullara uyum sağlama süreçlerini yansıtır. Genetik analizler, ekotiplerin birbirinden farklı gen havuzlarına sahip olduğunu ve bu farklılıkların adaptasyon süreçlerini desteklediğini göstermektedir (Garnery et al., 1998). Morfolojik olarak, kanat yapısı, vücut boyutu ve renk gibi özellikler, ekotipler arasında belirgin farklılıklar gösterebilir. Ekotiplerin korunması, arıcılık sektörünün sürdürülebilirliği ve biyolojik çeşitliliğin devamı açısından kritik öneme sahiptir. Yerel ekotiplerin korunması, bu arı popülasyonlarının çevresel değişikliklere karşı dayanıklılığını artırır ve arıcılık verimliliğini optimize eder. Ayrıca, ekotiplerin korunması, yerel ekosistemlerin sağlığı ve tarımsal üretimin sürdürülebilirliği bakımından da önemlidir (Meixner et al., 2010).

2.2 Bal Arılarının Sınıflandırılması

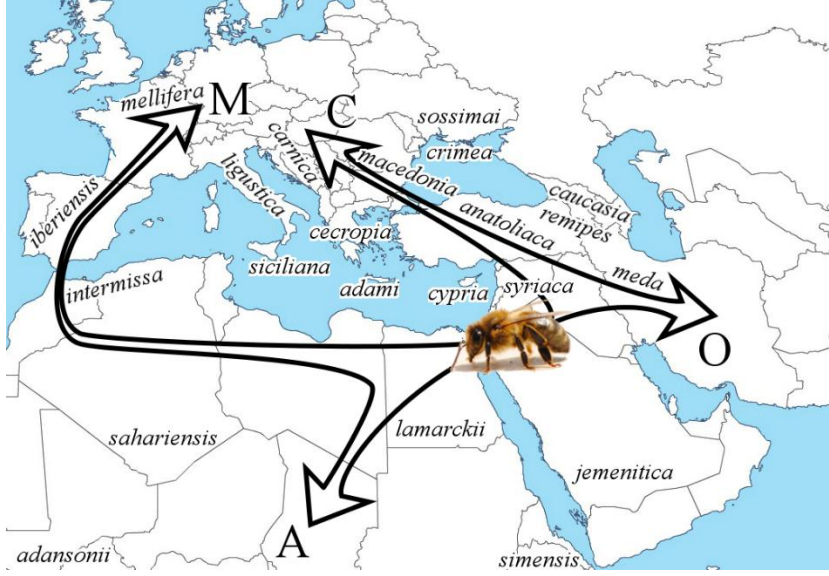
Bal arılarının sınıflandırılması, türler arasındaki genetik, morfolojik ve davranışsal farklılıklara dayanmaktadır. Bal arılarının da dahil olduğu *Apis* cinsinde sekiz ana tür bulunmaktadır. Bu türler arasında en yaygın ve ekonomik açıdan en önemli olanı, Batı bal arısı (*Apis mellifera*) ve Doğu bal arısı (*Apis cerana*) türleridir. *Apis mellifera* türü, Avrupa, Afrika ve Orta Doğu'da yaygın olarak bulunur ve arı ürünlerinin üretimi ile birlikte bitkisel üretimde önemli bir rol

oyunar. *Apis cerana* ise Asya kıtasında yaygındır ve genellikle *Apis mellifera* ile benzer ekolojik çevrelerde bulunur (Engel, 1999). *Apis* cinsi, bal üretimi ve depolanması ve balmumundan çok yıllık yuvalar inşa etmesiyle ayırt edilir. En iyi bilinen ve yaygın olarak çalışılan tür, genellikle Batı bal arısı olarak bilinen *Apis mellifera*'dır (Michener, 2000). *Apis mellifera* türünün taksonomik sınıflandırılması Şekil 2.2'de verilmiştir.

Alem	Animalia	
Şube	Arthropoda	
Sınıf	Insecta	
Takım	Hymenoptera	
Familya	Apidae	
Cins	<i>Apis</i>	
Tür	<i>Apis mellifera</i>	

Şekil 2.2. *Apis mellifera* taksonomik sınıflandırılması.

Apis cinsi içinde *Apis cerana* (Asya bal arısı), *Apis dorsata* (dev bal arısı) ve *Apis florea* (cüce bal arısı) gibi çeşitli türler bulunmaktadır. Bu türlerin her biri farklı davranışlar, morfolojiler ve ekolojik adaptasyonlar sergilemektedir (Ruttner, 1988). Örneğin *Apis cerana*, Güney ve Güneydoğu Asya'ya özgüdür ve *Apis mellifera*'yı etkileyen bazı zararlılara ve hastalıklara karşı dirençli olmasıyla bilinir (Oldroyd ve Wongsiri, 2006). *Apis mellifera* içerisinde, Avrupa, Afrika ve Orta Doğu'daki çeşitli çevresel koşullara uyum sağlamış çok sayıda alt tür bulunmaktadır. Bu alt türler arasında *Apis mellifera ligustica* (İtalyan bal arısı), *Apis mellifera carnica* (Karniyol bal arısı) ve *Apis mellifera scutellata* (Afrika bal arısı) da yer almaktadır. Her bir alt tür, davranış, renklenme ve hastalıklara karşı direnç gibi farklılıklar gibi onları kendi doğal ortamlarına uygun hale getiren belirli özellikler sergiler.



Şekil 2.3. *Apis mellifera* alttürlerinin bazı yayılış alanları (Lelercq, 2018).

Ülkemizde 5 ayrı bal arısı ırkının (*Apis mellifera anatoliaca*, *Apis mellifera carnica*, *Apis mellifera caucasica*, *Apis mellifera syriaca*, *Apis mellifera meda*) varlığı, moleküler ve morfometrik tekniklerin birlikte kullanılmasıyla belirlenmiştir. Ülkemizde Samsun'dan ülkenin kuzeydoğusuna kadar olan kısımda *Apis mellifera caucasica*, güneyde Suriye sınırındaki küçük bir alanda *Apis mellifera syriaca*, Güneydoğu Anadolu'da *Apis mellifera meda*, bunlar dışında kalan tüm bölgelerde ise *Apis mellifera anatoliaca* alttürlerinin yayılış gösterdiği morfometrik karakterler kullanılarak yapılan araştırma sonuçlarına ile bildirilmiştir (Smith et al., 1997; Kandemir vd., 2006a). Anadolu arısı sert iklim koşullarına dayanıklılığı, tutumluluğu, yüksek kışlama ve yön bulma yeteneği, ana arı ve işçi arılarda uzun yaşam gibi özellikleriyle öne çıkmaktadır (Adam, 1987). Batı Anadolu'dan başlayarak güneye doğru Antalya'ya kadar olan bölgede Anadolu bal arısının Muğla arısı da denilen Ege ekotipi yetiştirilmektedir (Erdoğan vd., 2010).

2.3 Bal Arısı İrk ve Ekotiplerini Belirlemede ve Sınıflandırmada Kullanılan Morfometrik Yöntemler

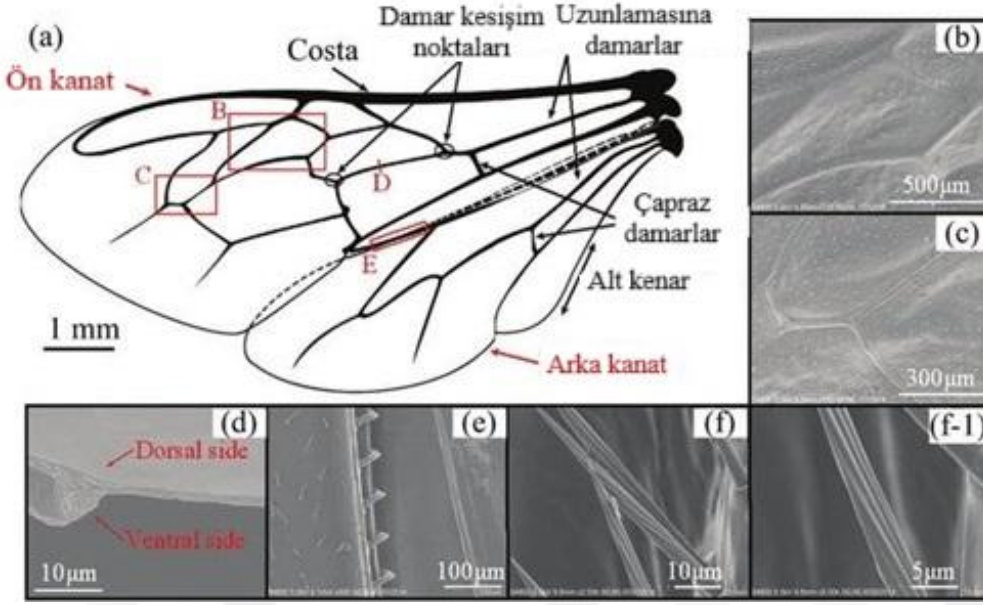
Bal arıları (*Apis mellifera* L.) geniş doğal dağılım yelpazesi içinde hem davranışsal hem de morfolojik birçok özellik bakımından farklılık gösteren birçok coğrafi ırk veya alt tür olarak ortaya çıkarlar. Bu alttürlerin ayrımı geçmiş yıllarda

tanımlayıcı yöntemlere dayanmakta iken bu yöntemlerin yetersiz olduğu kanıtlanması ile morfometrik yöntemler kullanılmaya başlanmıştır (Ruttner, 1988).

Bal arılarında (*Apis mellifera*) morfometrik yöntemler, arıların fiziksel özelliklerini inceleyerek genetik ve çevresel etkileri belirlemeye yarayan önemli araçlardır. Bu yöntemler, arıların alt türlerini, popülasyon yapılarını ve çevresel adaptasyonlarını analiz etmek için kullanılır. Son beş yılda yapılan araştırmalarda, çeşitli morfometrik tekniklerin geliştirilmesi ve uygulanması ile ilgili önemli ilerlemeler kaydedilmiştir. Klasik morfometrik yöntemler, arıların çeşitli morfolojik özelliklerini ölçerek alt türlerin tanımlanmasında kullanılırken, geometrik morfometri kanat şekillerinin analizine odaklanır.

Klasik morfometri, bal arılarının fiziksel özelliklerini ölçerek ve analiz ederek alt türlerin ve popülasyonların belirlenmesi ve tanımlanması için kullanılan bir yöntemdir. Bu yöntem, genetik analizlere kıyasla daha düşük maliyetli ve daha erişilebilir olması nedeniyle yaygın olarak tercih edilmektedir. Klasik morfometri, çeşitli morfolojik özelliklerin ölçülmesini ve bu verilerin istatistiksel analizler ile değerlendirilmesini içerir. Klasik morfometride vücut ölçümleri ile arıların baş, toraks ve abdomen gibi vücut bölümlerinin uzunluk ve genişlik ölçümleri yapılır. Bu ölçümler, arı alt türlerinin ve popülasyonlarının tanımlanmasında kullanılır (Bustamante et al., 2019).

Kanat uzunluğu, genişliği ve kanat damarlarının ölçümleri, klasik morfometrinin önemli bir parçasıdır. Kanat morfometrisi, özellikle alt türlerin ayırımında ve popülasyonların genetik yapılarını belirlemede etkili bir yöntemdir (Henriques et al., 2020).



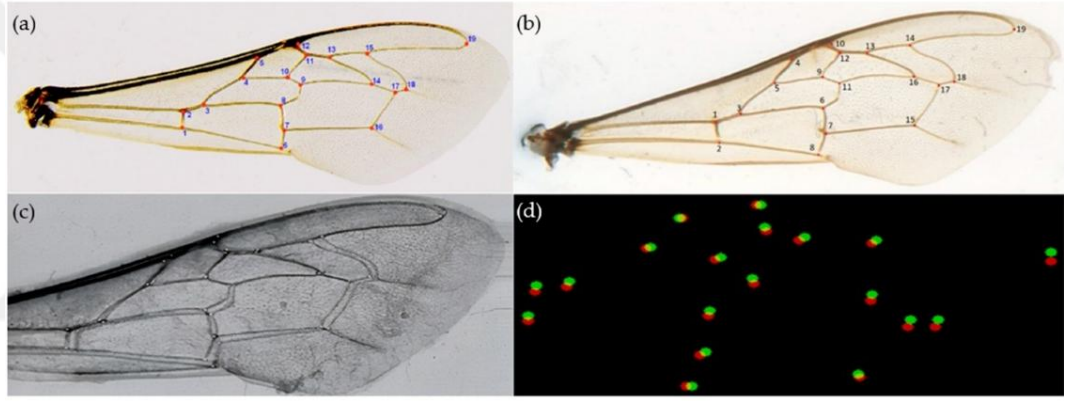
Şekil 2.4. *Apis mellifera* işçi arısı kanat morfolojisi. (a) Bir çift birleşik kanat (b) Öñ kanadın sırt tarafının scanning elektron mikroskobu (SEM) görüntüsü; (c) Öñ kanadın ventral tarafının SEM görüntüsü; (d) Öñ kanattaki bir damarın enine kesitinin SEM görüntüsü; (e) Öñ ve arka kanadın (ventral taraf) bağlantı yapısının SEM görüntüsü; (f, f-1) Kanat kollarının farklı büyütmelerdeki SEM görüntüleri (Yun et al., 2017)

Arıların vücut üzerindeki kılların uzunluk ve yoğunluğu da morfometrik analizlerde kullanılan parametreler arasındadır. Bu ölçümler, özellikle çevresel adaptasyonların ve ırklar arası melezleşme durumlarının incelenmesinde önemlidir. Bal arısı popülasyonlarını tanımlamak veya ayırt etmek için boyut ve açı karakterlerinin ölçümleri yeterli olabileceği (Koca ve Kandemir, 2013) ancak Geometrik Morfometri'nin tüm dünyada olduğu gibi Türkiye'de de bal arısı popülasyonlarının ayırt edilmesi veya tanımlanmasında klasik morfometriye göre daha basit ve etkili olduğu bildirilmiştir (Tofilski, 2008; Francoy et al., 2009; Kandemir vd., 2011; Miguel et al, 2011).

2.3.1 Bal arılarının sınıflandırılmasında geometrik morfometri yöntemi

Geometrik morfometri, ekolojik ve evrimsel çalışmalarda şekil varyasyonlarını ve diğer değişkenlerle ortak kovaryanslarını açıklamak için kullanılan bir yöntemdir (Adams ve Otárola-Castillo, 2013). Bal arılarında kanat morfometrisi, evrimsel soyların belirlenmesine ve alt türler içindeki genetik yapının değerlendirilmesine yardımcı olmaktadır (Henriques, 2020). Geometrik morfometri yöntemi, arıların farklı çevresel koşullara nasıl adapte olduklarını incelemek için

kullanılabilir. Örneğin, aynı türün farklı ekotipleri arasında çevresel değişikliklere bağlı olarak ortaya çıkan morfolojik farklılıklar, geometrik morfometri ile analiz edilebilir. Geometrik morfometri, bal arılarında ön kanatlarının şeklini ve boyutunu analiz ederek farklı bal arısı popülasyonlarının belirlenmesine yardımcı olur (Aglagane et al., 2022). Bal arılarında kanat geometrik morfometrisinin, karmaşık genetik yapıları belirleyebileceği ve popülasyon yapısının ön tahmini için güvenilir bir alternatif olabileceği belirtilmektedir (Henriquez et al., 2020). Ön tanılama olarak da değerlendirilen ve kanat damarı kesişim koordinatları kullanılarak yapılan geometrik morfometrik tekniklerin, sadece ön kanatları kullanarak bal arısı türlerinin %99,4'ünü doğru bir şekilde tanımlayabileceği bildirilmiştir (Bustamente, 2021).



Şekil 2.5. Bal arılarının sınıflandırılmasında kanat morfometrisi (a) Bal arısı işçilerinin 19 işaret noktasını gösteren sağ ön kanatları. (b) DeepWings© yazılımı tarafından bir görüntü örneği. (c) DeepWings©'in kanat detektörü tarafından çıkarılan M-soyundan *Apis mellifera mellifera* ve *Apis mellifera iberiensis* alt türlerinin sağ ön kanatlarının örtüşmesi. (d) Procrustes hizalamasından sonra, bu iki bal arısı alt türü arasındaki konumsal sapmaları gösteren iki ön kanadın yer işaretleri. (Rodrigues et al., 2022).

Tofilski (2008) geometrik morfometriklerin üç bal arısı alt türünü (*A. m. mellifera*, *A.m. carnica* ve *A. m. caucasica*) standart morfometriye göre marjinal olarak daha iyi ayırt ettiğini göstermiştir. Geometrik morfometrinin bal arılarının alt tür taksonomisini değerlendirmek ve çözmek için güçlü bir araç olabileceği ön görülmektedir (Kandemir vd., 2011) Geometrik morfometrik yöntem, kanat damarlarının kesişme noktalarında bulunan ve nirengi noktaları veya homolog noktalar olarak da adlandırılan anatomik referans noktalarının Kartezyen koordinatlarını kullanmaktadır. Referans noktaları bireye özgüdür ve biyolojik bir yapı veya görüntü üzerinde bazı kriterlere (homoloji, şekil ve eş düzlemlilik vb.)

göre konumlandırılmıştır. Geometrik morfometride referans noktaları ile belirli karşılaştırmalar için geometrik şekilden yararlanılmaktadır (Klingenberg, 2011). Türkiye'de bal arılarında geometrik morfometri yöntemlerini kullanarak yapılan çalışmalar, arı popülasyonlarının genetik ve morfolojik çeşitliliğini belirlemek ve koruma stratejileri geliştirmek amacıyla önemli bulgular ortaya koymuştur.

Türkiye'deki bal arısı çeşitliliğinin geometrik morfometrik yöntemler kullanılarak incelendiği bir çalışmada kanat damarlarının kesişim noktalarındaki sapmalar, Draw Wing yazılımı ile analiz edilmiştir. Kanat damar açılarındaki sapmalara göre popülasyonları ayırt etmek için Generalized Procrustes Analizi ve Temel Bileşenler Analizi kullanılmıştır. Çalışma, Türkiye'deki bal arılarının iki ana gruba ayrıldığını ve Güneydoğu Anadolu arılarının şekil morfolojisi açısından diğer bölgelerden farklılık gösterdiğini ortaya koymuştur (Kekeçoğlu vd., 2021).

Trakya ve Batı Anadolu bölgelerindeki bal arılarının detaylı morfolojik ve genetik karakterizasyonu yapıldığı bir çalışmada 1650 işçi arı örneği ve 217 bal arısı örneği, tRNA_{leu-cox2} bölgesinin DNA dizilimi kullanılarak analiz edilmiştir. Marmara Denizi'nin, arı popülasyonlarının morfometrik farklılıklarında güçlü bir bariyer rolü oynadığı belirlenmiştir. Trakya bal arılarının, genetik analizler sonucunda *A. m. macedonica* alt türüne daha yakın olduğu ortaya konmuştur (Özdil vd., 2022).

Türkiye'deki bal arılarının genetik yapısının ve çeşitliliğinin incelendiği bir başka çalışmada kanat morfometrisi ve derin öğrenme teknikleri kullanılarak kanat üzerindeki 19 nokta otomatik olarak tespit edilmiş ve alt türlerin sınıflandırılması yapılmıştır (Rodrigues et al., 2022).

Yapılan çalışmalar, bal arılarının genetik ve morfolojik çeşitliliğinin belirlenmesinde ve korunmasında morfometrik analizlerin önemli bir araç olduğunu göstermektedir. Geometrik morfometri yöntemleri, bal arılarının alt türlerinin ve popülasyonlarının doğru bir şekilde tanımlanmasını sağlayarak, arıcılık uygulamalarının sürdürülebilirliğini desteklemektedir. Yapılan araştırmaların sonucularına göre, geometrik morfometri ile tüm arı alttürlerinin birbirlerinden açık şekilde ayrılabilirdiği, alttürlerin gruplanabildiği, klasik

morfometriye göre bal arısı alttürlerini ayırt etmede ve tanımlamada daha güçlü bir yöntem olduğu ortaya konmuştur. Ayrıca diğer tekniklerle birlikte de kullanılabileceği sonucuna varılmıştır. Edirne, Balıkesir, Çanakkale, Denizli, Muğla ve Gökçeada'dan aynı bölgelerden farklı yıllarda toplanan eski ve güncel bal arısı örneklerinin geometrik morfometri ile incelendiği bir çalışmada, geçmiş ve şimdiki genel örneklerin istatistiksel olarak birbirinden farklı olduğu gözlenmiştir ($p < 0.0001$). Eski ve yeni örneklerde popülasyonlardaki değişimlerin, farklı alt türlerle ait ana arı ve kolonilerin kontrolsüz satışı ve özellikle ana arı yetiştirme sezonlarında farklı bölgelerde yürütülen arıcılık faaliyetlerinin, popülasyonların gen havuzlarında değişikliklere katkıda bulunabileceği belirtilmiştir (Kösoğlu vd., 2021).

2.4 Bal Arısı Ürünleri ve Apiterapi

Bal arıları, insanlara çeşitli faydalar sağlayan birçok ürün üretirler. Bu ürünler arasında bal, balmumu, arı poleni, propolis, arı sütü, arı ekmeği, apilarnil ve zehiri bulunur. Yapılan araştırmalar, bu ürünlerin sağlık üzerindeki olumlu etkilerini ve çeşitli kullanım alanlarını ortaya koymuştur. Bal, arıların çiçek nektarını toplayarak ürettiği doğal bir üründür. İçerisinde çeşitli vitaminler, mineraller, antioksidanlar ve enzimler bulunur. Balın antioksidan, antimikrobiyal ve antienflamatuar özellikleri vardır ve bu nedenle yaraların iyileştirilmesinde, öksürük ve boğaz ağrısının hafifletilmesinde kullanılır (Almasaudi, 2020). Balmumu, arıların petek yapımında kullandıkları doğal bir maddedir. Nemlendirici ve koruyucu özellikleri nedeniyle kozmetik ve farmasötik ürünlerde yaygın olarak yer aldığı gibi, balmumu cilalama, mum yapımı ve gıda kaplaması gibi çeşitli endüstriyel uygulamalarda da kullanılır (Gupta ve Anjali, 2023). Arı poleni, arıların çiçeklerden topladığı ve kovanlarına getirdiği tozlaşma ürünüdür. Yüksek protein, amino asit, vitamin ve mineral içeriği ile bilinir. Arı poleni, besin takviyesi olarak tüketilir ve yüksek antioksidan, antienflamatuar ve immünmodülatör özelliklere sahiptir (Mărgăoan et al., 2019). Propolis, arıların ağaç reçinelerinden ve diğer bitkisel kaynaklardan topladığı yapışkan bir maddedir. Antimikrobiyal, antienflamatuar ve antioksidan özelliklere sahiptir. Propolis, özellikle enfeksiyonların tedavisinde ve bağışıklık sisteminin güçlendirilmesinde kullanılır (Kurek-Górecka et al., 2020). Arı sütü, işçi arılar tarafından kraliçe arı ve larvaların beslenmesi için üretilen

besleyici bir maddedir. Yüksek protein, vitamin ve mineral içeriği ile bilinir. Arı sütü, bağışıklık sistemini destekleyici, enerji verici ve yaşlanma karşıtı etkileri nedeniyle besin takviyesi olarak kullanılır. Arı ekmeği, arıların topladığı polenin arı tükürüğü ve çiçek nektarı ile karıştırılarak petek gözlerinde fermente edilmesiyle oluşan bir üründür. Arı ekmeği, yüksek protein, amino asit, vitamin ve mineral içeriği ile dikkat çeker ve hem arılar hem de insanlar için önemli bir besin kaynağıdır (Bakour et al., 2019). Apilarnil, erkek arı larvalarının pupa dönemine geçmeden önceki 3-7 günlük larval safha dönemleridir. Çok güçlü bir biyolojik ajan olan apilarnil, kimyasal yapısına göre saf ya da liyofilize şekilde tıp, gıda ve kozmetik alanlarında kullanılmaktadır (Yücel ve Varol, 2021). Arı zehri, arıların savunma mekanizması olarak salgıladıkları bir maddedir. Terapötik özellikleri nedeniyle romatizmal hastalıkların tedavisinde, ağrıların hafifletilmesinde ve bazı nörolojik hastalıkların endikasyonunda kullanılır. Arı zehri ayrıca antienflamatuar ve analjezik etkiler gösterir (Akbari ve Nourizadeh, 2020).

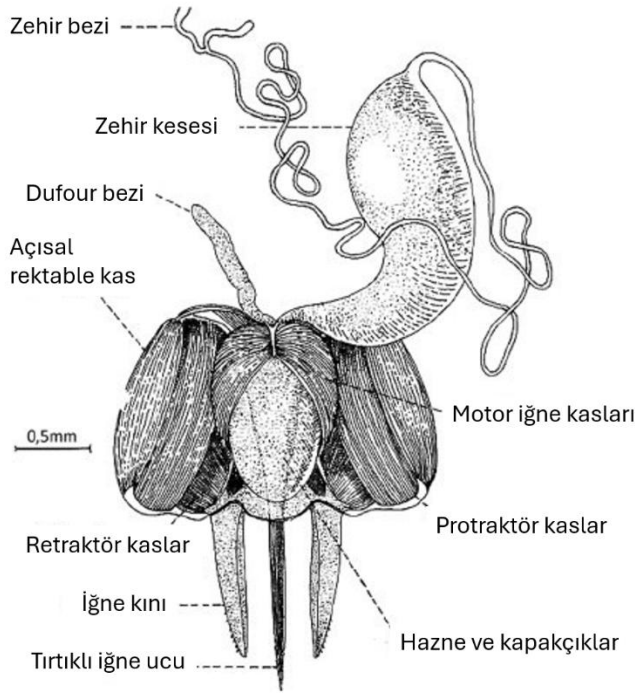
Apiterapi bilimsel olarak ‘Arı ürünlerinin insan, hayvan ve bitki sağlığında koruma ve tedavi edici özelliklerinin uygulamalı kullanım yöntemlerinin bütünü’ olarak kabul edilen tıbbi tamamlayıcı bir uygulamadır. Son yıllarda Apiterapi, bir başka deyişle ‘arı (arı ürünleri) ile tedavi’ insanların doğal yaşama dönüş eğilimi ile daha fazla gündeme gelmeye başlamıştır (Yücel ve Ceylan, 2015; Wehbe et al., 2019). Eski çağlardan beri arı ürünleri, geleneksel tıpta yaygın olarak kullanılmaktadır. Bununla birlikte arı ürünlerinin içeriğinin özellikle toplandığı bölge ve bitki türüne bağlı olarak değişkenlik göstermesi, arı ürünlerinin tamamen doğal ürünler olması ve arı ürünlerinde standardizasyon problemleri gibi sebeplerden dolayı, arı ürünlerinin modern tıpta kullanımı gelişmemiştir. Fakat, son yıllarda sentetik ilaçların yan etkilerinin ortaya çıkması ve bu hastalık etmenlerinin ilaçlara karşı dayanıklı hale gelmesi sonucu yeniden doğal ürünlerden yararlanmaya eğilim artış göstermiştir. Bu yönüyle arı ürünleri tıbbi tedaviye destek sağlayan bir argüman olarak önem kazanmıştır. Yapılan araştırmalarda arı ürünlerinin antimikrobiyal, antioksidan, anti-enflamatuar, anti-kanser, immünomodülatör etkileri, araştırmacıları apiterapiye yöneltirken, bu ürünlerin her geçen gün tamamlayıcı tıpta kullanımının geliştirilmesine de katkıda bulunmaktadır (Çelik ve Aşgun, 2016; Wehbe et al., 2019).

2.4.1 Bal arısı zehiri genel özellikleri

Sosyal böcekler olan karıncalar, arılar ve eşek arıları (Insecta: Hymenoptera) kendilerini ve kolonilerini savunmak için sokma eğilimi göstermeleri ile bilinirler. Çoğu hymenopteran, yumurtalarını bırakmak için modifiye edilmiş bir ovipozitör olan iğnelerini kullanır. Ancak, bu sosyal böcekler iğnelerini ve zehirlerini saldırı ya da savunma silahı olarak kullanırlar. Yaygın sokma tehdidi olan türler arasında bal arıları (Apis), sarıca arılar (Vespinae), kağıt eşekarısı (Polistes) ve ateş karıncaları (Solenopsis) bulunur. Bu grupların her biri, koloninin sistemik uyumunu ve gücünü sürdüren yiyecek arama, savunma, yavru yetiştirme ve üreme davranışları sergiler (Reed ve Landolt, 2019).

Birçok böcek türü arasında sadece çok azı sokma sırasında zehir enjeksiyonu ile kendilerini savunma yeteneğine sahiptir (Ali, 2012). Arı kolonisi, bir tehlike ile karşı karşıya kaldığında kovanın giriş deliği civarında veya koloni kümesi etrafındaki arılar, abdomenlerini yukarı doğru kaldırır, iğnelerini dışarı çıkarır ve havaya alarm feromonu salgırlar. Bu feromonların varlığını anlayan kolonideki diğer arılar, derhal harekete geçer ve tehlikeyi ortadan kaldırmaya veya kendilerini savunmaya çalışırlar. Arı iğnesi, insan veya memeli hayvanları soktuğunda dokuda gömülü olarak kaldığı için, alarm feromonu salgısı devam eder. Böylece diğer arıların aynı hayvana saldırımları sağlanmış olur (Morse, 1975). Arı zehiri, arı kolonilerini düşmandan korumak ve bir uyarı sinyali olarak kullanılan, arıların zehir bezinden gelen bir salgıdır. Bir arı sokmasından sonra, zehrin uçucu bir kısmının buharlaştığı ve diğer arılara bir düşmanın varlığına ilişkin belirli bir alarm görevi gördüğü varsayılmaktadır. Arı zehrinin vücutta üretildiği yer arının karın boşluğudur, bu sistem bir tarafta zehir salgılayan bir zehir bezi ile bağlantılı iken diğer tarafta iğneye giden küçük bir kanal ile bağlantılıdır (Gajski et al., 2024). Arı zehiri, işçi arının karnının son segmentinde bulunan zehir kesesinden salgılanır. Arı iğnesi yaklaşık 2 mm uzunluğundadır ve sivri uçludur (Simics, 1994). Bal arısı zehiri (apitoksin), zehir kesesinde depo edilir (Kokuludağ, 2015). Arıların, özellikle de bal arılarının en önemli savunma ve saldırma organı iğnedir. Bal arılarında bulunan ve ovipositör adı verilen organın yapısal değişikliğe uğraması ile oluşmuştur. Arı iğnesi, ovipositör adı verilen yumurtlama organının yapısal değişikliğe uğramış şeklidir ve yalnızca ana arı ile işçi arılarda bulunur, erkek

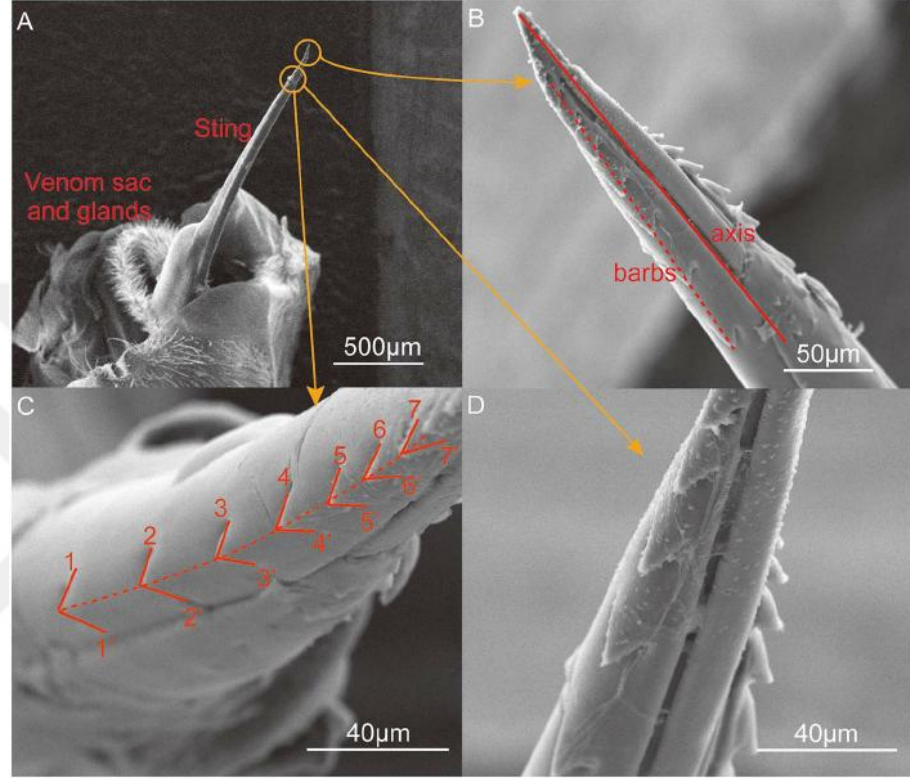
arılarda ise iğne bulunmaz; bu sebeple de sokma özelliği ve zehir, erkek arılar dışındaki ana arı ve işçi arılarda vardır (de Lello, 1971; Altıntaş ve Bektaş, 2018). İğne, doğrudan zehir kesesine bağlıdır ve 'stylet' adı verilen bir üst parça ve 'lanset' adı verilen iki alt parçadan oluşmaktadır. İki parçanın ortasında zehir kanalı bulunmaktadır. Bu yapı, arı vücudundan dışarı doğru gidildikçe incelen biçimdedir (Şekil 2.2). İğne bir dokuya girdiğinde kasların da etkisiyle, lansetler ileri doğru harekete geçer ve zehir kesesinde bulunan arı zehiri, zehir kanalının aracılığı ile sokulan yere enjekte edilir (Bektaş, 2016; Pucca et al., 2019; Ramirez-Esquivel and Ravi, 2023).



Şekil 2.6. Arı iğnesi ve zehir kesesinin anatomik yapısı (Ferreira Jr et al., 2012).

Bal arıları insan ve bazı hayvanlardaki kadar sert bir deriye sahip canlıyı soktuğunda, zehir kesesi, kaslar ve sinir merkezi dahil olmak üzere tüm sokma aparatlarını kaybeder. Bu sinirler ve kaslar, zehir kesesi boşalana kadar bir süre zehir enjekte etmeye devam eder. Vücudunun bu kadar önemli bir bölümünün kaybı arılar için daima ölümcüldür (Schumacher, 1989). Bal arılarının zehir keselerinde depo edilmiş olan arı zehirinin miktarı yaklaşık 0,3 mg'dır (Selçuk vd., 2010; Komi et al., 2018; Altıntaş ve Bektaş, 2018). Bununla birlikte, genç bir ana arı 0,7 mg zehir üretebilir (Benton ve Morse, 1968; Kokuludağ, 2015). Yeni ergin hale gelmiş

1 günlük arıların vücutlarında bir miktar arı zehiri mevcut olmasına rağmen, bu dönemde iğnenin henüz sert olmaması nedeniyle sokamazlar. İkinci günden itibaren asit salgı bezinin aktivitesi artar ve 16- 19 günlük arılarda arı zehiri üretimi en yüksek seviyeye ulaşır. Bir arıdaki zehir miktarı mevsime ve arının yapısına göre 0.05-0.3 ml/arı olacak şekilde değişiklik gösterir (Habermann, 1972).

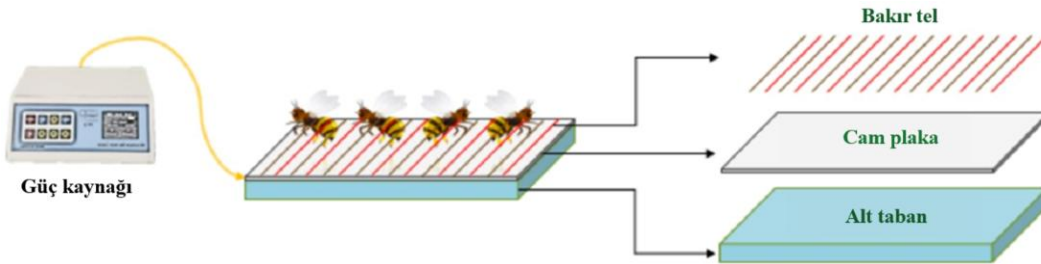


Şekil 2.7. Bal arısı iğnesinin elektron mikroskobu görüntüleri, (A) İğne, zehir kesesi ve ilgili bezler, (B) İğnenin aksel yönü boyunca dikenler, (C) Dikenlerin büyütülmüş görünümü, (D) İki sıra dikenin büyütülmüş görünümü (Wu et al., 2014).

2.4.2 Bal arısı zehiri elde edilme yöntemleri ve zehirin saklanması

Ergin arının pupadan çıkması ile zehir bezleri faaliyete geçer ve üç günde zehir salgılamaya başlayabilir. En yüksek zehir miktarı, ilkbahar ve yaz mevsiminde üretilir (Özbek, 1990; Sunay ve Samancı, 2016; Altıntaş ve Bektaş, 2018). Zehir alınması esnasında arı sokma olayını defalarca yapsa bile zehir kesesinde bulunan zehrin tamamının boşaltması mümkün olmayacaktır. Tek bir arıdan ancak 0,5-1,0 µl miktarında zehir alınabilir. Bu sebeple bir arıdan elde edilebilen kuru zehir miktarı 0,1 µg'dan daha azdır. Zehir bezinin cerrahi yolla çıkarılması veya arının sıkılarak zehirini boşaltmasının sağlanması geleneksel tıpta

arı zehrinin toplanma yollarındandır (Korkmaz ve Korkmaz, 2015; Bektaş, 2016). Arı zehiri, çeşitli yöntemlerle toplanabilmektedir. Bu yöntemlerde amaç, genellikle arıların zarar görmesini en aza indirgeyerek yüksek verim ve kalitede arı zehiri elde edilmesidir. Arı zehrinin elde edilmesinde kullanılan en eski yöntem tek tek arılardan zehirin toplanması şeklinde olmasına rağmen, bu yöntem pek tercih edilmemektedir. Bu yöntem, arının iğnesinin doğrudan bir yüzeye batırılmasıyla gerçekleştirilir. Arıların iğneleri, belirli bir yüzeyde bırakılarak zehir toplanır. Bu yöntem daha az verimli olup, genellikle araştırma amaçlı küçük miktarlarda zehir toplamak için kullanılır (Pucca et al., 2019). Bugün geçerliliğini koruyan yöntem; klasik elektroşok metoduyla arı zehrinin alınması yöntemidir. Elektriksel uyarım yöntemi veya elektroşok yöntemi, en yaygın kullanılan yöntemlerden biridir. Bu yöntemde, arı kovanının girişine veya üstüne elektrikli bir ızgara yerleştirilir. Arılar ızgaraya dokunduğunda hafif bir elektrik şoku alır ve zehirlerini bırakırlar. Zehir, cam veya plastik bir plaka üzerinde toplanır ve kurutulur (El-Bahnasy et al., 2020). Elektroşok yönteminde, kovana yerleştirilen tel bir ızgara, ızgaranın alt kısmına sabitlenen geçirgen bir yüzey ve zehrin toplanacağı bölmeden oluşan bir düzenekle çalışılmaktadır. Bu yöntemde; kovana aralıklarla (genellikle 30 dakikada bir) elektrik akımı verilmekte ve bu akımı bir tehdit olarak gören bal arısının, tel ızgaraya temas ettiği zaman geçirgen yüzeye iğnesini batırarak zehrini enjekte etmesi ve bırakması sağlanır. Bu yöntem ile yapılan toplama işlemi arılara zarar vermez (Şekil 2.4) (Tolon, 2000; Kelle, 2007; Bektaş, 2016). Elektroşok ile arı zehiri toplama yöntemlerinden biri de, kovana içine yerleştirilen çerçeve kollektörleridir. Bu çerçeveler, arıların doğal davranışlarını bozmadan zehir toplamayı sağlar. Bu yöntem, zehir verimini artırırken arıların zarar görmesini de önler (Serrinha et al., 2019).



Şekil 2.8. Arı zehiri toplama aparatı (Lischer et al., 2022).

Cam levha, zehirin kuruması için bırakılır ve daha sonra yüzeyden kazıma işlemi ile arı zehiri toplanır. Bu yöntem, özellikle büyük miktarlarda zehir toplamak için kullanışlıdır (Frangieh et al., 2019). Toplanan arı zehiri işlemin başında berrak bir görüntüde iken, işlemin sonunda kristalize forma geçerek beyaz renkli bir toz halini alır. Bir arıdan, yaklaşık 0,1 µg kuru ağırlığa eşit zehir toplanmaktadır. Kovanda bulunan arı kolonisinde yaklaşık 10 bin arının olduğu düşünülürse, 30 dakika süren bir zehir toplama işleminin sonunda elde edilen zehir miktarı ancak 1g kadar olacaktır. Toplanan 1 g toz ham zehir, kullanılacağı zaman 1 L serum fizyolojik içerisinde çözdürülebilmektedir (Simics, 1996; Kelle, 2007; Bektaş, 2016). Bir diğer yöntem ise ısıtılmış, sterilize edilmiş izotonik tuz çözeltisi içerisinde arı zehirinin çözdürülmesi ve mikrogözenekli filtre kağıdından süzülmesidir. Ancak bu yöntemin dezavantajı, ısıtılmış tuz çözeltisinin arı zehiri içerisindeki aktif komponentleri bir miktar yıkıma uğratmasıdır. Bu nedenle etkinliği canlı arıdan elde edilen zehirle kıyaslanamayacak kadar düşüktür (Tolon, 2000).



(A)



(B)

Şekil 2.9. (A) *Apis mellifera* bal arısı ve (B) ham arı zehiri (Varol, 2024).

Arı zehirinin biyolojik aktivitesini korumak için doğru saklama ve depolama koşullarına dikkat edilmelidir. Zehirin belirli bileşenlerinin oksidasyonundan kaynaklanan değişiklikler etken maddelerin etkinliklerini azaltabilir (İvgin Tunca ve Tunca, 2021). Saklama süresince zehirin kimyasal bileşenlerinin bozulmaması için belirli yöntemler kullanılmalıdır. Liyofilizasyon, arı zehirinin biyolojik aktivitesini koruyan etkili bir yöntemdir. Bu yöntemle, zehir önce dondurulur ve ardından vakum altında suyu buharlaştırılarak kurutulur. Liyofilize edilmiş zehir, uzun süre stabil kalabilir ve biyolojik aktivitesini kaybetmez (El-Wahed et al.,

2021). Arı zehiri, biyolojik aktivitesini korumak için -20°C veya daha düşük sıcaklıklarda saklanmalıdır. Dondurma yöntemi, özellikle melittin ve fosfolipaz A2 gibi proteinlerin stabil kalmasını sağlar. Bu saklama koşulunda, zehirin hemolitik aktivitesinde minimal değişiklik gözlenir (Yousefpoor et al., 2019). Dondurarak kurutma arı zehirini korumanın en etkili yöntemidir.

Liyofilizasyon dışındaki diğer yöntemlerde nemin bulunması, zehirin aktivitesini ve yapısını bozacağından ham zehirin saklanması için en uygun yöntem liyofilizasyondur. Kurutma işlemi sırasında zehir, cam veya plastik plakalar üzerinde kurutulur ve sonra toz haline getirilir. Kurutulmuş zehir, nem ve ışık geçirmeyen kaplarda oda sıcaklığında saklanabilir (Frangieh et al., 2019). Cam şişeler veya özel plastik kaplar, zehirin kimyasal bileşenlerini korumak için uygundur. Ayrıca, zehirin saklandığı ortamın nem seviyesinin düşük tutulması önemlidir. Arı zehiri nemden ve ışıktan korunursa beş yıl veya daha uzun süre saklanabilir (Bogdanov, 2016). Bununla birlikte biyolojik aktivitelerinin korunması için düzenli aralıklarla kalite kontrol testleri yapılmalıdır (Mahfouz et al., 2020).

Apis mellifera dışında kalan diğer *Apis* türlerinden elde edilen zehirler benzer yapıdadır. Ancak her bir tür içinde birbirinden kimi farklılıklar da bulunmaktadır. *Apis cerana* zehiri toksisitesinin, *Apis mellifera* zehirinden iki kat daha yüksek olduğu bilinmektedir. Arı zehiri miktar ve kalitesi üzerine, arılığın bulunduğu yörenin floral kaynaklarındaki polen miktarı ve kalitesi önemli düzeyde etki etmektedir. Özellikle ilkbaharda polen miktarı ve kalitesi en yüksek düzeydedir. (Benton ve Morse, 1968; Tolon, 2000).

2.4.3 Bal arısı zehirinin kalitesini etkileyen etmenler

Arı zehiri, sağlık ve tıbbi uygulamalarda geniş kullanım alanına sahip değerli bir biyolojik maddedir. Arı zehirinin kalitesi, çeşitli faktörlere bağlı olarak değişebilir ve bu faktörlerin belirlenmesi, yüksek kaliteli zehir üretimi için kritik öneme sahiptir. Arı zehiri kalitesi toplama ünitesinin teknik yapısı, toplama yöntemi, nektar akımının durumu, hava koşulları ve sağım sırasında kovanda bulunan arıların kronolik yaşı, arı zehiri kalitesi üzerine doğrudan etkilidir (Tolon, 2000). Bu faktörlerin dikkate alınması, yüksek kaliteli ve sürdürülebilir arı zehiri

üretimini sağlamak için önemlidir. Arı zehirinin tıbbi ve kozmetik uygulamalarda etkin bir şekilde kullanılabilmesi için bu parametrelerin optimize edilmesi gerekmektedir.

Arı zehiri, kalitesine göre sınıflara ayrılarak farklı uygulama alanlarında kullanılabilir. Saf kurutulmuş arı zehiri, tamamen kar beyazı rengindedir ve kirlenmemiş arı zehridir. En yüksek kalitede (1. sınıf) arı zehiri olarak nitelendirilir. Arı zehrinin toplanması, işlenmesi ve depolanması büyük özen gerektirir. Kurutulmuş arı zehirinin rengi sarımsı kahverengidir ve yabancı maddelerle kirlenmiş olabilir, daha düşük kaliteli (2. sınıf) arı zehri olarak nitelendirilir. Cam yüzeyinde herhangi bir koruyucu olmadan hasat edilir ve arılar cam yüzey ile doğrudan temas halindedir. Sıvı arı zehirinin ise, elde edilmesi çok zordur ve bu yöntemde arılar zehirlerini saf su içine boşaltırlar. Bu yöntemle zehirin içindeki bazı kuru ve buharlaşan maddeler de toplanmış olur. Yaygın olarak kullanılan bir yöntem değildir (Simics, 1995).

Arı zehiri kalitesini etkileyen faktörler arasında mevsim, hasat zamanı, hasat yeri, coğrafi konum ve arıcıların hasat ve depolama sırasındaki uygulamaları yer almaktadır (Kekeçoğlu vd., 2022). Aynı zamanda zehrin toplandığı bölge, zehirin protein profilini ve sitotoksitede gözlenen farklılıklarla kalitesini etkileyebilmektedir (Abrantes et al., 2017). Arıların besin kaynaklarının da özellikle arı zehrinin kalitesini ve miktarını etkileyebileceği ve farklı bitkilerin zehir bileşenlerinde farklılıklara neden olabileceği belirtilmektedir (Abusabbah, 2016). Sıcaklık, pH, UV radyasyonu, ultrason dalgaları ve depolama süresi gibi fizikokimyasal faktörler de arı zehrinin hemolitik aktivitesini etkileyebilmektedir (Yousefpoor et al., 2019).

2.4.3.1 Coğrafi konum ve iklim koşullarının etkisi

Coğrafi konum ve iklim koşulları, arı zehirinin kimyasal bileşimini ve kalitesini etkileyen önemli faktörlerdendir. Farklı bölgelerde ve iklimlerde toplanan arı zehirlerinin melittin, apamin ve fosfolipaz A2 (PLA2) gibi bileşenlerinin miktarlarında önemli farklılıklar gözlemlenmiştir. Örneğin, Türkiye'nin farklı şehirlerinden toplanan arı zehiri örneklerinde bileşenlerin oranları belirgin şekilde

değişiklik göstermiştir (Kekeçoğlu vd., 2022). Bahar aylarında, besin kaynakları artıkça, bal arısı kolonilerinin yiyecek arama faaliyetleri de artmaktadır. İşçi arılar, gelişmekte ve çoğalmakta olan kolonilerini korumak için aktif olarak artan savunma davranışlarında bulunduklarından, bu artan yiyecek arama faaliyetinin de yüksek zehir üretimi ile ilişkili olduğu düşünülmektedir (Bogdanov, 2015). Ferreira Junior et al. (2010), melittin ve fosfolipaz A2'nin herhangi bir iklim parametresiyle belirli bir bağlantısı olmaksızın mevsimsel değişikliklerle kontrol edildiğini öne sürmüştür. Buna ek olarak, El-Bassiony ve arkadaşları (2016) tarafından Mısır'da yapılan çalışmada elde edilen sonuçlar, koloninin aktif olduğu ilkbahar ve yaz dönemlerinin bal arısı zehiri toplamak için en iyi aralıklar olduğunu ortaya koymuştur. Kış mevsimi, bal arısı kolonileri için düşük sıcaklıklar ve sınırlı düzeyde besin tedarigi ile belirginleşen, aktivitenin azaldığı bir dönemdir. Kış aylarında arı zehiri üretimi minimum düzeydedir ve bu da koloninin aktif savunmadan ziyade hayatta kalmaya ve enerji tasarrufuna odaklandığını yansıtır (Bogdanov, 2015). Sıcaklık, çiçeklenme dönemi ve nektar üretimi gibi ekolojik faktörler de arı zehrinin protein bileşimini ve miktarını etkileyebilmektedir (Scaccabarozzi et al., 2021). Çalışmalar, polen kaynaklarının çeşitliliğinin ve bileşiminin arı zehrinin kimyasal yapısını etkilediğini göstermiştir. Çeşitli polen kaynakları ile beslenen arılar, zehir bileşenlerinde farklılıklar görülebilir ve bu da potansiyel olarak zehrin terapötik özelliklerini etkileyebilir (Bogdanov, 2015; Bouzid et al., 2013). Belirli bitki türlerini veya kaynaklarını araştıran arılar, polenlerden elde ettikleri benzersiz bileşikler zehirlerine dahil edebilirler. Polen kaynaklarının kimyasal çeşitliliği, arı zehrinin karmaşıklığına katkıda bulunur ve potansiyel olarak terapötik özelliklerini etkiler (Bogdanov, 2015). Tarımda yaygın olarak kullanılan bir böcek ilacı sınıfı olan neonikotinoid pestisitler, bal arısı yiyecek arama davranışındaki değişikliklerle ilişkilendirilmiştir. Çalışmalar, neonikotinoidlere maruz kalmanın işçi arıların besin kaynaklarını bulma ve toplama yeteneğini bozabileceğini, potansiyel olarak koloni içindeki genel savunma davranışını etkileyebileceğini bildirmektedir. Di Prisco et al. (2013)'e göre, neonikotinoid pestisitler (clothianidin, imidacloprid, thiamethoxam gibi) arıların bağışıklık sistemini zayıflatarak viral patojenlerin çoğalmasını artırır; bu da arıların genel sağlığını olumsuz etkiler. Uzun bir süre boyunca pestisitlere kronik maruziyet, bal arısı kolonileri üzerinde kümülatif etkilere neden olabilir, işçi arıların zehir üretme kabiliyetini potansiyel olarak etkileyerek sürekli strese,

başıklık fonksiyonunun zayıflamasına ve genel koloni popülasyonunda azalmaya yol açabilir (Kessler et al., 2015; Wu-Smart ve Spivak, 2016). Organofosfatlar ve piretroidler gibi pestisitler, bal arısı nörotransmitter sistemlerinin normal işleyişine müdahale ederek davranış ve iletişimi etkileyebilir. Değişen nörotransmisyon, savunma tepkisinin bir parçası olarak zehir üretiminin düzenlenmesinde aksaklıklara yol açabilir (Desneux et al., 2007; Williamson ve Wright, 2013). Koloni genel sağlığının ve düzeninin bozulması; bal arılarının diğer biyolojik işlevleri gibi zehir üretimini de dolaylı olarak etkileyebileceği düşünülmektedir. Ancak, bu konuda daha detaylı bilimsel araştırmalara ihtiyaç vardır.

Mevsim ve hasat zamanı da arı zehirinin kalitesini etkileyen diğer önemli faktörlerdendir. Yapılan çalışmalar, bahar ve yaz aylarında hasat edilen arı zehirinin, diğer mevsimlere göre daha yüksek kaliteli olduğunu göstermiştir. Gün içinde yapılan hasatların da gece yapılan hasatlara kıyasla farklılıklar gösterdiği belirlenmiştir (El-Bahnasy et al., 2020).

Mevsimsel değişikliklerin, nektar akımı zamanında belirleyici olması ve dolayısı ile arıların besin profili üzerine etkili olması sebebi ile arı zehiri içeriği üzerinde etkisinin olabileceği belirtilmektedir. Yaz aylarında Melittin seviyelerinin değişken olduğu (Owen ve Pfaff, 1995), kış aylarında melittin-S seviyelerinin artmakta ve tüm zehirin %10'unu oluşturduğu belirtilmektedir (Sciani et al., 2010). Farklı coğrafi bölgelerin ve farklı mevsimlerin Karniyol ve İtalyan melezi bal arılarının zehir üretimi üzerindeki etkisini araştırmak için Mısır'da tasarlanan bir çalışmada, en yüksek kuru arı zehiri miktarının (99,9 mg / koloni) mayıs ayında kaydedildiği ve en az miktarın (11,1 mg / koloni) ekim ayında Nasr şehir koşullarında kaydedildiği belirtilmiştir. Motobes bölgesi koşullarında ise, haziran ayında en yüksek kuru arı zehiri (102,5 mg / koloni) miktarı kaydedilmiş ve kasım ayı sonunda en az miktarda kuru arı zehiri (60,2 mg / koloni) elde edilmiştir (Hussein et al., 2019). Sonuç olarak arı zehirinin, diğer faktörlerin yanı sıra; arının yaşına, türüne, sosyal durumuna ve arılığın coğrafi konumuna bağlı olarak değişkenliğe karşı çok hassas olduğu bildirilmektedir (Abd El-Wahed, 2017).

2.4.3.2 Bal arısı kolonisinin gücünün ve beslenme durumunun etkisi

Arı kolonilerinin gücü ve savunma davranışları, arı zehirinin kalitesini etkileyebilir. Güçlü koloniler, daha fazla ve daha kaliteli zehir üretebilirken, zayıf kolonilerde zehir üretimi düşük olabilir. Ayrıca, kolonilerin savunma tepkileri de zehirin miktarını ve kalitesini etkileyen faktörler arasındadır (Omar, 2020). Arıların beslenme durumu ve verilen takviyeler de arı zehirinin kalitesini etkileyebilir. Özellikle protein takviyeleri, arıların sağlığını ve zehir üretimini olumlu yönde etkileyebilir. Polen ve Moringa yaprakları gibi doğal besin takviyeleri ile beslenen arıların daha kaliteli zehir ürettiği gözlemlenmiştir (El-Bahnasy et al., 2020). Bal arılarına glikoz, fruktoz ve maltoz gibi karbonhidrat kaynakları ve protein açısından zengin bir karışımla ek besleme yapılan bir çalışmada, yapılan ek beslemenin özellikle maltozla beslemenin arı zehirinin melittin, fosfolipaz A2 ve apamin bileşenlerinin konsantrasyonlarını artırdığı, bununla birlikte doğal polen ile beslenen arılarda da yüksek kaliteli zehir üretildiği tespit edilmiştir (Abusabbah et al., 2016). Badawy et al., (2016) da özellikle doğal polen beslemesinin, arıların kas, bez ve diğer dokularını desteklediği ve zehir üretimini artırdığını bildirmektedir. Beslenmede protein yani polen eksikliğinin, arı kolonilerindeki zehir üretimini ciddi şekilde azaltabileceği gözlemlenmiş, polen eksikliğinde arı kolonilerinde üretilen kuru zehir miktarının %50'den fazla azaldığı görülmüştür (Abdelnasser et al., 2013).

2.4.3.3 Depolama koşullarının etkisi

Arı zehirinin toplandıktan sonra nasıl saklandığı da kalitesini etkileyen kritik bir faktördür. Depolama sıcaklığı, nem oranı, ışık ve saklama süresi gibi faktörler, zehirin biyolojik aktivitelerini ve kimyasal stabilitesini etkileyebilir. Örneğin, düşük sıcaklıklarda (-20 °C) saklanan arı zehirinin kalitesinin, oda sıcaklığında saklananlara göre daha iyi korunduğu belirlenmiştir (Yousefpoor et al., 2019). Zehir toplama işlemi, arı kolonilerinin hijyenik ve depolama davranışlarını da etkileyebilir. Karniyol ve İtalyan bal arısı ırkları üzerinde yapılan bir çalışmada, zehir toplama işleminin hijyenik davranışları artırdığı ve besin depolama davranışlarını azalttığı bulunmuştur. Ancak, bu değişikliklerin her iki bal arısı ırkı arasında anlamlı bir fark göstermediği belirtilmiştir (Merzban et al., 2021).

2.4.3.4 Bal arısı genotipinin arı zehiri kalitesi üzerine etkisi

Arı zehirinin kalitesi, bal arısının ırkına bağılı olarak değişiklik gösterebilir. Farklı bal arısı ırklarının ürettiği zehirdeki kimyasal bileşenlerin miktarları ve çeşitliliği, bu farklılıkların temel nedenlerindendir. Son beş yılda yapılan araştırmalar, bal arısı ırkının arı zehirinin kalitesi üzerindeki etkilerini incelemiştir. Yapılan çalışmalar, *Apis* türlerinden elde edilen zehirlerin içerik bakımından farklılıklar gösterdiğini bildirmektedir.

Farklı bal arısı genotiplerinin zehir üretim kapasitesi ve zehirin kimyasal bileşimi, önemli farklılıklar gösterebilir. Örneğin, İtalyan (*Apis mellifera ligustica*) ve Karniyol (*Apis mellifera carnica*) arılarının ürettiği zehirde, melittin, apamin ve fosfolipaz A2 (PLA2) gibi ana bileşenlerin miktarlarında önemli farklar bulunmuştur. İtalyan arılarının ürettiği zehirde bu bileşenlerin oranlarının daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir (El-Bahnasy et al., 2020).

Benton ve Morse (1968), *Apis cerana* zehrinin toksisitesinin, *Apis mellifera*'dan iki kat daha yüksek olduğunu bildirmiştir. *Apis* türlerinin karşılaştırıldığı bir çalışmada; melittin içeriğinin *A. dorsata*, *A. mellifera*, *A. florea* ve *A. cerana* için sırasıyla $95,8 \pm 3,2$, $76,5 \pm 1,9$, $66,3 \pm 8,6$ ve $56,8 \pm 1,8$ olduğu belirtilmiştir. Cilt üzerinde en yüksek tahrişi *A. mellifera* zehri sergilerken, en yüksek antioksidan etkiye sahip zehirin ise *A. dorsata*'ya ait olduğu bildirilmiştir (Somwongin et al., 2018). Kumar et al. (2014), *A. dorsata*, *A. cerana*, *A. mellifera* ve *A. florea* türlerinin zehirlerinin karşılaştırıldığı bir çalışmada, en yüksek lipid, protein, asit fosfataz aktivitesi, glikoz, serbest amino asitler ve alkalın fosfataz aktivitesinin sırası ile *A. dorsata*, *A. cerana*, *A. mellifera* ve *A. florea*'da bulunduğunu belirtmişlerdir.

Farklı alt türlerden bal arılarının zehri, bileşiminde farklılıklar gösterir. Afrikalılaştırılmış bal arılarının zehirini Avrupa alt türleriyle (*A. m. ligustica* ve *A. m. carnica*) karşılaştıran proteomik çalışmalar, 51 proteinden 42'sinin her üç alt tür için de ortak olduğunu ortaya koymuştur (Resende et al., 2013). Brochetto-Braga et al., (2005), afrikalılaşmış arılar, *A. m. ligustica* ve *A. m. carnica* dahil olmak üzere farklı bal arısı alt türlerinden elde edilen zehirlerdeki enzimatik değişkenliği

inceledikleri çalışmada, alt türler arasında alt türler arasında hiyalüronidaz, asit fosfataz ve proteaz seviyelerinde farklılıklar ile enzimatik değişkenlikler olduğunu gözlemlemiştir. Afrika bal arılarından (çoğunlukla *Apis mellifera scutellata*'dan türetilen) elde edilen zehir ile Avrupa arılarından elde edilen zehirin karşılaştırıldığı çalışmada, zehirlerin LD50'lerinin benzer olduğu, ancak zehir verimi, melittin içeriği ve izoelektrik odaklama modellerinde farklılıklar olduğu bulunmuştur. Afrika arılardan elde edilen zehirin, Avrupa arılarına kıyasla daha düşük melittin içeriğine sahip olduğu bildirilmiştir (Schumacher et al., 1990). Alt türler arasındaki zehir bileşimindeki bu farklılıkların farmakolojik özellikleri ve immünojenisitetleri üzerinde etkileri olabileceği öne sürülmüştür.

Bal arısı ırkı olan *Apis mellifera ligustica*'dan elde edilen arı zehrinin protein ve peptit bileşiminin bölgeler arasında değiştiği tespit edilmiş, sıcaklık ve çiçeklenme dönemi gibi ekolojik faktörlerin zehir bileşimini etkilediği düşünülmüştür (Isidorov et al., 2023). Ayrıca, çalışma Mısır bal arısı alt türü *A. m. lamarckii*'nin zehrinin yüksek biyolojik aktiviteye sahip olduğunu göstermiştir, bu da farklı bal arısı alt türlerinin zehir aktivitesinde varyasyonlara sahip olabileceğini göstermektedir (Scaccabarozzi et al., 2021). Bu bulgular, arı zehiri bileşimini incelerken arı alt türlerini dikkate almanın önemini vurgulamaktadır.

Farklı *Apis mellifera* ırkları arasında zehir içeriğinin tespitine yönelik çalışmalar da bulunmaktadır. Zidan et al. (2018) tarafından yapılan çalışmada *A. m. lamarckii* ve *A. m. carnica* ırklarının zehirlerinde melittin hemolitik testi, hiyaluronidaz aktivitesi, fosfolipaz A2 aktivitesi ve LD50 değerleri belirlenmiş, *A. m. lamarckii* ırkı arı zehrinin biyolojik aktivitesi daha yüksek bulunmuştur. Zhang et al. (2019) tarafından yapılan çalışmada ise altı farklı *Apis mellifera* ırkına ait zehirlerin biyolojik amin profili karşılaştırılmış, *A. m. ligustica* ve *A. m. ligustica*'dan arı sütü verimini arttırmak için ıslah edilmiş olan bal arısı kolonilerinden elde edilen zehir örneklerindeki histamin ve adrenalin oranının *A. m. anatoliaca*, *A. m. carpatica*, *A. m. caucasica* ve *A. m. carnica* ve zehirlerine göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. *A. m. carnica* ve *A. m. ligustica*'dan ıslah edilen arılarda en yüksek serotonin içeriği tespit edilmiştir. Irklar arasında Zehir numunelerinin noradrenalin miktarı da farklılık göstermiştir.

Schumacher et al. (1990), bal arısı zehirinin bileşimi, arının genotipine bağlı olarak önemli ölçüde değişebileceğini, örneğin, Avrupa arıları ile karşılaştırıldığında Afrika bal arılarının (*Apis mellifera scutellata*) zehir içeriğinde Melittin içeriği de dahil olmak üzere zehir bileşiminde belirgin farklılıklar olduğunu bildirmiştir. Benzer şekilde Schumacher et al. (1992), Afrika bal arılarının, Avrupa bal arılarına göre önemli ölçüde daha az zehir ancak daha fazla fosfolipaz A2 içerdiğini bildirmiştir. Bununla birlikte aynı ırk fakat farklı kolonilerden gelen arı zehirlerinin içeriklerinin de fosfolipaz ve melittin konsantrasyonları bakımından farklılık gösterdiğini belirtmiştir. Afrika arılarının daha kuvvetli fakat daha az miktarda zehir salgılaması, Avrupa arılarından daha küçük zehir bezlerine sahip olmasıyla açıklanabilir (Pucca et al., 2019; Hoffmann, 1984).

Hussein et al., (2019), farklı bal arısı ırkları ve zehir miktarı üzerine yaptıkları çalışmada, *A. m. ligustica* ve *A. m. carnica* melezlerinin ve coğrafi bölgelerin bal arısı zehri üretimine farklı mevsimlerdeki etkisini araştırmışlardır. Araştırmacılar karniyol (*A. m. carnica*) kolonilerinden toplanan zehir miktarının 51,3 mg/kg ve İtalyan (*A. m. ligustica*) kolonilerinden toplanan zehir miktarının 44,8 mg/koloni olduğunu, iki bal arısı melezinden toplanan kuru arı zehrinin miktar açısından önemli bir fark gözlenmediğini bildirmişlerdir.

Arıların sokma davranışı ve elde edilen zehir miktarı arasındaki ilişkiyi inceleyen bir çalışmada, sokma davranışı ile elde edilen arı zehri miktarı arasında negatif bir korelasyon tespit edilmiştir (Omar, 2020). Araştırmacı bu sonucu saldırgan kolonilerin zehir toplama esnasında tabla üzerinden uzaklaşmasına bağlamıştır. Khodairy et al. (2010) tarafından yürütülen çalışmada elektroşok ile arı zehri toplama esnasında işçilerin sokma davranışı gerçekleştirdiklerini ancak 15-30 dakika sonrasında koloninin sakinleştiği bildirilmiştir. Krell (1996), Avrupa arılarında zehir üretiminden sonra bir hafta boyunca kolonide huzursuzluğun devam ettiği bildirilmektedir. Bu konu ile ilgili daha fazla çalışma yapılması ve detaylı bir şekilde sebeplerin incelenmesi gerekmektedir.

Bal arısının ırkı, arı zehirinin kalitesi üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Farklı bal arısı ırklarının ürettiği zehirdeki ana bileşenlerin miktarları ve çeşitliliği, bu farklılıkları belirler. Genotipin yanı sıra, coğrafi konum ve iklim koşulları gibi

çevresel faktörler de arı zehirinin kalitesini etkileyebilir. Bu nedenle, yüksek kaliteli arı zehiri üretimi için arı ırklarının ve çevresel faktörlerin dikkate alınması önemlidir.

Arı zehir kalitesinin yetiştiricilik koşullarına, coğrafik bölgelere, bu bölgelerdeki floraya ve mevsime göre farklılık gösterdiği dikkate alındığında ülkemiz bal arısı zehiri üretimi açısından farklı bölgelerde farklı ırk ve ekotiplerden elde edilen zehir kalitesinin kimyasal ve biyolojik olarak belirlenmesine ihtiyaç vardır.

2.4.4.Bal arısı zehiri üretiminin önemi

Ülkemiz, arıcılık ve arı ürünleri bakımından zengin bir potansiyele ve önemli bir konuma sahiptir. Ancak “Apiterapi” çalışmalarında bal dışındaki diğer arı ürünlerinin kullanılması bir yana, henüz üretimleri konusunda hedeflenen düzeye ulaşamamıştır. Günümüzde, doğal ve sağlıklı gıdalarla beslenme giderek önem kazanmaktadır. Bu nedenle ülkemizde kaliteli ve kalıntı içermeyen temiz arı ürünlerinin üretimi, tüketimi, hayvancılıkta, veterinerlik ve tıpta kullanılması ile ilgili daha fazla çalışma yapılması gerekmektedir (Topal vd., 2015). Türkiye’de arı zehiri üretimi son yıllarda artan bir ilgi görmektedir. Bununla birlikte arı zehiri üreticileri, ürünlerini pazarlamada çeşitli zorluklarla karşılaşmaktadır. Pazar fiyatlarının düşük olması, üreticilerin karlılığını azaltmaktadır. Ayrıca, pazarlama kanallarının yetersiz olması, ürünlerin geniş kitlelere ulaşmasını engellemektedir (Çukur ve Çukur, 2019). Arıcıların arı zehiri üretimi konusunda yeterli bilgi ve tecrübeye sahip olmaması, üretim süreçlerinde hatalara neden olabilmektedir. Bu da ürün kalitesini düşürerek, verimliliği azaltabilmektedir. Eğitim programları ve bilinçlendirme kampanyaları, bu sorunun çözümüne katkı sağlayabilecektir. Aynı zamanda arı zehiri, yüksek ekonomik değere sahip bir üründür ve arı zehiri üretiminin arıcılık sektöründe önemli bir gelir kaynağı olduğunu göstermektedir (Scaccabarozi et al., 2021). Bal üretimi yanında tek yönlü bir üretim sisteminden arı zehiri gibi farklı arı ürünlerinin üretiminin ve ticaretinin yapılması, yaşanacak olası düşüşle oluşacak riskleri azaltmak ve üreticilerin zarara uğramalarını önlemek adına bir gerekliliktir.

2.4.5 Bal arısı zehiri analiz yöntemleri

Arı zehirinin analizinde kullanılan yöntemler çeşitli olup, bu yöntemler kimyasal bileşenlerin tespit edilmesi, miktarlarının belirlenmesi ve zehirin biyolojik aktivitelerinin incelenmesi amacıyla uygulanmaktadır. Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografi-Tandem Kütle Spektrometrisi (HPLC-MS/MS), arı zehirindeki biyojenik aminlerin ve diğer kimyasal bileşenlerin hassas ve doğru bir şekilde tespit edilmesi ve miktarlarının belirlenmesi için kullanılan bir yöntemdir. Bu yöntem, melittin ve fosfolipaz A2 gibi zehir bileşenlerinin kantitatif analizi için idealdir (Zhang et al., 2019; Hematyar et al., 2019). Çoklu Kütle Spektrometresi (MS), arı zehirindeki metabolitlerin tanımlanması ve miktarlarının belirlenmesi için kullanılır. Yüksek çözünürlüklü ve uygun kütle spektrometresi kullanılarak geniş bir metabolit yelpazesi incelenir (Klupczyńska et al., 2020). HPLC, arı zehirinin proteomik ve metabolomik analizlerinde yaygın olarak kullanılan bir tekniktir. Bu yöntem, arı zehirindeki bileşenlerin detaylı incelenmesi ve biyolojik aktivitelerinin anlaşılması için uygulanır (Matuszewska et al., 2023). LC-ESI-IT-MS/MS ise arı zehirindeki melittin gibi toksik peptidlerin hassas kantitasyonu için kullanılır. Yüksek hassasiyet ve doğruluk sağlayan bu yöntem, arı zehirinin kalitesini ve saflığını değerlendirmek için de uygundur (Hematyar et al., 2019). Bununla birlikte SDS PAGE (sodyum dodeasil sülfat-poliakrilamid jel elektroforezi) analizi, zehir proteinlerinin moleküler ağırlıklarına göre ayrılmasına ve tanımlanmasına olanak tanır; bu da zehir bileşimini ve bileşenlerin izolasyonunu, potansiyel alerjenik proteinleri ve bunların biyolojik etkilerini veya zehir bileşenlerindeki tür içi farklılıkları anlamak için kritik öneme sahiptir (Franklin and Baer, 1975; Hoffman et al., 1977; Zolfagharian et al., 2015).

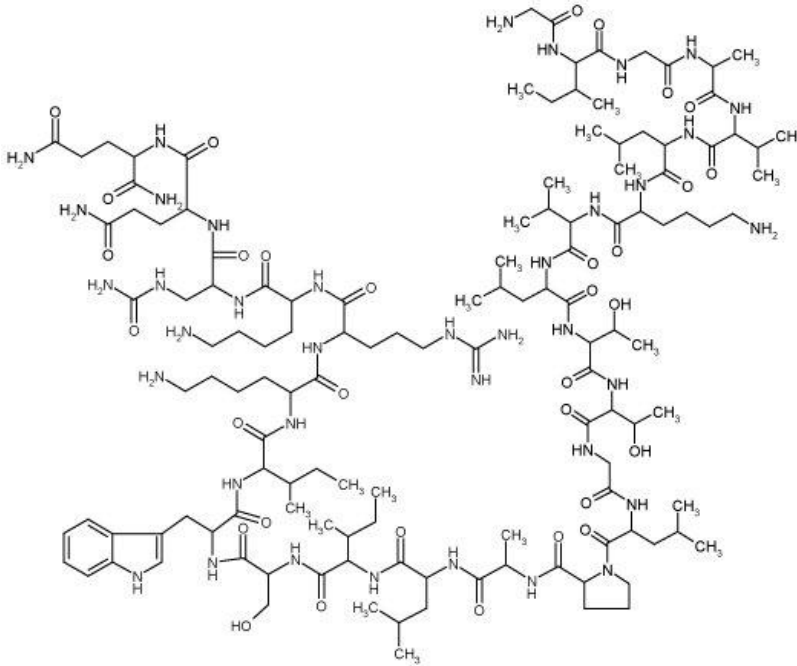
2.4.6 Bal arısı zehirinin fiziksel yapısı

Bal arısı zehiri, acı bir tada sahip, şeffaf renkli bir sıvıdır (Ali, 2012). Arı zehirinin pH değeri yaklaşık 4.5 ila 5.5 arasında olup, asidik bir karakterdedir (Wehbe et al., 2019). Mukoz yapılara ve gözlere bulaştığında yanma ve yangılara yol açar. Kuru zehir beyaz- açık sarı renk almaktadır. Bazı ticari arı zehiri preparatları ise kahverengidir. Oksidasyon, zehirin renginin beyazdan kahverengimsi sarıya dönmesine neden olur ve zehirin belirli bileşenlerinin

oksidasyonundan kaynaklanan değişiklikler iyileştirici etkisini azaltabilir (Bogdanov, 2016). Arı zehiri aynı zamanda toplanması esnasında buharlaşma yoluyla kolayca kaybolan bileşikler de içermektedir (Korkmaz ve Korkmaz, 2015). Arı zehirinin tadı keskin ve acıdır, içeriğinde bulunan alarm feromonlarından ötürü de aromatik özelliğindedir. Arı zehiri berrak ve asidik yapıda (pH=5.0-5.5) olup, oda sıcaklığında yaklaşık 20 dakikada kuruyarak ve ağırlığının %65-70'ini kaybeder (Derebaşı ve Canbakal, 2009). Arı zehri içeriğinin %88'i sudan oluşmaktadır (Özbek, 1990). Arı zehiri suda çözünabilir birleştiren bu nedenle birlikte alkol ve amonyum sülfatta çözünmez (Lee ve Bae, 2016).

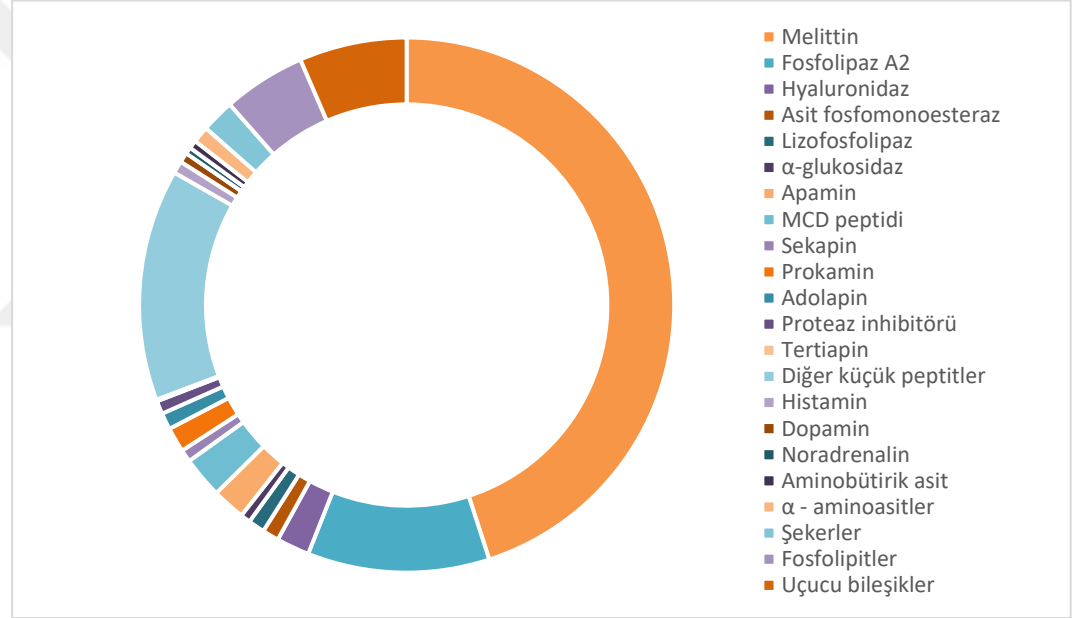
2.4.7 Bal arısı zehirinin kimyasal yapısı

Arı zehiri “Arıların zehir torbasında oluşan ve içerisinde başlıca mellitin, apamin, MCD- peptidi, histamin, hyaluronidaz, fosfolipaz- A2 bulunan, keskin kokulu, acı tatlı, sarımtırak renkte, sıvı, hava ile temasında çabuk kuruyup kristalize olan bir maddedir” şeklinde tanımlanmıştır (Anonim, 1989 c; Li et al., 2013). Oldukça karmaşık bir kimyasal yapıya sahip olan arı zehiri (Selçuk vd., 2010; Wehbe et al., 2019), ana bileşen olarak; çeşitli enzimler, proteinler ve peptidlerden oluşur.



Şekil 2.10. Melittin kimyasal yapısı ve amino asit dizilimi (Park et al., 2015).

Bunlardan bazıları antienflamatuvar ve analjezik etkiye sahipken; bazıları toksik ve zararlı etkiye neden olabilir. Bazıları da duruma göre; faydalı veya zararlı etkiye yol açar (Bogdanov, 2015; Kokuludağ, 2015; Wehbe et al., 2019). Arı zehirinin aktif bileşikler, proteinler ve peptitler (melittin (MEL), apamin (APA), adolapin, mast hücresi degranüle edici peptit, sekapin, procamin, proteaz inhibitörü, tertiapin ve diğer küçük peptitler), enzimler (fosfolipaz A2 (PLA2), hiyaluronidaz, asit fosfomonoesteraz, lizofosfolipaz ve α glukosidaz) ve ayrıca fizyolojik olarak aktif aminler (histamin, dopamin ve noradrenalin), amino asitler (aminobütirik asit ve α -amino asitler), şekerler (glikoz ve fruktoz), fosfolipidler ve uçucu bileşikler olarak tanımlanmıştır. (Li et al., 2013; Liu et al., 2014; Wehbe et al., 2019). Bal arısı zehirinin içeriğinin ayrıntılı grafiği Şekil 2.11.'de verilmiştir.



Şekil 2.11. Bal arısı zehirinin kimyasal bileşimi (Danneels et al., 2014; Bogdanov, 2015; Çelik ve Aşgun, 2016; Gajski, 2024).

Bu karışım içinde arı zehirinin ana bileşenleri melittin, histamin, katekolaminler, poliaminler ve fosfolipaz A2'dir, Çizelge 2.1 (Kelle, 2007; Derebaşı ve Canbakal, 2009; Danneels et al., 2014; Bogdanov, 2015; Çelik ve Aşgun, 2016; Gajski, 2024). Melittin aynı zamanda alerjen Api m4 olarak da bilinir (Hossen et al., 2017).

Çizelge 2.1. Arı zehrinin bileşimini oluşturan maddeler (Kelle, 2007; Derebaşı ve Canbakal, 2009; Danneels et al., 2014; Bogdanov, 2015; Çelik ve Aşgun, 2016; Gajski, 2024).

Molekül tipi	Bileşen	Kuru ağırlık başına (%) oran
Peptitler	Melittin F ve melittin türevleri	40-50
	Apamin	2-3
	MCD peptidi	1-2
	Sekapin	0,5-2
	Tertiapin	0,1
	Adolapin	1
	Proteaz inhibitörleri	<0,8
	Prokamin A ve B	1,4
	Minimin ve Kardiyopeptin	3-5
Enzimler	Fosfolipaz A2	10-12
	Hyaluronidaz	1-3
	Asit fosfomonoesteraz	1
	α -Glukozidaz	0,6
	Lizofosfolipaz	1
Aktif Aminler	Histamin	0,6-1,6
	Dopamin	0,13-1
	Norepinefrin	0,1-0,7
Şekerler	Glukoz ve fruktoz	2
Lipidler	6-fosfolipidler	4-5
Aminoasitler	A-aminoasitler	1
	Aminobutirik asit	<0,5
Mineraller	P, Ca, Mg	3-4
Uçucu bileşikler	-	4-8

Taze zehirin yaklaşık %50'sini melittin adı verilen aktif bileşen oluşturur. Melittin, bir polipeptittir veya daha basit bir ifadeyle 26 amino asitlik bir zincirdir. Hücrelerde lizisi uyarır, bu da arı sokmasının ilk ağrısına sebep olan eylemdir (Borst, 2017). Melittin'nin (Apamin ile birlikte) sadece Apis cinsi tarafından üretilen arı zehrinde bulunduğu bildirilmiştir (Moreno ve Giralt, 2015). Arı zehrinde melittin-S ve melittin-F gibi farklı melittin izoformları bulunabilir. Bununla birlikte, bunlar sadece az miktarda mevcuttur (Sciani, 2010). Melittin, güçlü bakterisidal ve sitotoksik özelliklere sahiptir ve histamin salınımı yoluyla enflamasyon belirtileri üretir. Ayrıca hipofizi, adrenal bezleri vücudunuzun kendi iyileşme yanıtının bir parçası olan kortizol üretmesi için uyaran ACTH'yi serbest bırakması için uyarır (Saini, 1999).

2.4.8 Bal arısı zehirinin bileşenleri, biyolojik aktivitesi ve tıbbi kullanımı

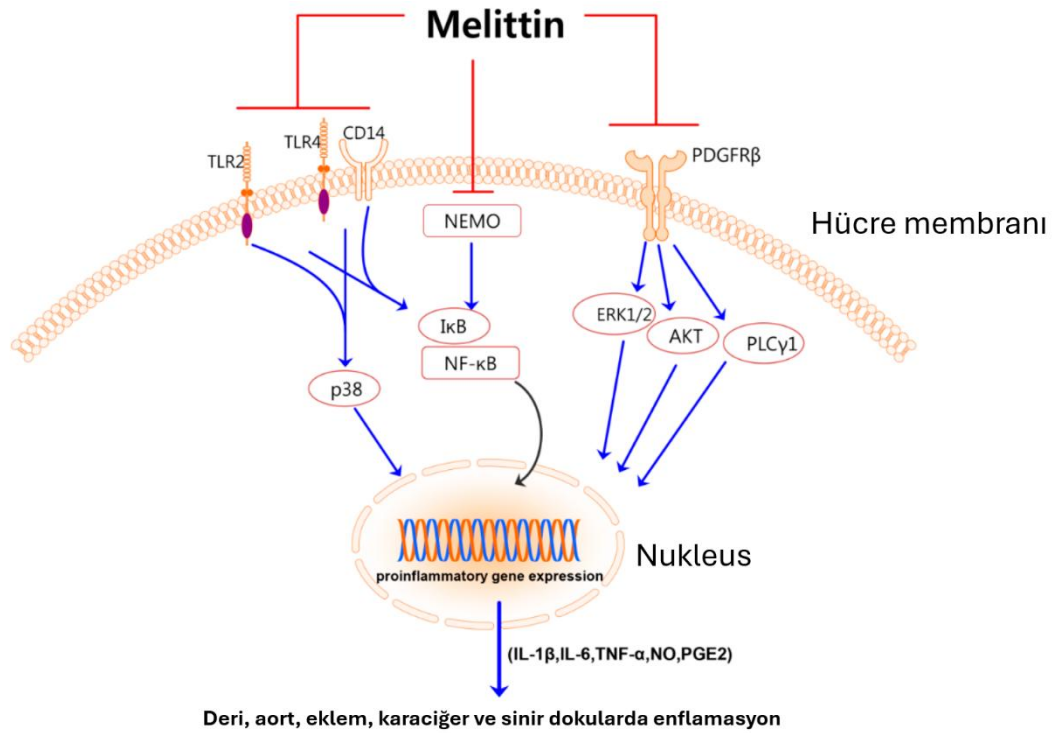
Ağrılı ve toksik etkilerin yanı sıra, arı zehiri birçok yararlı biyolojik etkiye sahiptir. Bunlardan en önemlileri; anti-enflamatuar, anti-romatizmal, ağrı kesici, antibakteriyel, immünosüpresif; radyasyondan koruyucu, hemoglobin sentezini geliştirici, antikoagülan, kalp atışını hızlandırıcı, kan dolaşımını arttırıcı, kan basıncını düşürücü, kolesterol seviyelerini azaltıcı, merkezi sinir sistemini harekete geçirici ve endojen kortizon yapımını uyarıcı özellikleridir (Ali, 2012; Pucca et al., 2019). Bal arısı zehirini oluşturan bileşenler ve etki mekanizmaları Çizelge 2.2’de verilmiştir.

Arı zehirinde bulunan melittin ve fosfolipaz A2 (PLA2), lipid membranlarla sinerjik etki gösterir ve hücre hasarına yol açar (Damianoglou et al., 2010). Arı zehirinin en önemli bileşenlerinden biri melittindir ve apiterapötik veya kozmetik amaçlı kullanılacaksa literatürde bulunan standart değerlerin belirlenmesi önemlidir (Banks ve Shipolini, 1986). Fosfolipaz A1-A2, Melittin ile sinerjik etki yapar. Radyoaktif aktiviteye sahiptir. Histamini serbestleştirir. Kan basıncını kontrol altına alır ve antijenik etkilidir. MCD Peptidi, Apamin gibi sinirleri etkiler, ancak apaminin tersine iltihabi olaylara yol açar (Kelle, 2007; Yıldız vd., 2012; Bogdanov, 2015; Altıntaş ve Bektaş, 2019).

Çizelge 2.2. Bal arısı zehirinin temel bileşenleri ve etki mekanizmaları (Kelle, 2007; Bogdanov, 2015; Altıntaş ve Bektaş, 2019).

Bileşen %	Etki
Melittin (%50-55)	Membranların yüzey gerilimini azaltır ve stabilize eder; Düşük dozlarda antienflamatuar etkilidir. Düz kasları uyarır; hipofiz ve adrenal bezleri aktive eder; kılcal geçirgenliği artırır, kan dolaşımını artırır ve kan basıncını düşürür, kan pıhtılaşmasını azaltır. İmmün sistemi uyarıcı ve immünsüpresiftir. Radyasyon koruyucu etki gösterir, merkezi sinir sistemini etkiler. Antikanser, antibakteriyel, antifungal, antiviral, antikanser, antibakteriyel, antifungal, antiviral, antiateroskleroz, endosomolitik etki gösterir. Daha yüksek dozları, enflamatuar ve hemolitiklidir
Fosfolipaz A2 (%10-12)	Fosfolipidleri parçalar ve kan yapılarının hücre zarını eritir, kan dolaşımını ve kan basıncını düşürür, prion peptitlerinin neden olduğu nöronal hücre ölümünü önler. Enflamasyonu tetikler, güçlü alerjendir ve en zararlı arı zehiri bileşenidir.
Fosfolipaz B (%1)	Zehirin etkisini engelleyici etkiye sahiptir.
Hyaluronidaz (%1-2)	Proteinlerin hidrolizini katalize eder, böylece arı zehirinin dokuya nüfuz etmesini sağlar. Kan damarlarını genişletir ve geçirgenliklerini artırarak kan dolaşımında bir artışa neden olur. Alerjeniktir.
Apamin (%2-3)	Anti-enflamatuar etkisi kortizon salınımını uyarır, antiserotonin etkisi, kırmızı kan hücrelerini korur. Savunma kabiliyetini artırır; immünosupresör etki gösterir. Merkezi sinir sistemini etkiler. Yüksek dozlarda nörotoksiktir.
MCD (%2-3)	Mast hücrelerini lize eder, antienflamatuar etkiyi artırır, merkezi sinir sistemini uya histamin, heparin ve serotonin salınımını artırır, kapillar geçirgenliği artırır. Mast hücrelerini degranüle eden bir peptittir.
Adolapin (%1)	İnflamasyonu düşürür. Siklooksijenaz ve lipoksijenaz gibi spesifik beyin enzimlerini engeller. Anti-romatizmal etkilidir, ağrıyı hafifletir. Eritrositlerin kümelenmesini engeller. Antipiretik etki gösterir. Düşük toksisiteye sahiptir.
Proteaz-inhibitörler (%3-4)	Düşük toksisiteye sahiptir. Tripsin, kemotripsin plazmin, trombin gibi farklı proteazların aktivitesini engeller ve enflamasyonu azaltır. Antiromatizmal etki gösterir.
Sekapin, tertiapin, minimin, prokamin, kardiyopep (%3-5)	Arı zehrinin fizyolojik etkilerinde bilinmeyen etkilere sahip peptidlerdir. Radyasyon önleyici etki ve kardiyopepantiaritmik etkileri vardır.
Histamin (%0.7-1,5)	Alerjik etkiye sahiptir. Kan damarlarını genişletir, kan kapillarlarının geçirgenliğini artırır ve kan dolaşımını artırır. Nörotransmitter bir maddedir. Düz kasları uyarır.
Dopamin ve noradrenalin (%0,2-1,5)	Nörotransmitter maddelerdir. Arı zehri düşük konsantrasyonda memelilerde fizyolojik etki meydana getirmeyen; omurgasızlarda etki oluşturur.
Alarm feromonları (%4-8)	Kompleks eterler içerir ve arı kolonilerini alarma geçirerek savunma davranışlarını tetikler.

Arı zehirinin bileşimindeki temel madde Melittin, aşırı bağışıklık tepkilerini azaltmaya yardımcı olur ve özellikle iltihaplı hastalıkların kontrolü için yeni alternatifler sunmaktadır (Lee ve Bae, 2016). Melittinin antienflamuar etki mekanizması Şekil 2.12’de verilmektedir. Melittin TLR2, TLR4, CD14, NEMO ve PDGFR β sinyal yollarını baskılar. Melittin bu yolları inhibe ederek p38, ERK1/2, AKT, PLC γ 1 aktivasyonunu ve NF- κ B’nin nukleusa translokasyonunu azaltır. Bu inhibisyon deri, aort, eklem, karaciğer ve nöronal dokuda enflamasyonun azalmasına neden olur.

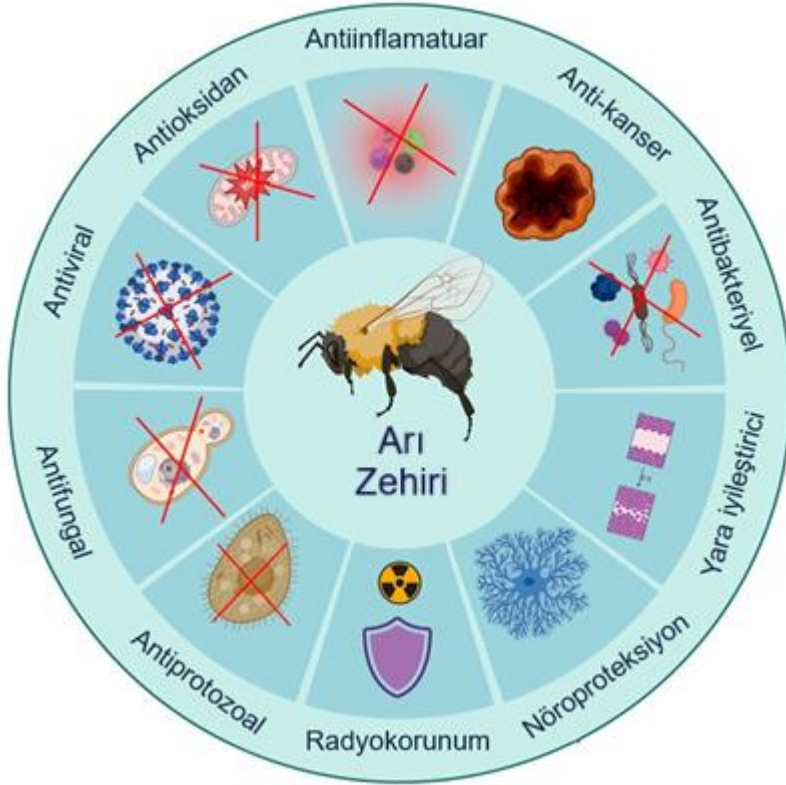


Şekil 2.12. Melittinin antienflamuar etkisi (Lee ve Bae, 2016).

Çoğu zehir türü, içeriğindeki Fosfolipazlar, hiyalüronidaz ve diğer enzimler nedeni ile ağrıya neden olur. (Azam et al., 2019).

Arı zehiri, çok çeşitli tıbbi alanlarda ve kozmetikte kullanılmaktadır. Arı zehiri, anti-enflamuar ve ağrı kesici özellikleriyle bilinir. Romatoid artrit, osteoartrit ve diğer enflamuar hastalıkların tedavisinde kullanılır (Aliyazicioglu, 2019). Arı zehiri, antikanser etkileriyle ilgili çeşitli araştırmalarda dikkat çekici sonuçlar elde etmiş olan doğal bir madde olarak bilinmektedir. Arı zehirinin ana bileşenlerinden biri olan melittin, birçok farklı kanser türüne karşı etkili olabilecek

çeşitli biyokimyasal mekanizmalara sahiptir. Melittin, arı zehirinin ana bileşenidir ve güçlü sitotoksik özelliklere sahiptir. Araştırmalar, melittinin çeşitli kanser hücre hatları üzerinde apoptozu indükleyerek ve hücre proliferasyonunu baskılayarak kanserle mücadelede etkili olduğunu göstermektedir (Rady et al., 2017). Örneğin, melittin prostat kanser hücrelerinde apoptotik hücre ölümüne yol açmakta ve tümör hücrelerinin büyümesini engellemektedir (Badawi, 2021). Arı zehirinin kanser hücreleri üzerindeki bir diğer önemli etkisi, apoptozisi indüklemesidir. Melittin, kanser hücrelerinde çeşitli apoptoz yollarını aktive ederek bu hücrelerin ölümüne neden olur. Özellikle, kaspaz-3 ve kaspaz-8 gibi pro-apoptotik proteinlerin ekspresyonunu artırarak, kanser hücrelerinin ölümünü hızlandırır (Jo et al., 2012). Arı zehiri ve bileşenleri, çeşitli kanser türlerine karşı etkili olabilecek güçlü antikanser özelliklere sahiptir. Ancak, klinik uygulamalarda başarı sağlanabilmesi için yan etkilerin minimize edilmesi ve terapötik stratejilerin optimize edilmesi gerekmektedir.



Şekil 2.13. Bal Arısı zehirinin biyolojik aktivitesi (Sadek et al., 2024).

Arı zehiri, Parkinson hastalığı, Alzheimer hastalığı ve diğer nörodejeneratif hastalıkların tedavisinde kullanılabilir. Apamin gibi bileşenler, sinir hücrelerini koruyucu etkiler gösterir (Gu et al., 2020). Arı zehiri, çeşitli bakteriyel ve viral enfeksiyonlara karşı etkilidir. Melittin ve diğer bileşenler, gram-pozitif bakterilere ve bazı virüslere karşı güçlü anti-mikrobiyal etkiler gösterir (Maitip et al., 2021). Arı zehiri, diyabetik hastalarda yara iyileşmesini destekler ve anti-enflamatuar ve anti-oksidan özellikleri sayesinde yara tedavisinde kullanılabilir (Kurek-Górecka et al., 2020). Arı zehiri, cilt bakım ürünlerinde ve kozmetik uygulamalarda kullanılmaktadır. Yaşlanma karşıtı özelliği ile; akne veya egzama gibi cilt problemlerinde etkilidir (El-Wahed et al., 2021). Arı zehiri, doğrudan enjeksiyon yoluyla vücuda uygulanabilir. Bu yöntem, özellikle ağrı kesici ve anti-enflamatuar tedavilerde etkilidir (Lin ve Hsieh, 2020). Bununla birlikte, krem, merhem ve jeller şeklinde cilde uygulanabilir. Bu formlar, cilt problemlerinin tedavisinde yaygın olarak kullanılır (Łukasiewicz, 2021). Arı zehiri içeren yüz maskeleri, özellikle akne tedavisinde etkilidir (El-Wahed et al., 2021). Farmakolojide arı zehiri çeşitli formlarda kullanılabilir. Anti-enflamatuar ve antioksidan etkileri ile bilinen arı zehiri, tablet ve kapsül formunda da tüketilebilir (Aliyazicioglu, 2019). Arı zehiri içeren jeller, kas ve eklem ağrılarını gidermek için topikal olarak uygulanır (Carpena et al., 2020).

Arı zehiri, akupunktur noktalarına enjeksiyon yoluyla uygulanarak tedavi edici etkiler sağlar. Bu yöntem, çeşitli nörolojik ve enflamatuar hastalıkların tedavisinde kullanılır (Lin ve Hsieh, 2020). Arıların doğrudan sokmasıyla arı zehiri uygulanabilir. Bu yöntem, apiterapi olarak bilinir ve belirli tedavilerde kullanılır (Pucca et al., 2019). Son yıllarda yapılan çalışmalar arı zehirinin, HIV ve H1N1 gibi diğer virüslere karşı antiviral aktivite gösteren melittin ve fosfolipaz A2 gibi bileşikler sayesinde, SARS-CoV-2'ye karşı tamamlayıcı bir tedavi olarak kullanılma potansiyeline sahip olduğu bildirilmiştir. Arı zehrinin bağışıklık sistemini modüle etme ve IL-6 ve TNF- α gibi pro-enflamatuar sitokinleri azaltma yeteneği, COVID-19 hastalarında görülen şiddetli enflamatuar yanıtların yönetilmesine yardımcı olmaktadır (Kasozi et al., 2020).

2.4.9 Apiterapi ve Apiterapi uygulamalarında arı zehirinin kullanımı

Arı zehirinin insan sağılığında kullanımı, tarih boyunca birçok farklı kültürde önemli bir yer tutmuştur. Bu kullanımın tarihi binlerce yıl öncesine dayanır ve çeşitli hastalıkların tedavisinde farklı şekillerde uygulanmıştır. Arı zehri geleneksel olarak kadim tıpta ve akupunkturda özellikle anti-enflamatuvar etkileri ve özellikleri için kullanılmıştır (Carpena et al.,2020). Arı zehirinin ilk kullanımı 6000 yıldan daha eski zamanlara (Antik Mısır) dayanmaktadır. Yunanlılar ve Romalılar da arı ürünlerini tıbbi amaçlar için kullanmışlardır. Hipokrat (MÖ 460-370), Aristoteles (MÖ 384-332) ve Galen (MS 130-200), kellik için bal ve arı zehiri kullanımını reçete etmiştir (Hellner, 2008). Hipokrat, arı zehirinin tedavi edici özelliklerinden bahsetmiş ve enflamatuvar hastalıkların tedavisinde kullanıldığını belirtmiştir (Azam et al., 2019).



Şekil 2.14. Bal hırsızlarının arılar tarafından kovalanışı, 550-530 B.C. British Museum inv. No B177.

Arı zehiri, Avrupa'da da özellikle romatizmal hastalıkların tedavisinde kullanılmıştır. 18. ve 19. yüzyıllarda ise, Avrupa'da arı zehiriyle yapılan tedavilerin sayısı artmış ve bu konuda çeşitli bilimsel çalışmalar yapılmıştır (Poryadin, 2021). Arı zehrinin tedavi amaçlı kullanımına dair ilk yayınlar 1864' te yapılmıştır. Modern tıpta arı zehiri, çeşitli otoimmün hastalıklar, nörodejeneratif hastalıklar ve kanser gibi ciddi sağık sorunlarının tedavisinde kullanılmaktadır. Bu tedaviler, arı zehirinin anti-enflamatuvar, analjezik, antikanser ve nöroprotektif özelliklerine dayanmaktadır (Wehbe et al., 2019).

Apitoksin olarak da bilinen bal arısı zehiri, geleneksel olarak halk tıbbında ağrıyı hafifletmek, artrit ve romatizma gibi enflamatuar hastalıkları tedavi etmek için kullanılmıştır (Kwon, 2001). Arı zehiri tedavisi, arı zehrinin enjeksiyonu, arının sokmasının sağlanması ve arı zehrinin akupunktur noktalarına enjeksiyonu şeklinde uygulanmaktadır. Arı zehrinin akupunktur noktalarına enjekte edilmesi durumunda akupunktur noktaları dışındaki yerlere enjekte edilmesine göre daha fazla ağrı kesici etki oluşmaktadır ve kas eklem ağrılarının tedavisinde kullanılmaktadır (Kokuludağ, 2015). Zehirin diğer uygulanma yöntemleri; doğal arı sokmaları, deri altı enjektesi, elektroforez, merhem sürme, soluma ve tabletler şeklinde olmaktadır (Sharma ve Singh, 1983). Arı zehiri uygulamaları, literatürde; Bee Venom Therapy (BVT) (intradermal, subkutanöz) ve Bee Sting Therapy (BST) şeklinde adlandırılmaktadır (Tanyüksel, 2015). Arı zehiri vücutta immün sistem fonksiyonlarını düzenler ve kortizol yapımını artırır. (Aydın, 2015). Sinir sistemi hastalıkları, glutamat taşıyıcılarının aktivitesindeki değişiklik nedeniyle glutamat salınımı ve alımında değişikliklere yol açar. Bu durum Parkinson hastalığı (PD), Alzheimer hastalığı ve ALS dahil olmak üzere birçok nörodejeneratif hastalıkta bildirilmiştir. Glutamaterjik toksisite nöronal hücrelerde ve mikrogial hücrelerde ortaya çıkar ve arı zehrinin hücre ölümüne karşı koruyucu olduğu bulunmuştur (Azam et al., 2018). Apiterapötik bir ürün olarak arı zehrinin birçok etkinliği bilinmektedir. Arı zehiri başta multiple skleroz (MS) ve romatoidartrit olguları olmak üzere, atopik bünyeli bireylerin desensitize edilmesinde yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Ayrıca arı zehiri gribal ve ortopedik hastalıkların tedavisinin yanı sıra mafsalsal iltihabi, deri kanseri, egzama, radyasyondan kaynaklanan hasarı azaltmada, epilepsi, AIDS, damar tıkanıklığı, migren, sinüzit tedavisinde de kullanılmaktadır. Amerikan Apiterapi Birliği, günümüzde mafsalsal iltihabı, doku sertleşmesi, deri veremi, yaşlılarda deri sertleşmesi, yara izi, kronik yorgunluk sendromu, deri kanseri, egzama gibi hastalıkların tedavisinde arı zehiri uygulanabileceğini bildirmektedir (Derebaşı ve Canbakal, 2009; Wehbe et al., 2019; Yıldız vd., 2012). Apiterapiye bağlı terapötik etkinlik, homeopatik tedavi prensibine göre gerçekleşmektedir. Homeopatik tedavi, 'bir maddenin belirli bir hastalıkta çok küçük dozlarda verilmesi halinde, o hastalığa ait semptomların aynısına yol açmak suretiyle oluşturduğu terapötik etkinlik' şeklinde tanımlanabilir. Örneğin, romatoid artritli ya da artraljili hastaların kliniğinde ağrı, şişlik, ısı artışı gibi enflamasyonun karakteristik özellikleri izlenir. Ancak zehir

bileşenleri aynı zamanda, immün sistemi de uyarmak suretiyle hastanın şikâyetlerinin zamanla gerilemesini sağlamaktadır (Sür, 2013). Dünyada birçok araştırmacı arı zehri ile özellikle köpek, kedi, at gibi hayvanlar üzerinde deneyler yapmışlar ve başarılı sonuçlar elde etmişlerdir. Dünya genelinde apiterapide önemli bir yere sahip olan arı zehrinin kullanımı ülkemizde oldukça sınırlıdır. İçermekte olduğu çok sayıdaki ve değişik etkideki aktif maddeler sebebiyle arı zehrinin, son derece etkili tamamlayıcı bir tedavi seçeneği oluşturduğu kabul edilir (Altıntaş, 2019). Apiterapi uygulamalarında iyi sonuç alabilmek için gerekli şartların başında kaliteli ürün üretimi gelmektedir. Apiterapide kullanılacak olan arı ürünlerinin standardizasyonundaki eksiklikler, bu alandaki klinik çalışmaların da yapılabilmesini zorlaştıran temel unsurlardandır. Konuya yönelik daha fazla çalışma ve güncellemeye gereksinim vardır. Türk Gıda Kodeksi, Uluslararası Bal Komisyonu'nun tavsiyelerine paralel kriterler getirmiş olmakla birlikte apiterapide kullanılacak diğer arı ürünlerinin kalite kriterleri ve standardizasyonu üzerinde çalışılmaktadır. Bu konuda, bilimsel literatür dikkate alınarak kalite kriterleri sürekli olarak güncellenmelidir (Atayoğlu, 2019).

2.4.9.1 Arı zehiri alerjisi

Arı zehiri tedavisinde temel gösterge arı zehiri alerjisidir. Apiterapi uygulamaları arı zehir alerjisi testinden sonra kullanılmalıdır (Bogdanov, 2015). Arı alerjisi olan hastaların %50'den fazlasında IgE antikorlarının oluşturduğu arı zehri protein ve enzimlerine karşı oluşan majör alerjenlerden ileri gelmektedir. Bal arısı zehiri, bazı kişilerde alerjik reaksiyonlara yol açabilen çeşitli proteinler içerir. Fosfolipaz A2, bal arısı zehrindeki en yaygın alerjenlerden biridir. IgE aracılı reaksiyonlarda önemli rol oynar ve genellikle bal arısı zehrine duyarlılık testi için kullanılır (Nabian et al., 2020). Hyalüronidaz, bağ dokusunu parçalayan ve zehrin vücutta yayılmasını sağlayan bir enzimdir. Aynı zamanda güçlü bir alerjendir (Jakob et al., 2020). Melittin, arı zehrinin en büyük bileşenidir ve güçlü hemolitik özelliklere sahiptir. Melittin, bazı kişilerde alerjik reaksiyonlara neden olabilir, ancak bu genellikle diğer proteinlere kıyasla daha az yaygındır (Carpena et al., 2020). Asit fosfataz, zehirde bulunan bir başka alerjendir ve bazı kişilerde bağışıklık tepkisini tetikleyebilir (Coutinho et al., 2020). Icarapin, bal arısı zehrindeki bir diğer ana alerjendir ve özellikle bal arısı zehrine karşı hassas olan

kişilerde ciddi alerjik reaksiyonlara neden olabilir (Vega-Castro et al., 2020). Api m 5 ve Api m 6 proteinleri de arı zehrinde bulunan ve alerjik reaksiyonlara yol açabilen bileşenlerdir. Özellikle Api m 6, alerjik hastalarda yaygın olarak tanımlanmıştır (Engin vd., 2021). Bu maddeler, bağışıklık sisteminin güçlü tepkisine neden olabilir ve bu durum anafilaksi gibi ciddi sağlık sorunlarına yol açabilir. Anafilaksi, hızlı gelişen ve hayatı tehdit edebilen bir alerjik reaksiyondur. Arı sokmalarına karşı alerjisi olan kişilerde, bir veya birden fazla sokma durumunda bu tür reaksiyonlar görülebilir. Anafilaksi, genellikle deride kızarıklık, şişme, nefes darlığı, mide bulantısı, kusma, düşük tansiyon ve bilinç kaybı gibi belirtilerle kendini gösterir (Fehr et al., 2019). Bal arısı zehrine karşı anafilaksi gelişme riskini artıran bazı faktörler bulunmaktadır. Bunlar arasında mastositoz gibi bağışıklık sistemi hastalıkları, genetik yatkınlık ve ileri yaş yer alır. Ayrıca, sık sık arı sokmasına maruz kalan kişilerde (örneğin arıcılar) bu risk daha yüksektir (Stoevesandt ve Trautmann, 2021). Bal arısı zehrine karşı alerjisi olan kişilerde, anafilaksi riskini azaltmak için çeşitli önlemler alınabilir. Bu önlemler arasında epinefrin oto-enjektör taşımak, arı sokmalarından kaçınmak ve acil durumlarda uygulanacak tedavi protokollerini bilmek yer alır. Ayrıca, arı zehri immünoterapisi (VIT), tekrarlayan sistemik reaksiyonları önlemek için etkili bir tedavi yöntemidir (Jovanovic ve Perić-Popadić, 2023). Bal arısı zehrine karşı immünoterapi, hastalarda ciddi sistemik reaksiyonları azaltmada etkilidir. Bazı vakalarda, immünoterapinin yanı sıra omalizumab gibi ilaçlar da kullanılabilir. Bu tür kombine tedaviler, immünoterapinin etkinliğini artırabilir ve tedavi sürecini daha güvenli hale getirebilir (Kathuria et al., 2021).

2.4.10 Türkiye’de arı zehri ile ilgili yapılmış çalışmalar

Türkiye’de arı zehri ve arı zehrinin apiterapide kullanımı ile yapılmış olan çalışmalar az sayıda ve sınırlıdır. Anadolu bal arısından taze olarak elde edilen ve ticari olarak satılan arı zehri örnekleri içerik analizleri bakımından karşılaştırılan bir çalışmada, HPLC-RID kullanılarak Melittin, Apamin, Fosfolipaz A2 içeriği ve şeker profil analizi gerçekleştirilmiş, elde edilen sonuçlarda ticari olarak satılan arı zehri örneklerine göre, Anadolu bal arısından elde edilen arı zehri örneklerinin içerik bakımından kaliteli olduğu bildirilmiştir (Samancı ve Kekeçoğlu, 2019). Tanuğur-Samancı ve Kekeçoğlu (2021) tarafından yapılan bir çalışmada,

Anadolu'dan alınan arı zehiri örneklerinin kimyasal içeriklerinin ve mikrobiyolojik özelliklerinin incelenmesi amaçlamıştır. Araştırmada, melittin, apamin ve fosfolipaz A2 içerikleri incelenmiş ve Anadolu arı zehirinin yüksek fosfolipaz A2 içeriğine sahip olduğu belirlenmiştir. Ankara çevresinden toplanan bal arısı zehrinin kobay arter basıncı ve kobay ileumu üzerindeki etkilerinin incelendiği çalışmada, zehir ekstresi verildiğinde kobay arter basıncında kısa süreli hipotansif etki olduğu ve tansiyonun hemen normale döndüğü bildirilmiştir. Bazen de bu hipotansif etkiyi, akrep zehirinin çeşitli laboratuvar hayvanlarında meydana getirdiği, önce hipotansiyon sonra hipertansiyon oluşturunca etkisindeki gibi, 10-15 dakika süren bir hipertansiyonun izlediği belirtilmiştir. Arı zehiri ekstresi kobay ileumunda kastırıcı bir etki göstermekte olduğu ve bu etkinin de antistamin ile inhibe edildiği belirtilmektedir. Çalışmada görülen etkinin, tansiyondakinden farklı olarak nonkompetitif olduğu görülmüştür (Altinkurt, 1978). Karadeniz bölgesinden elde edilen arı zehrinin sitotoksik etkisinin, arı zehri ile bir süre inkübasyondan sonra hücrelerden uzaklaştırılması halinde bile sitotoksik etkisinin devam edip etmediği sorusu üzerine odaklanılan bir çalışmada, AR42J pankreas kanseri hücrelerinde en etkin koşullar (8-100 µg/ml doz aralığı ve 24 saatlik inkübasyon) belirlenmiş ve arı zehrinin belirlenen bu konsantrasyonlarda ortamda olmadan uzun süreli etkisinin varlığı araştırılmıştır. Çalışma sonuçlarına göre, arı zehri ile bir kere muamele edilen hücrelerde dahi arı zehrinin sitotoksik etkisinin devam ettiği bildirilmiştir. Bununla birlikte, arı zehri kaynaklı hücre ölümünün, popülasyondaki hücreler tarafından bir şekilde hafızaya alınabileceğini ya da arı zehrinin uzun bir süre boyunca meydana gelen apoptozisi tetikleyebileceğini göstermekte, ancak bu durumun sebebini tespit edebilmek için daha ileri bilimsel araştırmalara ihtiyaç duyulmaktadır (Çelik, 2019). Tavşanlarda osteoartrit denilen eklemlerde kıkırdak dokunun yapısının bozulması veya kireçlenme olarak bilinen hastalığın tedavisinde hyaluronik asit (HA) ve arı zehiri (AZ) uygulamasının yapıldığı bir çalışmada, her iki uygulamanın da osteoartrit üzerinde önemli düzeyde etki göstermediği belirtilmiştir (Nisbet vd., 2012). Tekeoğlu vd. (2020), arı zehirinin deneysel olarak artrit indüklenen sıçanlardaki iltihaplanma belirtilerini azaltmada etkili olduğunu göstermiştir. Çalışma, arı zehirinin iltihap belirteçlerini azaltarak artrit semptomlarını hafiflettiğini ortaya koymuştur. Arı zehiri, farmakolojik ve biyokimyasal olaylar yönünden etkinliği henüz tam olarak aydınlatılamamış mekanizmalar içeren bir bileşimdir (Denk ve Fidan, 2015). Bu nedenle detaylı ve

kapsamlı araştırmaların yapılması gerekmektedir. Apiterapi’de kullanılacak olan ürünün dozu, kullanım şekli ve tedavi süresi hastaya göre değişmektedir ve ürünlerin kullanımından önce olası alerjik reaksiyonlara karşı gerekli önlemler alınmalıdır (Altıntaş ve Bektaş, 2019). Ülkemizde mevcut ve devam eden çalışmalar dikkate alındığında bu alanda daha çok araştırma ve veriye ihtiyaç olduğu görölmektedir.

Tüm bu literatür bilgilerinin ışığında, ülkemizde arı zehri eldesine ve arı zehrinin apisötik ürün olarak kullanımına yönelik eksiklikler belirlenmiş olup, bu tez kapsamında literatürde yer almayan bu konuların tespit edilmesi ve ortaya konması amaçlanmıştır.



3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Materyal

Proje materyalini, Türkiye'nin hemen her bölgesini temsilen 48 ilden ve 57 arılıktan toplanan bal arısı (*Apis mellifera* L.) zehiri ve işçi arı örnekleri oluşturmaktadır. Çalışmalar, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü, Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Biyomühendislik Bölümü ve Almanya Freie Üniversitesi'nde yürütülmüştür. Analizlerde her arılıкта zehir örneği alınan kovanlardan toplanan işçi arı örnekleri kullanılmıştır. Örnek toplanan arılıklar Türkiye Arı Yetiştiricileri Merkez Birliği'nin yönlendirdiği, iyi arıcılık uygulamalarına uygun arıcılık yapan kayıtlı işletmelerdir. Örneklerin toplandığı GPS noktaları şekilde verilmiştir (Çizelge 3.1. ve Şekil 3.1.).



Şekil 3.1. Türkiye genelinde örneklerin toplandığı bölgeler ve GPS noktaları.

Bal arısı ve arı zehiri örnekleri 2021-2022 yılları arasında Haziran-Eylül aylarında toplanmıştır. Örneklerin iyi arıcılık uygulamalarına uygun üretim yapan arılıklardan temin edilmiştir. Arılıklarda bulunan kolonilerden her koloniden en az 30, en çok 50 adet olmak üzere toplamda 2565 işçi arı örneği alınmıştır. Her bir işçi arı örneğinin sağ ön kanadı çalışma materyalini oluşturmuştur. Hasarlı kanatlar ölçümlerin dışında bırakılmıştır ve her bir popülasyon için 30 örnek alınarak toplamda 1710 işçi arı örneği analizlere dâhil edilmiştir. Arı zehiri çalışmaları için toplanan örnek sayısı ise 64 adettir. Örnek alınan arılıkların il ve ilçe merkezleri,

coğrafi konumları ve sıcaklık nem değerleri Çizelge 3.1’de, örnek alınan arılıklardaki arı zehiri alınırken mevcut nektar ve polen kaynakları Çizelge 3.2’de verilmiştir. Zehir ve arı örnekleri toplanırken arılık çevresinde bulunan nektar ve polen kaynakları da fotoğraflanmıştır, Şekil 3.2.

Çizelge 3.1. Örnek alınan il ve ilçe merkezleri, coğrafi konumları ve sıcaklık nem değerleri.

Örnek adı	İl Merkezi	İlçe	Köy	Enlem ve Boylam	Rakım (metre)	Sıcaklık (°C)	Nem (%)
Adana	Adana	Yüreğir	Çotlu	36°52'32.1"N 35°29'31.2"E	18	34	55
Adana Kılıç	Adana	Yüreğir	Çotlu	36°52'32.1"N 35°29'31.2"E	18	34	55
Adıyaman	Adıyaman	Merkez	Bahçecik	37°45'02.5"N 38°17'53.9"E	657	37	13
Alanya	Antalya	Alanya	Avsallar	36°38'16.8"N 31°46'41.4"E	35	32	63
Ankara	Ankara	Kızılcahamam	Doğanözü	40°23'10.9"N 32°35'32.9"E	975	32	38
Antakya	Hatay	Antakya	Akçaova	36°18'10.3"N 36°13'57.0"E	80	34	51
Antakya Yeni	Hatay	Antakya	Akçaova	36°18'10.3"N 36°13'57.0"E	80	38	60
Antalya	Antalya	Elmalı	Karyağdı	36°43'02.0"N 29°54'48.1"E	1012	30	33
Ardahan	Ardahan	Merkez	Halilefendi	41°07'46.1"N 42°41'54.3"E	1790	23	58
Artvin	Artvin	Merkez	Yenimahalle	41°11'16.2"N 41°48'09.2"E	487	28	45
Artvin Maçahel	Artvin	Borçka	Camili	41°28'57.5"N 41°54'37.3"E	752	22	84
Aydın	Aydın	Köşk	Serdaroğlu	37°49'27.8"N 28°02'45.1"E	85	38	22
Balıkesir	Balıkesir	Kabakdere	Karesi	39°40'05.9"N 27°49'24.4"E	278	22	72
Bingöl	Bingöl	Merkez	Merkez	38°53'44.8"N 40°31'52.4"E	1067	33	24
Bolu	Bolu	Gölcük	Ömerler	40°42'02.4"N 31°27'07.4"E	1021	21	69
Burdur	Burdur	Merkez	Yakaköy	37°41'01.4"N 30°19'14.7"E	1203	32	23
Bursa	Bursa	Nilüfer	Fadıllı	40°10'19.7"N 28°56'21.3"E	17	27	53
Çanakkale	Çanakkale	Bayramiç	Cazgirler	39°59'11.5"N 26°44'54.6"E	306	31	46
Diyarbakır	Diyarbakır	Sur	Gölpınar	37°53'44.8"N 40°22'44.8"E	594	38	22
Düzce	Düzce	Yığılca	Hoşafoglu	40°56'26.2"N 31°22'12.2"E	354	24	67
Elazığ	Elazığ	Sivrice	Kamışlık	38°26'14.3"N 39°06'23.7"E	1600	29	26
Erzurum	Erzurum	Palandöken	Börekli	39°50'11.4"N 41°10'28.1"E	1897	22	48
Eskişehir	Eskişehir	Mahmudiye	Orta	39°30'11.2"N 30°58'57.1"E	877	36	23

Örnek adı	İl Merkezi	İlçe	Köy	Enlem ve Boylam	Rakım (metre)	Sıcaklık (°C)	Nem (%)
Gaziantep	Gaziantep	Şahinbey	Yamaçtepe	37°02'17.5"N 37°18'27.3"E	891	36	22
Gökçeada	Çanakkale	Gökçeada	Dereköy	40°08'51.0"N 25°42'37.3"E	251	30	60
Hakkari Bayköy	Hakkari	Merkez	Bayköy	37°32'46.3"N 43°43'11.8"E	1957	35	21
Hakkari Mela	Hakkari	Yüksekova	Demirkonak	37°32'04.9"N 44°22'15.0"E	1901	37	23
Hakkari Yüksekova	Hakkari	Yüksekova	Bulaklı	37°30'55.3"N 44°10'51.7"E	1897	29	18
Iğdır	Iğdır	Tuzluca	Üçkaya	39°58'28.3"N 43°39'16.0"E	1530	24	49
Isparta	Isparta	Merkez	Binbirevler	37°44'59.9"N 30°30'53.0"E	1205	28	30
İstanbul	İstanbul	Silivri	Akören	41°13'24.3"N 28°19'42.0"E	149	24	64
İzmir Ege	İzmir	Bornova	Erzene	38°27'07.2"N 27°13'14.3"E	32	34	29
İzmir Sasalı	İzmir	Çiğli	Sasalı	38°29'17.5"N 26°56'55.5"E	8	29	30
Kars	Kars	Kağızman	Yukarıkümbet	40°08'27.8"N 43°08'13.3"E	1434	29	31
Kayseri	Kayseri	Tomarza	Süvegenler	38°24'06.2"N 35°55'42.6"E	1335	30	29
Kıbrıs Lefkoşa	Kıbrıs	Lefkoşa	Merkez	35°11'34.8"N 33°20'27.6"E	220	29	23
Kıbrıs Mallıdağ	Kıbrıs	Gazimagosa	Mallıdağ	35°20'08.9"N 33°42'11.8"E	120	27	21
Kırklareli	Kırklareli	Kofçaz	Yeni	41°54'44.1"N 27°07'57.9"E	652	29	51
Kırşehir	Kırşehir	Merkez	Bağbaşı	39°08'13.2"N 34°08'40.6"E	1278	33	28
Konya	Konya	Çumra	Abditolu	37°45'11.8"N 32°46'03.9"E	1012	29	30
Kütahya	Kütahya	Merkez	Kızık	39°34'03.5"N 29°49'05.4"E	1091	28	38
Manisa	Manisa	Turgutlu	Merkez	38°30'49.8"N 27°40'54.5"E	72	27	34
Mersin	Mersin	Tarsus	Aliefendioğlu	36°53'20.5"N 34°52'56.7"E	13	34	51
Muğla Döğüşbelen	Muğla	Köyceğiz	Döğüşbelen	36°58'07.2"N 28°36'04.4"E	12	38	31
Muğla İkizce	Muğla	Menteşe	Kozağaç	37°14'42.7"N 28°23'04.3"E	996	34	27
Muğla İncirköy	Muğla	Fethiye	İncirköy	36°46'00.3"N 29°12'31.9"E	604	37	27
Niğde	Niğde	Merkez	Yaylayolu	38°05'17.6"N 34°39'51.0"E	1483	33	19
Ordu	Ordu	Perşembe	Çınar	41°05'12.2"N 37°46'23.2"E	127	29	61
Samsun	Samsun	Bafra	Ağıllar	41°36'12.2"N 35°54'28.2"E	15	32	54
Sivas	Sivas	Merkez	Onbaşılar	39°52'43.9"N 37°09'04.5"E	1541	32	21
Şanlıurfa	Şanlıurfa	Karaköprü	Aşağıçiftlik	37°20'17.8"N 38°46'04.5"E	641	38	12
Şırnak	Şırnak	Beytüşşebap	Yeşilöz	37°42'04.5"N 43°24'21.8"E	1592	22	23

Örnek adı	İl Merkezi	İlçe	Köy	Enlem ve Boylam	Rakım (metre)	Sıcaklık (°C)	Nem (%)
Rize	Rize	Fındıklı	Sulak	41°13'09.1"N 41°12'10.6"E	421	28	70
Rize Çat	Rize	Çamlıhemşin	Çatköy	40°51'48.7"N 40°56'26.9"E	1224	18	80
Tunceli	Tunceli	Ovacık	Adaköy	39°20'51.4"N 39°06'46.2"E	1310	30	26
Van	Van	Çatak	Kaçıt	37°58'26.3"N 42°59'39.2"E	1582	32	17
Yozgat	Yozgat	Merkez	Evcı	39°51'01.6"N 34°42'14.5"E	1381	33	23

Çizelge 3.2. Örnek alınan arılıklardaki nektar ve polen kaynakları.

Arılık Konumu	Flora
Adana - Yüreğir	Yarpuz (<i>Mentha pulegium</i>), Libya çimi (<i>Lippia repens</i>), okaliptüs (<i>Eucalyptus globulus</i>), böğürtlen (<i>Rubus spp.</i>), ballıbaba (<i>Lamium purpureum</i>), dikenli pıtrak (<i>Xanthium spinosum</i>)
Adıyaman – Merkez	Mısır (<i>Zea mays</i>), geven (<i>Astragalus spp.</i>), yabani kekik (<i>Thymus serpyllum</i>), zahter (<i>Thymbra spicata</i>)
Antalya - Alanya	Laden gülü (<i>Cistus creticus</i>), narenciye (<i>Citrus spp.</i>), sütleğen (<i>Euphorbia myrsinites</i>), böğürtlen (<i>Rubus spp.</i>)
Ankara - Kızılcahamam	Karaçalı (<i>Paliurus spina-christi</i> Miller), mayasıl otu (<i>Ajuga reptans</i>), geven (<i>Astragalus spp.</i>), sütleğen (<i>Euphorbia myrsinites</i>)
Antakya - Merkez	Pamuk (<i>Gossypium hirsutum</i>), püren (<i>Erica manipuliiflora</i>), sığırkuyruğu (<i>Verbascum thapsus</i>), zahter (<i>Thymbra spicata</i> L.), yer sarmaşığı (<i>Glechoma hederacea</i>), çeti diken (<i>Prosopis farcta</i>), yandak diken (<i>Ononis spinosa</i>)
Antalya - Elmalı	Elma (<i>Malus domestica</i>), vişne (<i>Prunus cerasus</i>), iğde (<i>Elaeagnus angustifolia</i>), kiraz (<i>Prunus avium</i>), akasya (<i>Acacia spp.</i>), sütleğen (<i>Euphorbia myrsinites</i>), yonca (<i>Trifolium pratens</i>), yabani enginar (<i>Cynara cardunculus</i>)
Ardahan - Merkez	Karahindiba (<i>Taraxacum officinale</i>), yonca (<i>Trifolium pratens</i>), Gelincikleme otu (<i>Prunella vulgaris</i>)
Artvin - Merkez	Kestane (<i>Castanea sativa</i>), ıhlamur (<i>Tilia L.</i>), incir (<i>Ficus carica</i>), elma (<i>Malus domestica</i>), kiraz (<i>Prunus avium</i>), vişne (<i>Prunus cerasus</i>)
Artvin - Maçahel	Orman bitkileri, böğürtlen (<i>Rubus spp.</i>), yer sarmaşığı (<i>Glechoma hederacea</i>), mısır (<i>Zea mays</i>), kabak çiçeği (<i>Cucurbita sp.</i>), kestane (<i>Castanea sativa</i>), Gelincikleme otu (<i>Prunella vulgaris</i>)

Arılık Konumu	Flora
Aydın - Köşk	Hayıt (<i>Vitex agnus-castus</i> L.), mısır (<i>Zea mays</i>), yonca (<i>Trifolium pratens</i>), sebze çiçekleri
Balıkesir - Kabakdere	Karaçalı (<i>Paliurus spina-christi</i> Miller), devedikeni (<i>Silybum marianum</i>), akasya (<i>Acacia spp.</i>), ıhlamur (<i>Tilia</i> L.), ballıbaba (<i>Lamium purpureum</i>), tırfil (<i>Trifolium repens</i>), çakırdikeni (<i>Centaurea solstitialis</i>), meşe (<i>Quercus</i> L.), çam (<i>Pinus pinea</i>)
Bingöl - Merkez	Süpürge çalısı (<i>Calluna vulgaris</i>), yonca (<i>Trifolium pratens</i>), mısır (<i>Zea mays</i>), ak üçgül (<i>Trifolium repens</i>), yabani kekik (<i>Thymus serpyllum</i>)
Bolu – Gölçük	İğne yapraklılar, hardal (<i>Rhamphospermum arvense</i>), kekik (<i>Thymus spp.</i>), ıhlamur (<i>Tilia</i> L.), ak üçgül (<i>Trifolium repens</i>)
Burdur - Merkez	Kekik (<i>Thymus spp.</i>), adaçayı (<i>Salvia</i> L.), lavanta (<i>Lavandula officinalis</i>), korunga (<i>Onobrychis sativa</i>), sıgırkuyruğu (<i>Verbascum thapsus</i>), devedikeni (<i>Silybum marianum</i>), hardal (<i>Rhamphospermum arvense</i>)
Bursa – Nilüfer	İhlamur (<i>Tilia</i> L.), kestane (<i>Castanea sativa</i>), karaçalı (<i>Paliurus spina-christi</i> Miller), meşe (<i>Quercus</i> L.), yemişen (<i>Crataegus monogyna</i> L.), Su çileği (<i>Phyla nodiflora</i>), melek otu (<i>Angelica sylvestris</i>)
Çanakkale - Bayramiç	Kekik (<i>Thymus spp.</i>), ballık meşesi (<i>Quercus petraea</i>), çam (<i>Pinus pinea</i>), karaçalı (<i>Paliurus spina-christi</i> Miller), yabani ahlat (<i>Pyrus elaeagrifolia</i> L.), dağ çileği (<i>Arbutus unedo</i>), sarı geven (<i>Astragalus flavescens</i>), orman gülü (<i>Rhododendron</i> L.), çakal eriği (<i>Prunus spinosa</i>), pırnal meşe (<i>Quercus ilex</i>), kestane (<i>Castanea sativa</i>), böğürtlen (<i>Rubus spp.</i>), Kumacı otu (<i>Teucrium lamiifolium</i>)
Diyarbakır - Sur	Mısır (<i>Zea mays</i>), pamuk (<i>Gossypium hirsutum</i>), kürdan otu (<i>Ammi visnaga</i>), sütleğen (<i>Euphorbia myrsinites</i>)
Düzce - Yığılca	Kestane (<i>Castanea sativa</i>), ıhlamur (<i>Tilia</i> L.), karaçam (<i>Pinus nigra</i>), akasya (<i>Acacia spp.</i>), adaçayı (<i>Salvia</i> L.), lavanta (<i>Lavandula officinalis</i>), biberiye (<i>Rosmarinus officinalis</i> L.), gül (<i>Rosa</i> L.)
Elazığ - Sivrice	Geven (<i>Astragalus spp.</i>), kırçiçekleri, kayısı (<i>Prunus armeniaca</i> L.), badem (<i>Prunus dulcis</i>)
Erzurum - Palandöken	Kekik (<i>Thymus spp.</i>), geven (<i>Astragalus spp.</i>), korunga (<i>Onobrychis sativa</i>), yonca (<i>Medicago sativa</i> L.), ak üçgül (<i>Trifolium repens</i>)
Eskişehir - Mahmudiye	Akasya (<i>Acacia spp.</i>), sıgır kuyruğu (<i>Verbascum thapsus</i>), kangal diken (<i>Carduus nutans</i> L.), çakır diken (<i>Centaurea solstitialis</i>)

Arılık Konumu	Flora
Gaziantep - Şahinbey	Kızıl çam (<i>Pinus brutia</i>), kekik (<i>Thymus spp.</i>), zahter (<i>Thymbra spicata</i> L.) küçük otsu bitkiler
Çanakkale - Gökçeada	Fıstık çamı (<i>Pinus pinea</i> L.), kızılçam (<i>Pinus brutia</i>), zakkum (<i>Nerium oleander</i>), geven (<i>Astragalus spp.</i>), pamucak (<i>Cistus spp.</i>), kekik (<i>Thymus spp.</i>), hayıt (<i>Vitex agnus-castus</i> L.), devedikeni (<i>Silybum marianum</i>), karaçalı (<i>Paliurus spina-christi</i> Miller)
Hakkari - Bayköy	Geven (<i>Astragalus spp.</i>), tüysi (<i>Eryngium billardieri</i>), süpürgelik (<i>Panicum miliaceum</i>), topuz diken (Echinops ritro L.), korunga (<i>Onobrychis sativa</i>), üçgül (<i>Trifolium repens</i>), yonca (<i>Trifolium pratens</i>), yabani nane (<i>Mentha longifolia</i> L.)
Hakkari - Yüksekova	Tüysi (<i>Eryngium billardieri</i>), geven (<i>Astragalus spp.</i>), kekik (<i>Thymus spp.</i>), üçgül (<i>Trifolium repens</i>), yonca (<i>Trifolium pratens</i>), fiğ (<i>Vicia sativa</i> L.), kerkol (<i>Ferula orientalis</i> L.)
Hakkari - Demirkonak	Süpürgelik (<i>Panicum miliaceum</i>), tüysi (<i>Eryngium billardieri</i>), geven (<i>Astragalus spp.</i>), korunga (<i>Onobrychis sativa</i>), sarmaşık (<i>Convolvulus arvensis</i>)
Iğdır - Tuzluca	Yonca (<i>Trifolium pratens</i>), üçgül (<i>Trifolium repens</i>), deve diken (Silybum marianum)
Isparta - Merkez	Geven (<i>Astragalus spp.</i>), akasya (<i>Acacia spp.</i>), kekik (<i>Thymus spp.</i>), sığır kuyruğu (<i>Verbascum thapsus</i>), yabani enginar (<i>Cynara cardunculus</i>)
İstanbul - Silivri	Ayçiçeği (<i>Helianthus annuus</i>), karaçalı (<i>Paliurus spina-christi</i> Miller), engerek otu (<i>Echium vulgare</i> L.), ballıbaba (<i>Lamium purpureum</i>), meşe (<i>Quercus</i> L.), yaban nanesi (<i>Mentha pulegium</i>), çaltı (<i>Paliurus spina-christi</i> Miller), devedikeni (<i>Silybum marianum</i>)
İzmir - Bornova	Adaçayı (<i>Salvia</i> L.), kekik (<i>Thymus spp.</i>), çaltı (<i>Paliurus spina-christi</i> Miller), ıhlamur (<i>Tilia</i> L.), hardal otu (<i>Rhamphospermum arvense</i>), kır bitkileri
İzmir - Çiğli	Okaliptüs (<i>Eucalyptus globulus</i>), çiriş (<i>Asphodelus aestivus</i> L.), sarmaşık (<i>Convolvulus arvensis</i>)
Kars - Kağızman	Meyve çiçekleri, kayısı (<i>Prunus armeniaca</i> L.), yonca (<i>Trifolium pratens</i>), üçgül (<i>Trifolium repens</i>), dulavrat otu (<i>Arctium lappa</i>)
Kayseri - Tomarza	Geven (<i>Astragalus spp.</i>), kekik (<i>Thymus spp.</i>), yavşan (<i>Artemisia absinthium</i>), korunga (<i>Onobrychis sativa</i>), ballıbaba (<i>Lamium purpureum</i>)

Arılık Konumu	Flora
Kıbrıs - Lefkoşa	Kır çiçekleri, narenciye ağaçları (<i>Citrus spp.</i>)
Kıbrıs - Mallıdağ	Yabani keçi boynuzu (<i>Gleditsia triacanthos</i>), turuncgil (<i>Citrus spp.</i>), kır çiçekleri
Kırklareli - Kofçaz	Meşe (<i>Quercus L.</i>), akasya (<i>Acacia spp.</i>), karaçalı (<i>Paliurus spina-christi</i> Miller), faselya (<i>Phacelia tanacetifolia</i> Benth), kekik (<i>Thymus spp.</i>), üçgül (<i>Trifolium repens</i>)
Kırşehir - Merkez	Geven (<i>Astragalus spp.</i>), kekik (<i>Thymus spp.</i>), ıhlamur (<i>Tilia L.</i>), akasya (<i>Acacia spp.</i>), fiğ (<i>Vicia sativa L.</i>)
Konya - Çumra	Ayçiçeği (<i>Helianthus annuus</i>), yonca (<i>Trifolium pratens</i>), kabak (<i>Cucurbita pepo L.</i>), katırtırnağı (<i>Spartium junceum L.</i>), deve dikenini (<i>Silybum marianum</i>), sığır kuyruğu (<i>Verbascum thapsus</i>), üçgül (<i>Trifolium repens</i>), hardal (<i>Rhamphospermum arvense</i>)
Kütahya - Merkez	Geven (<i>Astragalus spp.</i>), güvercin otu (<i>Verbena officinalis L.</i>), kısa mahmut (<i>Teucrium chamaedrys</i>), kangal dikenini (<i>Carduus nutans L.</i>), çalba (<i>Phlomis russeliana</i>), sığırkuyruğu (<i>Verbascum thapsus</i>), Gökbaş (<i>Centaurea cyanus</i>), efenk (<i>Vicia tenuifolia</i>)
Manisa - Turgutlu	Sarmaşık (<i>Convolvulus arvensis</i>), mısır (<i>Zea mays</i>), pamuk (<i>Gossypium hirsutum</i>), kekik (<i>Thymus spp.</i>), adaçayı (<i>Salvia L.</i>)
Mersin - Tarsus	Okalıptus (<i>Eucalyptus grandis</i>), kekik (<i>Thymus spp.</i>), korunga (<i>Onobrychis sativa</i>), geven (<i>Astragalus spp.</i>), Kumacı otu (<i>Teucrium lamiifolium</i>)
Muğla - Döğüşbelen	Narenciye (<i>Citrus spp.</i>), mısır (<i>Zea mays</i>), sarmaşık (<i>Convolvulus arvensis</i>), kekik (<i>Thymus spp.</i>), deve dikenini (<i>Silybum marianum</i>), harnup (<i>Ceratonia siliqua L.</i>)
Muğla - İkizce	Badem (<i>Prunus dulcis</i>), kekik (<i>Thymus spp.</i>), piynar çalısı (<i>Cistus laurifolius</i>), sütleğen (<i>Euphorbia myrsinites</i>), sığırkuyuruğu (<i>Verbascum thapsus</i>)
Muğla - İncirköy	Zeytin (<i>Olea europaea L.</i>), badem (<i>Prunus dulcis</i>), çam (<i>Pinus brutia</i>), kekik (<i>Thymus spp.</i>), hayıt (<i>Vitex agnus-castus L.</i>)
Niğde – Yaylayolu	Geven (<i>Astragalus spp.</i>), kekik (<i>Thymus spp.</i>), çalba (<i>Phlomis russeliana</i>), sakız geveni (<i>Astragallus gummifer L.</i>), sığır kuyruğu (<i>Verbascum thapsus</i>)
Ordu – Perşembe	Orman gülü (<i>Rhododendron L.</i>), akasya (<i>Acacia spp.</i>), kestane (<i>Castanea sativa</i>), yabani hurma (<i>Diospyros lotus</i>)

Arılık Konumu	Flora
Samsun – Bafra	Kavun (<i>Cucumis melo</i>), karpuz (<i>Citrullus lanatus</i>), sığır kuyruğu (<i>Verbascum thapsus</i>), gökdiken (<i>Eryngium campestre</i>), tütün (<i>Nicotiana tabaccum L.</i>), mısır (<i>Zea mays</i>), meşe (<i>Quercus L.</i>)
Sivas - Onbaşılar	Geven (<i>Astragalus spp.</i>), kekik (<i>Thymus spp.</i>), ballıbaba (<i>Lamium purpureum</i>), yabancı korunga (<i>Onobrychis oxyodonta</i>), yonca (<i>Trifolium pratens</i>)
Şanlıurfa - Karaköprü	Mısır (<i>Zea mays</i>), biber (<i>Capsicum annum</i>), pamuk (<i>Gossypium hirsutum</i>), geven (<i>Astragalus spp.</i>), sütleğen (<i>Euphorbia myrsinites</i>), üçgül (<i>Trifolium repens</i>), topuz diken (<i>Echinops sp.</i>), deve diken (<i>Silybum marianum</i>)
Şırnak - Faraşın	Geven (<i>Astragalus spp.</i>), tüysi (<i>Eryngium billardieri</i>), sinemotu, eşek diken (<i>Onopordum acanthium L.</i>), deve diken (<i>Silybum marianum</i>), yabancı çiçekler, üçgül (<i>Trifolium repens</i>), kekik (<i>Origanum vulgare L.</i>), kenger (<i>Gundelia tournefortii</i>)
Rize - Fındıklı	Yer çiçekleri, kestane (<i>Castanea sativa</i>), orman gülü (<i>Rhododendron L.</i>), deve diken (<i>Silybum marianum</i>), kırmızı üçgül (<i>Trifolium incarnatum</i>), ak üçgül (<i>Trifolium repens</i>), yayla kekiği (<i>Thymus nummularius</i>), Gelincikleme otu (<i>Prunella vulgaris</i>)
Rize - Çat	Orman gülü (<i>Rhododendron L.</i>), ıhlamur (<i>Tilia L.</i>), karayemiş (<i>Prunus laurocerasus</i>), kestane (<i>Castanea sativa</i>), şimşir (<i>Buxus sempervirens</i>)
Tunceli - Ovacık	Çakşır (<i>Prangos munzurensis</i>), geven (<i>Astragalus spp.</i>), kekik (<i>Origanum syriacum</i>), korunga (<i>Onobrychis sativa</i>), üçgül (<i>Trifolium repens</i>), Kekre (<i>Acroptilon repens L.</i>)
Van - Çatak	Geven (<i>Astragalus spp.</i>), kekik (<i>Origanum syriacum</i>), nane (<i>Mentha pulegium</i>), tüysi (<i>Eryngium billardieri</i>)
Yozgat - Evci	Kekik (<i>Origanum syriacum</i>), geven (<i>Astragalus spp.</i>), ballıbaba (<i>Lamium purpureum</i>), sığırkuyruğu (<i>Verbascum thapsus</i>), deve diken (<i>Silybum marianum</i>)



Şekil 3.2. Örnek alınan arılıklardaki bazı mevcut nektar ve polen kaynaklarının fotoğrafları (1- Topuz dikenî (*Echinops ritro* L.), 2- Deve dikenî (*Silybum marianum*), 3- Gelincikleme otu (*Prunella vulgaris*), 4- Faselya (*Phacelia tanacetifolia* Benth), 5-Geven (*Astragalus spp.*), 6- Yabani enginar (*Cynara cardunculus*), 7-Su çileği (*Phyla nodiflora*), 8- Kumacı otu (*Teucrium lamiifolium*), 9- Sığır kuyruğu (*Verbascum thapsus*), 10- Kekre (*Acroptilon repens* L.), 11- Ak üçgül (*Trifolium repens*), 12- Melek otu (*Angelica sylvestris*)).

2021 yılında yapılan ilk arazinin ardından özellikle sanayi ve yerleşim bölgelerinden uzak, izole bölgelerde yer alan ve protein içeriği bakımından yüksek olan illerden 2022 yılında tekrar örnekleme yapılmış, bu arazi çalışmasında ilk örneklere ek olarak bölgenin doğal konumunun önemi göz önünde bulundurularak

Hakkari Yüksekova Mela (Demirkonak) ve Hakkari Bayköy örnekleri de ilk defa alınarak analizlere eklenmiştir. 2022 yılında toplanan örneklerle ait il ve ilçe merkezleri, coğrafi konumları ve sıcaklık nem değerleri Çizelge 3.3'te verilmiştir.

Çizelge 3.3. 2022 yılında örnek alınan il ve ilçe merkezleri, coğrafi konumları ve sıcaklık nem değerleri.

Örnek adı	İl Merkezi	İlçe	Köy	Enlem ve Boylam	Rakım (metre)	Sıcaklık (°C)	Nem (%)
Adana - 2	Adana	Yüreğir	Çotlu	36°52'32.1"N 35°29'31.2"E	18	38	58
Antakya - 2	Hatay	Antakya	Akçaova	36°18'10.3"N 36°13'57.0"E	80	39	55
Artvin Maçahel - 2	Artvin	Borçka	Camili	41°28'57.5"N 41°54'37.3"E	752	29	79
Düzce - 2	Düzce	Yığılca	Hoşafoglu	40°56'26.2"N 31°22'12.2"E	354	26	65
Gökçeada - 2	Çanakkale	Gökçeada	Dereköy	40°08'51.0"N 25°42'37.3"E	251	34	60
Hakkari Bayköy	Hakkari	Merkez	Bayköy	37°32'46.3"N 43°43'11.8"E	1957	35	21
Hakkari Mela	Hakkari	Yüksekova	Demirkonak	37°32'04.9"N 44°22'15.0"E	1901	37	23
Kırklareli-2	Kırklareli	Kofçaz	Yeni	41°54'44.1"N 27°07'57.9"E	652	34	50
Mersin - 2	Mersin	Tarsus	Aliefendioğlu	36°53'20.5"N 34°52'56.7"E	13	37	10
Şırnak Faraşın - 2	Şırnak	Beytüşşebap	Yeşilöz	37°42'04.5"N 43°24'21.8"E	1592	29	32
Rize Çat - 2	Rize	Çamlıhemşin	Çatköy	40°51'48.7"N 40°56'26.9"E	1224	25	75

Bu çalışmada Türkiye'nin farklı coğrafi bölgelerinde yer alan arılıklardan arı zehiri ve işçi bal arısı örnekleri toplanmış, bu arılıklarda yayılım gösteren bal arısı popülasyonları geometrik morfometri yöntemleriyle analiz edilmiş, zehirlerde protein içeriği ve SDS-Page ile proteinlerin görüntülenmesi sağlanmış, zehir kalitesi ve bal arısı ırkı ilişkisi değerlendirilmiştir.

3.2 Yöntem

3.2.1 Örnek alınacak kolonilerin belirlenmesi

Arı zehiri ve işçi arı örnekleri toplanacak kovanlar, iyi arıcılık uygulamalarına uygun yetiştiricilik yapılan işletmelerden seçilmiştir. Örnek alınan kovanların ana arı yaşı, koloni gücü bakımından birbirine eşit veya yakın olmasına dikkat edilmiş,

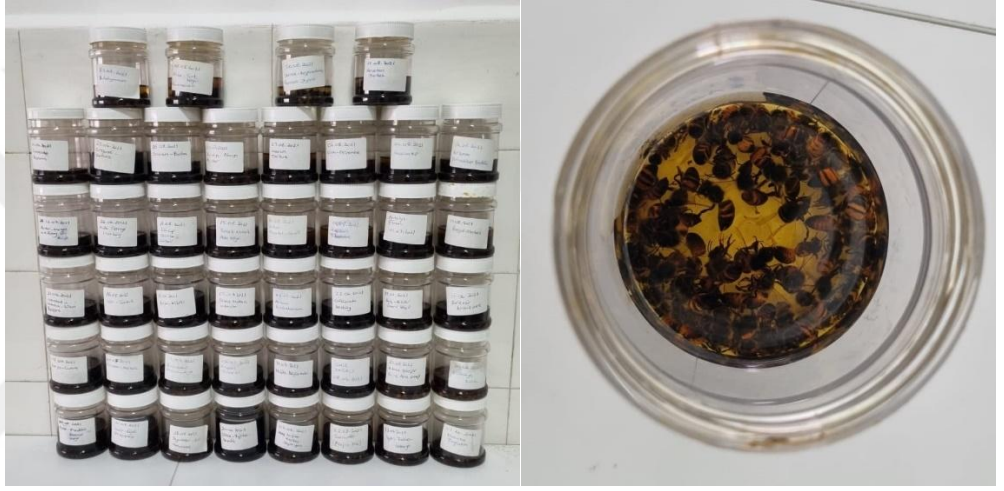
her örnekleme bizzat arılığa gidilerek, aynı araştırmacı tarafından, aynı makine kullanılarak aynı günün aynı saat aralığında ve aynı mevsimde toplanmıştır. Bu sayede oluşabilecek araştırmacıya bağlı hatalar minimize edilmiştir. Zehir ve arı zehiri alınan kovanlarda; lokasyon, tarih ve saat, hava durumu, arıcılık sistemi, polen akış durumu, mevcut bitki örtüsü, su kaynağı durumu, ana arı bilgileri, çerçeve sayıları ve besleme durumları kaydedilmiştir.



Şekil 3.3. Örnek alınan bazı arılıkların görselleri 1-Hakkari (Bayköy), 2-İzmir (Sasalı), 3-Artvin (Maçahel), 4-Konya (Çumra), 5-Bolu (Abant), 6-Van (Çatak), 7-Şırnak (Faraşın), 8-Düzce (Yığılca), 9- Mersin (Tarsus), 10- Kars (Kağızman), 11-Kırklareli (Kofçaz), 12-Hatay (Antakya), 13-Şanlıurfa, 14- Gökçeada, 15-Kayseri (Tomarza).

3.2.2 Bal arısı örneklerinin toplanması

Arı zehiri toplanan ve mevcut arılığı temsil eden her koloniden işçi arı örnekleri alınmıştır. Toplanan örneklerin analiz sürecine dek bozulmaması, arı örneklerinde deformasyon ve parazit zararı oluşmaması amacıyla her biri %98'lik Etil alkol içeren kaplarda ve oda sıcaklığında muhafaza edilmiştir (Şekil 3.4.). Tüm örneklerin toplanma tarihi ve bölgesi not edilmiştir. Örnek toplama esnasında, her arıcıya arıcı bilgileri, arılık, üretim sistemi ve yetiştiriciliğini yaptığı bal arısı ırkı hakkında bilgileri içeren bir form doldurtulmuştur.



Şekil 3.4. Toplanan arı örneklerinin etil alkol içerisinde muhafazası.

Etil alkol içerisinde örneklerin bulunduğu kaplara, herhangi bir karışıklığı önlemek amacıyla örnek alınan tarih ve lokasyon bilgisi not edilmiştir.

3.2.3 Geometrik morfometri ile bal arısı örneklerinin sınıflandırılması

3.2.3.1 Geometrik morfometrik analiz için kanat örneklerinin hazırlanması

Çalışmada kullanılan ve her bölgeye ait %98'lik etil alkol içerisinde saklanan arılar pens yardımıyla kurutma kâğıdı üzerine aktarılmıştır. Örneklerle ait sağ ön kanatlar, tek tek ince pens yardımı ile deforme edilmeden vücutlardan ayrılmıştır. Ayrılan kanatlar her lam (6*26) bir koloniyi temsil edecek şekilde lamın üst

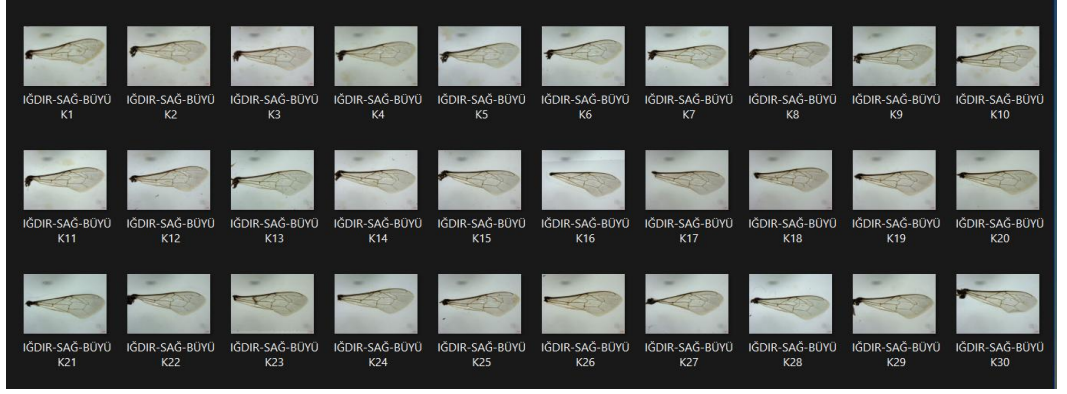
kısmına kanadın nereye ait olduğunu belirtmek için lokasyon bilgisi yazılmış, oluşabilecek herhangi bir karışıklığı önlemek amacıyla her kanat 1’den 30’a kadar numaralandırılmış ve lamaların üstüne yerleştirilen lameller arasında arasına aydinger bantı yardımı ile sabitlenmiştir. Bu işlem için her koloniden 30 işçi arı olmak üzere 1710 işçi arı sağ ön kanat örneği kullanılmıştır (Şekil 3.5).



Şekil 3.5. İşçi arı sağ ön kanat örneklerinin hazırlanması ve numaralandırılması.

3.2.3.2 Kanat örneklerinin bilgisayar ortamına aktarılması

Hazırlanan kanat örneklerinin fotoğrafları Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü’nde bulunan Nikon SMZ 745T mikroskobuna bağlanmış olan BAB Microscope Camera TCA-5.OC kamerası ile görüntülenerek BAB Bs200Pro Görüntü İşleme ve Analiz Sistemi kullanılarak her bir kanat için örneğe ilişkin kod bilgisinin bulunduğu JPEG resim dosyası haline getirilmiştir (Şekil 3.6). Çalışmada yapılacak istatistiki analizlerde kolaylık olması için aynı gruptaki örnekler aynı isimler verilmesine dikkat edilmiştir.

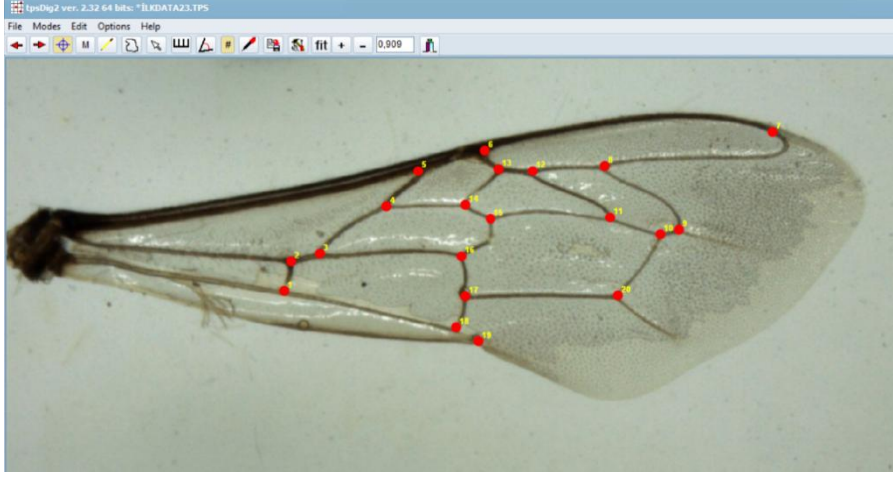


Şekil 3.6. Kanat görsellerinin bilgisayar ortamına aktarılması.

3.2.3.3 Örneklere ait TPS dosyalarının hazırlanması ve landmarkların işaretlenmesi

Çalışmada işçi arı sağ kanatlarında landmarkların işaretlenmesi işlemi için tpsdig2 ve tpsUtil 64 isimli programlar 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 1710 kanat örneği “tpsUtil 64” programında giriş materyali olarak kullanılmıştır. Bu sayede “tpsdig2” programında landmark işaretlemesi için kullanılacak olan veri dosyası oluşturulmuştur. Kanat resimlerine ilişkin oluşturulan TPS dosyasında belirli landmarkların işaretlenmesi için yine aynı programa ait alt modül olan “tpsDig V 2.16” programı kullanılmıştır. Bu amaçla gruplar için oluşturulan TPS dosyaları programla açılarak her bir kanat resminde 20 landmark noktasının işaretlemesi yapılmıştır (Şekil 3.7).



Şekil 3.7. Tpsdig2 programı ile işçi arı sağ ön kanatlarında 20 landmark noktasının işaretlenmesi.

3.2.4 Morfometrik verilerin istatistikî analizleri

Çalışma kapsamında Türkiye'nin 48 farklı ilinden 57 koloniden toplamda 1710 işçi arı kullanılmıştır. Her bir işçi arı örneğinin sağ ön kanadı çalışma materyalini oluşturmuştur. Hasarlı kanatlar ölçümlerin dışında bırakılmıştır. Her bir kanatta Bookstein'in landmark tanımına göre 20 landmark işaretlemesi yapılmıştır (Bookstein, 1990). İşaretlenen landmarkların kartezyen koordinatları (X, Y) ve bu landmarklara morfolojik karakterin ölçümü ile bal arısı örnekleri arasındaki varyasyonu değerlendirmek için MorphoJ versiyon 1.06 d programı (Klingenberg, 2011) kullanılmıştır.

Bireysel veriler kullanılarak gruplarda diskriminant fonksiyon analizi (DFA) yapılmış, grup içi ve gruplar arası varyasyonun belirlenmesinde her karakterin bireysel değerlendirildiği tek değişkenli varyans analizi (ANOVA) ve kanonik varyans analizi (CVA) uygulanmıştır. Bununla birlikte gruplar arasındaki farklılığın derecesini değerlendirmeye yarayan ve uzaklık matrisi olarak bilinen Mahalanobis Uzaklık Matrisleri hesaplanmış, Mahalanobis uzaklık matrisinden yararlanarak uzaklıklara bağlı kümeleme analizi yapılmıştır. Mahalanobis uzaklığı, geometrik morfometri analizlerinde değişkenler arasındaki korelasyonları dikkate alarak, veri noktalarının çok değişkenli normal dağılımdan ne kadar uzak olduğunu belirlemekte, bu özellikleri sayesinde, biyolojik şekil analizlerinde doğruluk ve güvenilirlik sağlamaktadır. CVA'dan elde edilen Mahalanobis uzaklıkları

kullanılarak NTSYS-PC (2.2) programı ile UPGMA (Unweighted pair group method with arithmetic mean) kümeleme analizi gerçekleştirilmiştir.

3.2.5 Bal arısı zehir örneklerinin toplanması ve saklanması

Türkiye'nin tamamını temsil edecek şekilde, (Ege Bölgesi, Marmara Bölgesi, İç Anadolu Bölgesi, Akdeniz Bölgesi, Karadeniz Bölgesi, Doğu Anadolu Bölgesi ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi) zehir miktar ve kalitesinin yüksek olduğu ilkbahar ve yaz (Mayıs – Ağustos) mevsiminde 64 adet bal arısı zehir örneği toplanmıştır. Zehir toplama işlemi süresince mevcut arı zehirinin kimyasal yapısına zarar vermemek ve arıların sokma davranışını etkilememek adına körük kullanılmamıştır. Örnekler, elektroşok prensibi ile çalışan arı zehiri toplama aparatı ile 12 voltluk akım uygulanarak seçilen her kovandan 30 dakikalık bir uygulama ile elde edilmiş, cam levhaya toplanan zehirler kuruması için gerekli zaman geçtikten sonra, güvenlik önlemleri alınarak, sıcaklık ışık nem etkilemeyecek şekilde kapalı bir ortamda levhadan kazınarak ham halde toplanmıştır (Şekil 3.8, Şekil 3.9). Hasat edildikten sonra analiz sürecine dek koyu renk şişede soğuk zincirde muhafaza edilmiş ve terapötik etkide azalmaya neden olan oksidasyon bu şekilde önlenmiştir.



Şekil 3.8. Çalışmada kullanılan arı zehiri toplama makinası.



Şekil 3.9. Camda toplanan ham arı zehirinin görüntüsü.

Arazi çalışmalarının ardından kristalize formda olan ham zehirler Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Biyomühendislik Bölümü'nde Christ marka liyofilizasyon cihazı ile liyofilize edilerek analiz sürecine dek depolanmıştır (Şekil 3.10). Her bir örnek toplanma bölgesine göre numaralandırılarak kayıt altına alınmıştır. Liyofilizasyon öncesi ve sonrası toplam arı zehiri miktarları hassas terazi ile ölçülerek not edilmiştir.



Şekil 3.10. Cam plakalardan elde edilen liyofilize edilmiş ham arı zehirleri.

Çalışmada değişik üretim yöntemlerini de karşılaştırmak amacıyla kovan önü ve kovan üstünden örnek alınması planlanmış, arazi çalışmaları esnasında kovan önü ve kovan üstü zehir toplama makinaları da denenmiştir. Bununla birlikte, kovan önü zehir makinası ile toplanan arı zehiri örneklerinde nektar toplamadan dönen tarlacı arıların elektrik akımı sebebi ile cam levhalara nektar kusması, zehirin bulaş riskine açık olması, artan hava sıcaklıkları ile makine aksamalarının fazla ısınması, zehirin kolay oksidasyonu vb. sebepler ile örnek alımlarının tümü kovan üstü zehir toplama makinası ile yapılmıştır.

3.2.6 Bal arısı zehir örneklerinde protein miktar tayini

Ham zehir örneklerinin ve fraksiyonların miktar tayini BCA yöntemiyle spektrofotometrik olarak yapılmıştır. BCA Assay Kit (Thermo) kullanılarak kuyucuklara 200 µl çalışma solüsyonu (WR), 25 µl. örnek uygulanmıştır. Örneklerin boyayla reaksiyona girmesi için 30 dk. oda sıcaklığında inkübasyonun ardından spektrofotometrede 562 nm. de ölçüm yapılmıştır. Standart olarak sığır serum albümini (BSA) kullanılmıştır. Hem standartlar hem de örnekler üç tekrarlı olarak ölçülüp ortalamaları alınmıştır.

3.2.7 Bal arısı zehir örneklerinde Sodyum Dodesil Sülfat Poliakrilamid Jel Elektroforezi (SDS-PAGE)

SDS-PAGE (Sodyum Dodesil Sülfat Poliakrilamid Jel Elektroforezi), proteinlerin moleküler ağırlıklarını belirlemek ve protein örneklerini ayırtmak için kullanılan bir tekniktir. SDS (Sodyum Dodesil Sülfat), proteinleri denatüre ederek ve negatif yüklerle kaplayarak, proteinlerin sadece moleküler ağırlıklarına göre ayrışmasını sağlamaktadır. Elektroforez ise bu denatüre edilmiş proteinleri bir jel matris üzerinde elektrik alanında hareket ettirerek, farklı boyutlara sahip proteinlerin ayrışmasını mümkün kılmaktadır. Bu çalışmada da arı zehrindeki proteinlerin türlerini ve miktarlarını belirlemek, bu proteinlerin moleküler ağırlıklarını ve yapılarını anlamak için SDS-PAGE kullanılmıştır (Şekil 3.11). Ayrıca, arı zehrinin içeriğindeki potansiyel biyoaktif bileşenlerin analizinde de bu yöntem önem taşımaktadır.



Şekil 3.11. SDS-PAGE yönteminin uygulanması.

Bu çalışmada SDS PAGE ile farklı bölgelerden toplanan 64 farklı arı zehiri örnekleri içindeki farklı proteinlerin molekül ağırlıklarına bağlı olarak olarak ayrılması sağlanmıştır. SDS-PAGE jeli için %4 lük yığma jeli (15.1 g Tris/HCl pH 6.8, 0,34 mL Poliakrilamid çözeltisi (PAA), 25 μ L SDS (Sodyum dodecyle sulphate), 1,50 mL ultra saf su, 12,5 μ L amonyum persülfat, 10 μ L Tetrametiletildiamin (TEMED)) ve %15 lik ayırma jeli (250 mM Tris/HCl pH 6.8, 2,50 mL PAA, 50 μ L SDS, 1,17 mL ultra saf su, 25 μ L amonyum persülfat, 10 μ L TEMED) kullanılmıştır (Çizelge 3.4).

Çizelge 3.4. Elektroforez jeli için kullanılan madde miktarları.

Bileşen	%4 yığma jeli	%15 ayırma jeli
Tris/HCl Ph 6.8	15.1 g	250 mM
PAA (Poliakrilamid)	0.34 mL	2.50 mL
SDS (%10)	25 μ L	50 μ L
Ultra saf su	1.50 μ L	1.17 μ L
Amonyum persülfat	12.5 μ L	25 μ L
TEMED (Tetrametiletildiamin)	10 μ L	10 μ L

Laemmli tampon eşliğinde örnekler yüklenmiş ve Coomassie mavisi (Coomassie Blue G-250) ile boyanmıştır. Boyamadan sonra jeller, yıkama çözeltisi ile bantlar görünür hale gelene kadar yıkanmış ve fotoğraflanmıştır. Yüksek çözünürlükteki bant görsellerinde protein sayımları gerçekleştirilmiştir.

4. BULGULAR

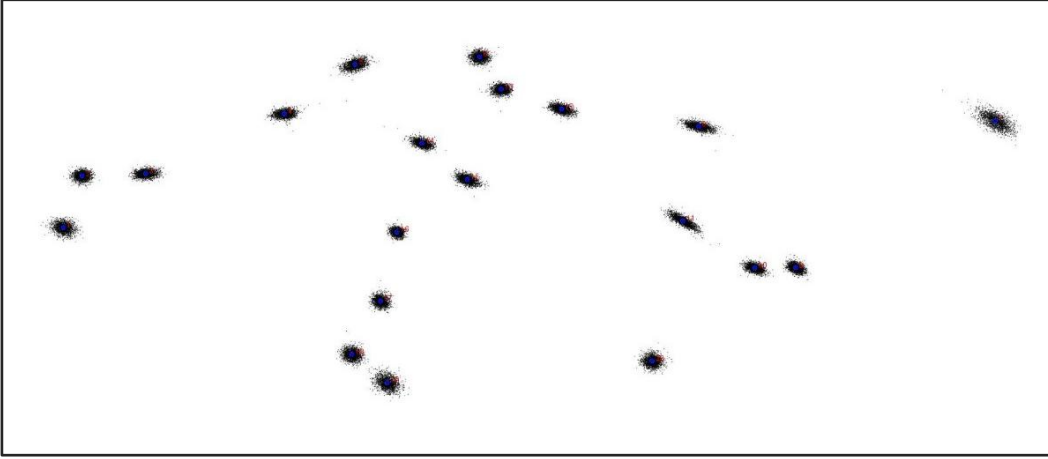
4.1 Bal Arısı Örneklerinde Geometrik Morfometri Yöntemi Bulguları

57 farklı ile ait 1710 bal arısı sağ kanat örneği MorphoJ programında analiz edilmiştir. Yapılan Procrustes ANOVA testi ile bireysel örnekler değerlendirildiğinde lokasyonlar arasında hem ağırlık merkezi büyüklüğü (centroid size) hem de kanat şekli (shape) açısından önemli farklılıklar olduğu ortaya konulmuştur ($P < 0.0001$) (Çizelge 4.1).

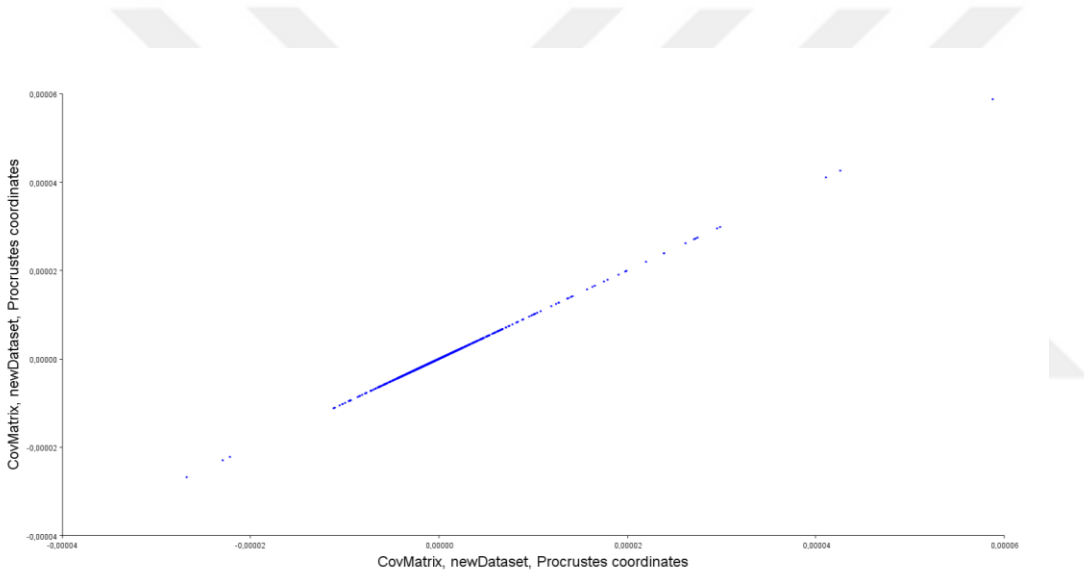
Çizelge 4.1. Bal arısı örneklerinde Procrustes ANOVA sonuçları.

Centroid size							
Effect	SS	MS	df	F	P (param.)		
Individual	282275	5040	56	22,42	<0.0001		
Residual	371619	224	1653				
Shape, Procrustes ANOVA							
Effect	SS	MS	df	F	P (param.)	Pillai trace	P (param.)
Individual	0,32802	0,000162	2016	10,88	<0.0001	6,17	<0.0001
Residual	0,8898	0,0000149	59508				

Kanat örneklerinden elde edilen veriler; rotasyon, transformasyon ve skala etkilerinden kurtarılmış ve standardize edilmiştir. New Procrustes Fit analizi sonuçlarına göre işçi arı sağ ön kanatlarındaki landmarkların dağılımı da görüntülenmiştir (Şekil 4.1). Analiz edilen işçi arı sağ ön kanatlarında varyasyon miktarını gösteren eğri Şekil 4.2’de verilmiştir.



Şekil 4.1. New Procrustes Fit analizi sonuçlarına göre işçi arı sağ ön kanatlarındaki landmarkların dağılımı.



Şekil 4.2. İşçi arı sağ ön kanatlarında varyasyon miktarını gösteren eğri.

4.1.1 Temel Öğeler Analizi (PCA) sonuçları

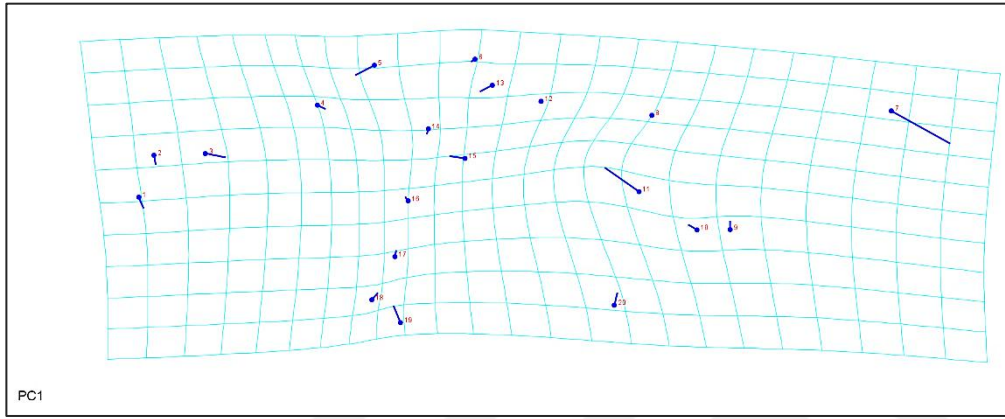
PCA analizinde hesaplanan değerler incelendiğinde, kanat biçim varyasyonu 36 eksende açıklanmıştır (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2. PCA sonucunda elde edilen özdeğerler, varyans (%) ve kümülatif varyans (%) tablosu.

	Özdeğerler	% Varyans	% Kümülatif varyans
1.	0,00012075	16,945	16,945
2.	0,00007705	10,812	27,757
3.	0,00006736	9,453	37,210
4.	0,00005753	8,073	45,283
5.	0,00004877	6,844	52,127
6.	0,00004563	6,403	58,530
7.	0,00003127	4,388	62,918
8.	0,00002827	3,967	66,885
9.	0,00002675	3,754	70,639
10.	0,00002179	3,058	73,697
11.	0,00001982	2,781	76,478
12.	0,00001852	2,600	79,077
13.	0,00001679	2,356	81,433
14.	0,00001506	2,114	83,547
15.	0,00001305	1,831	85,378
16.	0,00001247	1,750	87,127
17.	0,00000937	1,316	88,443
18.	0,00000830	1,164	89,607
19.	0,00000756	1,060	90,667
20.	0,00000670	0,940	91,608
21.	0,00000638	0,895	92,502
22.	0,00000593	0,832	93,334
23.	0,00000572	0,802	94,137
24.	0,00000505	0,709	94,846
25.	0,00000478	0,671	95,517
26.	0,00000464	0,650	96,167
27.	0,00000409	0,574	96,741
28.	0,00000347	0,488	97,229
29.	0,00000324	0,454	97,683
30.	0,00000304	0,427	98,110
31.	0,00000289	0,405	98,515
32.	0,00000270	0,379	98,894
33.	0,00000224	0,314	99,208
34.	0,00000207	0,290	99,498
35.	0,00000189	0,265	99,764
36.	0,00000168	0,236	100,000

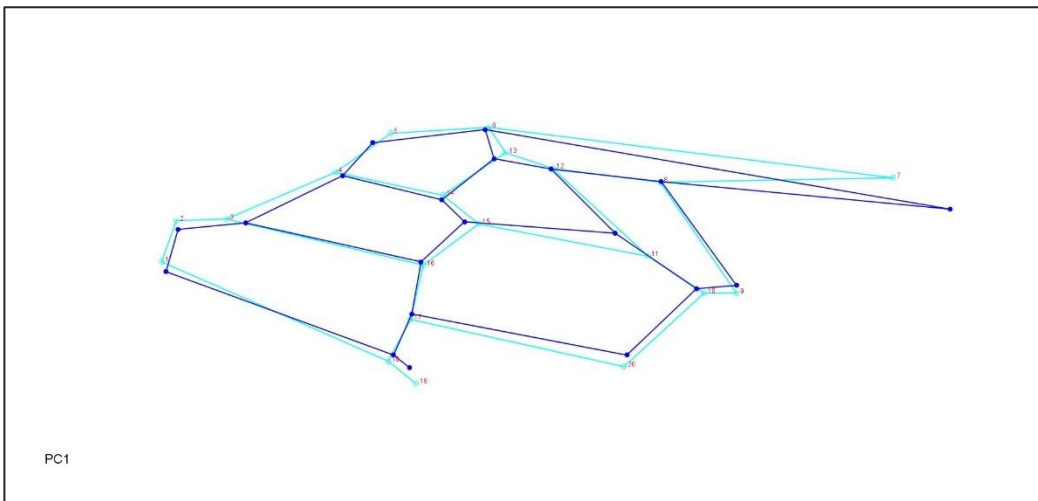
Buna göre, 1. temel bileşen varyasyonun %16,945'ini açıkladığı, 2. temel bileşenin ise varyasyonun %27,757'sini açıkladığı görülmüştür. Bununla birlikte, ilk üç temel bileşen birlikte ele alındığında kanat biçim varyasyonun ancak %37,210'unu açıkladığı görülmüştür. Toplam varyansa göre ölçeklendirilmiş özdeğerlerin varyansı 0,00130; toplam varyans ve değişken sayısı ile ölçeklendirilmiş özdeğerlerin varyansı 0,04815'tür. PCA değerlerine ait toplam varyans 0,00071260 olarak bulunmuştur.

Deformasyon gridleri landmarkların konumuna göre grupların karşılaştırılmasına imkân sağlamaktadır. Deformasyonun hangi landmarklarda yoğunlaştığını görselleştirerek gruplar arasındaki varyasyon açıklanmaktadır. Temel öğeler analizine (PC1) göre; Şekil 4.3’de bireylere ait kanat morfolojisinde tespit edilen biçimsel farklılıklar gösterilmektedir. PCA sonucu biçimsel farklılıklar incelendiğinde sırasıyla 7., 11., 5., 3. landmarkların diğer landmarklara göre daha yüksek bir varyasyon gösterdiği görülmektedir.



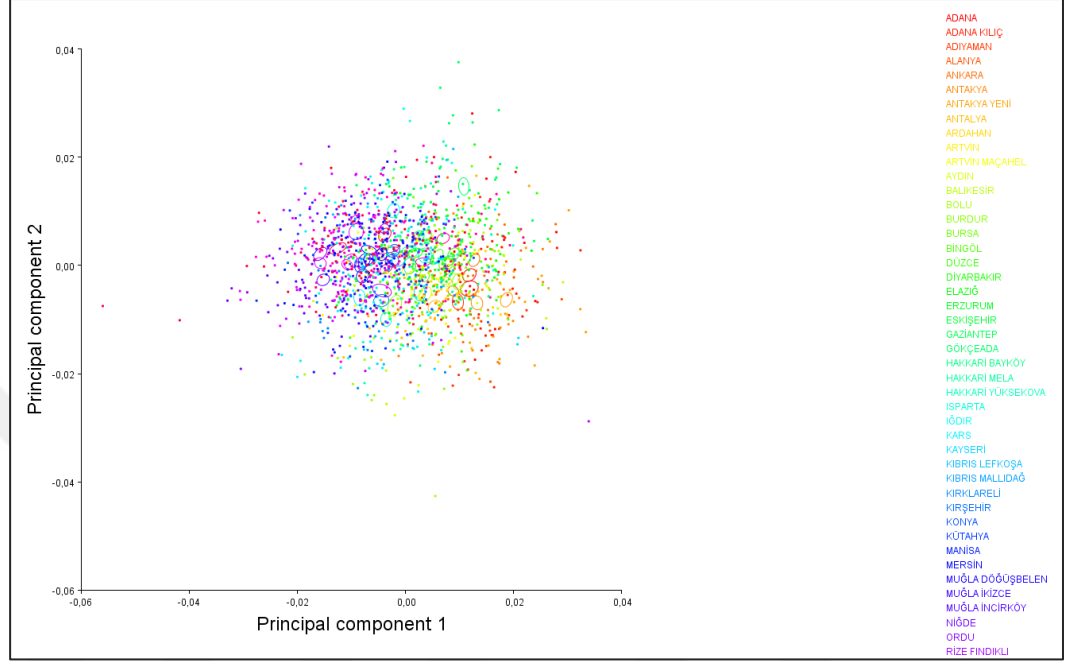
Şekil 4.3. PCA analizine göre bireylere ait kanat morfolojisinde tespit edilen biçimsel farklılıklar.

Bal arısı örneklerindeki kanat şekli farklılıkları wireframe diyagramı ile gösterilmiştir (Şekil 4.4).



Şekil 4.4. Wireframe diagramında bal arısı örneklerindeki kanat şekli farklılıkları.

PCA, Ortaya çıkan farkların yeni bir düzlemde özetlenmesi amacıyla kullanılmıştır. PCA’da bireylerin birinci ve ikinci (PC1 - PC2) temel öğeler üzerindeki dağılımı incelenmiştir. PC1 - PC2 üzerindeki dağılımda birtakım kümelenmelerin ortaya çıktığı gözlenmiştir (Şekil 4.5).



Şekil 4.5. PCA sonuçlarına göre bireylerin PC1 - PC2 üzerindeki dağılımı.

PCA analiz sonuçları değerlendirildiğinde, Gökçeada, Antakya Yeni, Artvin Maçahel örneklerinin türlere ait bireylere göre daha belirgin kümeler oluşturduğu görülmektedir. Diğer illere ait popülasyonlar diğer popülasyonların örnekleriyle iç içe geçmiş durumdadır.

4.1.2 Kanonik Varyans Analizi (CVA) sonuçları

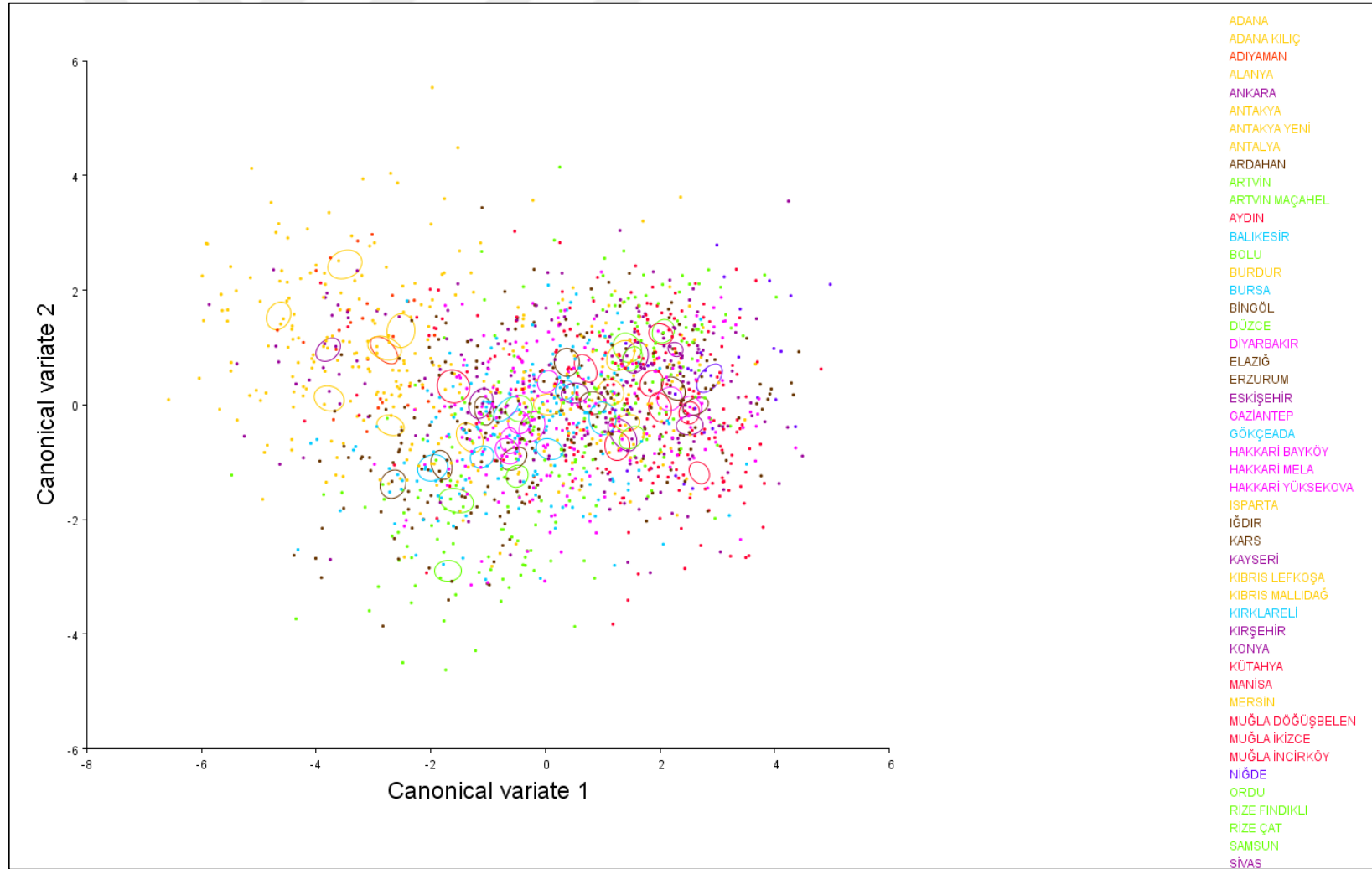
Kanonik Varyans Analizi (CVA), işçi arıların sağ ön kanatlarında ırklar arasında anlamlı bir fark olup olmadığını test etmek için yapılmıştır. Bireylerin ilk iki kanonik değişken (CV1 ve CV2) üzerindeki dağılım grafikleri (Şekil 4.6) ve CVA tabanlı kümeleşme çizelgeleri özetlenmiştir.

CVA’da toplam şekil varyasyonu otuz altı eksen tarafından açıklanmıştır. Hesaplanan tek ve kümülatif değerler incelendiğinde, gruplar arası varyasyonla

ilgili olarak 1. kanonik varyansın varyasyonun %34.282'sini açıkladığı ve temel belirleyici özellikte olduğu görülmüştür (Çizelge 4.3). 2. kanonik varyansın ise varyasyonun %7.326'ini açıkladığı görülmektedir. Bununla birlikte, ilk üç temel bileşen birlikte ele alındığında kanat biçim varyasyonun %47.920'si açıklanmaktadır.

Çizelge 4.3. CVA sonucunda elde edilen özdeğerler, varyans (%) ve kümülatif varyans (%) tablosu.

	Özdeğerler	% Varyans	% Kümülatif varyans
1.	3,88023992	34,282	34,282
2.	0,82925251	7,326	41,608
3.	0,71441172	6,312	47,920
4.	0,59615924	5,267	53,187
5.	0,56927333	5,030	58,217
6.	0,46589401	4,116	62,333
7.	0,40890529	3,613	65,946
8.	0,37866598	3,346	69,291
9.	0,37068693	3,275	72,566
10.	0,31968216	2,824	75,390
11.	0,31124603	2,750	78,140
12.	0,27565470	2,435	80,576
13.	0,24663118	2,179	82,755
14.	0,23191483	2,049	84,804
15.	0,21645999	1,912	86,716
16.	0,20689391	1,828	88,544
17.	0,16733285	1,478	90,022
18.	0,15917413	1,406	91,429
19.	0,12126600	1,071	92,500
20.	0,11419728	1,009	93,509
21.	0,10842374	0,958	94,467
22.	0,09895448	0,874	95,341
23.	0,08127285	0,718	96,059
24.	0,07835034	0,692	96,751
25.	0,06684250	0,591	97,342
26.	0,05536665	0,489	97,831
27.	0,04337017	0,383	98,214
28.	0,03958517	0,350	98,564
29.	0,03577224	0,316	98,880
30.	0,03119805	0,276	99,156
31.	0,02733968	0,242	99,397
32.	0,02017982	0,178	99,576
33.	0,01640119	0,145	99,720
34.	0,01409451	0,125	99,845



Şekil 4.6. CVA sonuçlarına göre işçi arı kanat örneklerinde 20 landmark tarafından oluşturulan biçim farklılıklarının ilk iki eksenindeki (CV1-CV2) dağılımı (CVA)

CVA sonuçlarına göre, Adana Kılıç, Ankara, Antakya, Antakya Yeni, Antalya, Ardahan, Artvin, Artvin Maçahel, Aydın, Muğla İkizce, Muğla İncirköy, Gökçeada, Çanakkale, Düzce ve Hakkâri Yüksekova örnekleri ayrı kümeler oluştururken, diğer örnekler birbirine birleşik kümelenmeler oluşturmıştır.

4.1.3 Diskriminant Fonksiyon Analizi (DFA) sonuçları

Morfometrik karakterlerin bireysel verileri ve koloni ortalamaları Diskriminant Fonksiyon Analizi (DFA) ile değerlendirilerek gruplar arası varyasyonlar belirlenmiştir (Ek 1). Popülasyon arası farkları belirlenmesinde procrustes uzaklığı (P) verisi kullanılmıştır.

Veriler incelediğinde, Adana popülasyonunun Adana Kılıç ve Adıyaman ile; Adıyaman popülasyonunun ise Adana Kılıç, Antakya ve Antalya ile; Çanakkale popülasyonunun Düzce, Elazığ ve Lefkoşa ile; Diyarbakır popülasyonunun Bursa, Burdur ve Düzce ile; Kütahya popülasyonunun Muğla İkizce ve Van ile; Van popülasyonunun Tunceli, Mersin, Niğde, Muğla İncirköy ve Rize Çat popülasyonları ile; Rize Çat popülasyonunun Bolu ve Lefkoşa ile; Isparta popülasyonunun Hakkari Mela ile; Şanlıurfa popülasyonunun Mallıdağ ile; Şırnak Faraşın popülasyonunun Kırşehir ile ve Tunceli popülasyonunun Muğla İncirköy ile benzerlik gösterdiği ve farkın istatistiki olarak önemli olmadığı görülmektedir ($P > 0.0001$). Aynı saf ana arı ırkını kullandıkları bilinen ve mevcut ırkın koruma kapsamında olduğu bölgelerden alınan örneklerden olan Muğla Doğuşbelen ve Muğla İkizce ile Artvin ve Artvin Maçahel popülasyonlarının da benzerlik gösterdiği ve aralarındaki farkın istatistiki olarak önemli olmadığı görülmektedir ($P > 0.0001$).

4.1.4 UPGMA kümeleme analizi bulguları

Mahalanobis uzaklığı, veri noktalarının birbirlerine olan mesafesini ölçerek, bu noktaların benzerlik veya farklılık derecesini belirlemeyi sağlamaktadır. Mahalanobis uzaklığı, her bir veri noktasının çok değişkenli uzayda diğer veri noktalarına olan uzaklığını ölçmektedir. Bu uzaklık, veri noktalarının dağılımı ve kovaryans matrisi dikkate alınarak hesaplanır. Bu amaçla, her bölge için belirlenen

ortalama değerler Mahalanobis mesafesi kullanılarak gruplandırılmış ve sonuçlar dendrogram üzerinde özetlenmiştir (Çizelge 4.4 ve Şekil 4.7).

Çizelge 4.4. Tüm illere ait karşılaştırmalı Mahalanobis verileri.

	Adana	Adana Kılıç	Adıyaman	Alanya	Ankara	Antakya Yeni
Adana	0,00	4,22	3,47	6,29	6,06	3,60
Adana Kılıç	4,22	0,00	3,54	5,53	5,07	4,03
Adıyaman	3,47	3,54	0,00	4,47	3,58	3,95
Alanya	6,29	5,53	4,47	0,00	7,02	4,84
Ankara	6,06	5,07	3,58	7,02	0,00	4,08
Antakya	3,60	4,03	3,95	4,84	4,08	0,00
Antakya Yeni	8,26	6,83	7,33	5,59	6,66	4,81
Antalya	5,49	8,49	4,85	6,72	4,50	5,73
Ardahan	5,01	7,96	5,51	7,76	6,81	5,41
Artvin	8,05	8,06	6,59	6,85	6,51	6,52
Artvin Maçahel	12,90	11,15	9,84	7,97	10,52	9,27
Aydın	4,88	6,23	5,52	5,02	5,86	5,92
Balıkesir	6,32	14,00	6,36	7,71	9,36	5,56
Bolu	6,38	8,84	6,54	7,74	8,21	7,02
Burdur	7,51	8,59	3,61	5,49	6,46	6,41
Bursa	5,43	8,83	5,06	5,71	7,07	5,74
Bingöl	7,94	8,11	4,90	7,72	6,12	5,57
Düzce	6,33	10,08	6,90	6,68	7,54	7,58
Diyarbakır	4,74	8,54	7,09	6,97	9,21	6,34
Elazığ	7,34	10,72	4,73	5,31	6,27	6,06
Erzurum	10,68	10,30	6,97	8,14	8,44	8,87
Eskişehir	5,73	7,96	6,10	8,12	6,04	6,18
Gaziantep	7,12	9,01	8,85	10,26	8,73	7,92
Gökçeada	6,05	9,87	10,12	9,21	8,70	9,98
Hakkari Bayköy	5,21	6,76	5,20	6,09	8,89	5,43
Hakkari Mela	5,99	9,28	6,93	7,31	6,95	7,97
Hakkari Yüksekova	10,29	8,88	7,94	6,58	9,09	7,90
Isparta	7,50	8,36	7,12	10,57	7,65	9,14
Iğdır	7,19	7,92	7,34	7,24	9,44	9,06
Kars	6,64	8,02	7,70	9,10	11,64	8,66
Kayseri	7,56	8,12	7,24	8,72	9,08	8,14
Kıbrıs Lefkoşa	6,41	9,14	8,45	7,09	8,75	8,00

Kıbrıs Mallıdağ	8,27	9,14	7,74	9,87	9,44	9,70
Kırklareli	9,20	9,60	5,47	7,41	9,35	6,18
Kırşehir	6,51	7,40	5,79	8,48	9,19	6,99
Konya	8,12	8,57	8,71	9,52	10,95	7,78
Kütahya	9,41	11,40	13,00	10,43	13,79	13,58
Manisa	11,69	9,69	13,61	11,25	11,64	10,79
Mersin	7,74	10,02	7,77	7,61	8,56	11,56
Muğla Döğüşbelen	7,18	10,38	7,60	8,09	9,03	9,20
Muğla İkizce	11,95	11,49	10,14	9,89	13,60	13,73
Muğla İncirköy	9,01	9,80	9,97	9,31	13,21	10,35
Niğde	11,81	10,22	11,30	16,29	12,58	10,81
Ordu	14,07	14,37	11,68	11,84	9,81	9,66
Rize Fındıklı	9,30	11,81	12,28	9,42	10,90	11,59
Rize Çat	6,24	8,57	9,14	7,13	9,65	8,50
Samsun	8,94	9,85	7,51	9,62	13,20	9,48
Sivas	9,93	9,01	7,99	8,37	9,21	9,32
Tunceli	9,59	10,41	14,21	9,70	13,19	10,53
Van	8,36	10,45	8,27	10,53	9,02	9,73
Yozgat	11,17	13,60	14,04	12,49	12,75	14,11
Çanakkale	8,15	14,45	7,23	9,33	8,04	8,26
İstanbul	7,63	9,54	10,17	10,14	10,38	10,32
İzmir Ege	8,14	13,17	7,78	10,32	11,79	9,39
İzmir Sasalı	8,04	11,88	7,66	8,39	10,53	10,71
Şanlıurfa	9,29	14,46	12,98	9,93	11,69	13,76
Şırnak Faraşın	7,69	9,70	7,71	8,42	10,04	8,49

	Antakya Y	Antalya	Ardahan	Artvin	Artvin Maçahel	Aydın
Adana	8,26	5,49	5,01	8,05	12,90	4,88
Adana Kılıç	6,83	8,49	7,96	8,06	11,15	6,23
Adıyaman	7,33	4,85	5,51	6,59	9,84	5,52
Alanya	5,59	6,72	7,76	6,85	7,97	5,02
Ankara	6,66	4,50	6,81	6,51	10,52	5,86
Antakya	4,81	5,73	5,41	6,52	9,27	5,92
Antakya yeni	0,00	8,72	7,79	11,29	10,70	6,50
Antalya	8,72	0,00	5,58	7,50	9,14	5,47
Ardahan	7,79	5,58	0,00	5,48	6,75	5,92
Artvin	11,29	7,50	5,48	0,00	4,96	5,40
Artvin Maçahel	10,70	9,14	6,75	4,96	0,00	7,21

Aydın	6,50	5,47	5,92	5,40	7,21	0,00
Balıkesir	8,27	6,18	7,27	7,74	6,64	4,81
Bolu	7,64	6,37	5,06	6,35	7,54	4,60
Burdur	6,70	5,01	6,97	7,03	11,25	3,67
Bursa	6,98	8,08	4,86	6,01	7,87	5,62
Bingöl	9,57	6,39	5,11	4,28	7,72	5,14
Düzce	10,27	8,79	6,02	4,70	6,96	4,94
Diyarbakır	9,51	5,90	9,14	5,53	8,64	5,00
Elazığ	8,44	5,82	5,34	6,49	7,53	5,52
Erzurum	10,35	8,70	10,30	6,69	7,47	6,07
Eskişehir	9,27	5,37	7,49	6,89	8,17	5,49
Gaziantep	12,14	7,93	8,33	8,77	11,15	8,28
Gökçeada	10,34	9,36	7,82	7,15	11,29	6,97
Hakkari Bayköy	7,90	7,31	5,72	5,92	9,60	7,03
Hakkari Mela	9,35	6,06	6,05	6,82	8,71	5,81
Hakkari Yüksekova	10,80	8,03	7,00	7,75	8,06	6,66
Isparta	11,24	9,85	8,45	10,52	9,54	7,30
Iğdır	9,58	10,68	7,92	7,46	10,02	6,85
Kars	9,63	9,44	4,97	9,15	14,28	6,24
Kayseri	12,97	8,73	8,52	11,40	9,74	7,27
Kıbrıs Lefkoşa	8,72	6,85	6,01	5,19	10,17	5,13
Kıbrıs Mallıdağ	14,37	8,01	9,40	9,58	11,99	6,48
Kırklareli	10,22	9,60	7,68	6,85	7,67	7,15
Kırşehir	9,43	7,76	6,67	8,40	9,54	5,80
Konya	13,98	8,91	7,62	6,43	9,13	6,36
Kütahya	15,80	9,99	10,55	8,10	9,20	8,48
Manisa	15,08	13,83	11,04	11,14	14,51	7,82
Mersin	12,02	6,81	8,99	7,80	7,58	6,59
Muğla Döğüşbelen	11,16	9,03	8,25	7,78	9,43	6,28
Muğla İkizce	14,33	15,13	10,42	9,49	9,88	7,73
Muğla İncirköy	14,57	10,23	9,21	9,17	9,93	7,68
Niğde	13,33	11,49	8,55	7,82	11,11	8,46
Ordu	17,88	10,91	9,49	7,98	12,31	11,62
Rize Fındıklı	12,14	9,79	9,08	7,78	8,98	6,35
Rize Çat	10,36	7,33	6,36	7,28	7,44	6,57
Samsun	11,92	10,09	8,87	6,82	8,77	8,35
Sivas	12,30	8,72	8,68	7,28	9,64	6,62
Tunceli	19,90	8,92	11,24	10,50	11,54	7,92

Van	11,75	9,95	8,23	7,29	9,70	8,30
Yozgat	16,55	12,27	12,08	11,14	12,96	10,50
Çanakkale	10,97	8,63	6,92	6,30	9,74	7,37
İstanbul	10,80	8,06	8,29	12,23	10,34	5,77
İzmir Ege	10,63	8,79	10,13	10,55	10,42	6,11
İzmir Saha	13,94	12,11	14,37	9,09	10,22	11,31
Şanlıurfa	14,38	11,40	11,61	9,07	11,37	8,35
Şırnak Faraşin	13,55	12,87	8,96	10,51	9,45	7,71

	Balıkesir	Bolu	Burdur	Bursa	Bingöl	Düzce
Adana	6,32	6,38	7,51	5,43	7,94	6,33
Adana Kılıç	14,00	8,84	8,59	8,83	8,11	10,08
Adıyaman	6,36	6,54	3,61	5,06	4,90	6,90
Alanya	7,71	7,74	5,49	5,71	7,72	6,68
Ankara	9,36	8,21	6,46	7,07	6,12	7,54
Antakya	5,56	7,02	6,41	5,74	5,57	7,58
Antakya yeni	8,27	7,64	6,70	6,98	9,57	10,27
Antalya	6,18	6,37	5,01	8,08	6,39	8,79
Ardahan	7,27	5,06	6,97	4,86	5,11	6,02
Artvin	7,74	6,35	7,03	6,01	4,28	4,70
Artvin Maçahel	6,64	7,54	11,25	7,87	7,72	6,96
Aydın	4,81	4,60	3,67	5,62	5,14	4,94
Balıkesir	0,00	7,23	4,60	6,26	5,97	6,56
Bolu	7,23	0,00	6,05	5,06	6,25	6,33
Burdur	4,60	6,05	0,00	3,61	3,56	5,32
Bursa	6,26	5,06	3,61	0,00	4,92	5,10
Bingöl	5,97	6,25	3,56	4,92	0,00	5,32
Düzce	6,56	6,33	5,32	5,10	5,32	0,00
Diyarbakır	5,42	5,28	4,74	2,90	5,92	4,24
Elazığ	4,59	5,22	4,62	3,82	5,15	4,93
Erzurum	7,64	5,87	7,43	6,37	8,40	6,96
Eskişehir	6,40	4,37	5,77	4,99	6,30	4,62
Gaziantep	8,68	5,97	7,36	6,06	6,38	6,07
Gökçeada	6,60	6,78	6,86	6,34	6,99	6,72
Hakkari Bayköy	6,80	4,68	6,68	4,33	7,09	6,38
Hakkari Mela	6,76	4,85	6,37	4,33	5,80	6,78
Hakkari Yüksekova	7,10	4,56	7,00	6,34	7,89	4,44
Isparta	8,80	5,54	7,84	6,09	7,79	8,45

Iğdır	7,66	7,59	8,74	6,41	9,39	7,34
Kars	7,56	6,21	7,76	7,90	8,59	7,77
Kayseri	9,25	5,64	7,27	7,46	10,03	8,88
Kıbrıs Lefkoşa	7,48	4,65	6,51	5,90	7,15	7,00
Kıbrıs Mallıdağ	8,44	5,86	6,79	7,73	8,13	6,10
Kırklareli	7,11	5,28	5,32	6,51	6,39	6,42
Kırşehir	6,03	5,79	7,30	5,24	8,17	6,23
Konya	8,28	5,83	7,54	6,27	8,56	6,96
Kütahya	9,42	7,51	8,90	7,53	9,00	7,89
Manisa	8,14	9,09	9,11	9,96	10,99	10,85
Mersin	7,49	6,30	9,65	5,47	8,39	7,52
Muğla Döğüşbelen	6,56	6,26	7,15	6,95	9,33	5,86
Muğla İkizce	8,43	7,84	11,74	9,37	10,80	8,05
Muğla İncirköy	9,21	6,91	7,70	7,29	9,70	7,44
Niğde	10,01	6,85	9,09	8,32	8,99	10,99
Ordu	10,83	6,78	11,16	10,47	10,73	9,51
Rize Fındıklı	9,21	6,84	9,99	8,36	9,62	7,28
Rize Çat	7,50	4,77	7,47	6,27	7,94	7,97
Samsun	9,46	7,32	11,40	7,15	7,89	8,95
Sivas	8,75	8,56	9,57	7,27	8,86	8,14
Tunceli	10,98	8,56	10,14	9,35	10,67	7,22
Van	8,36	5,26	7,40	7,97	9,33	8,29
Yozgat	10,63	8,41	9,85	8,68	12,23	11,00
Çanakkale	8,50	5,58	5,75	5,71	6,27	5,24
İstanbul	9,29	5,41	9,55	6,43	11,02	7,26
İzmir Ege	8,24	8,63	7,28	7,72	11,95	7,22
İzmir Sasalı	6,89	8,41	10,42	7,74	7,24	7,37
Şanlıurfa	7,59	6,38	9,34	10,01	10,86	8,04
Şırnak Faraşın	9,56	6,72	8,76	6,06	9,36	8,21

	Diyarbakır	Elazığ	Erzurum	Eskişehir	Gaziantep	Gökçeada
Adana	4,74	7,34	10,68	5,73	7,12	6,05
Adana Kılıç	8,54	10,72	10,30	7,96	9,01	9,87
Adıyaman	7,09	4,73	6,97	6,10	8,85	10,12
Alanya	6,97	5,31	8,14	8,12	10,26	9,21
Ankara	9,21	6,27	8,44	6,04	8,73	8,70
Antakya	6,34	6,06	8,87	6,18	7,92	9,98
Antakya yeni	9,51	8,44	10,35	9,27	12,14	10,34

Antalya	5,90	5,82	8,70	5,37	7,93	9,36
Ardahan	9,14	5,34	10,30	7,49	8,33	7,82
Artvin	5,53	6,49	6,69	6,89	8,77	7,15
Artvin Maçahel	8,64	7,53	7,47	8,17	11,15	11,29
Aydın	5,00	5,52	6,07	5,49	8,28	6,97
Balıkesir	5,42	4,59	7,64	6,40	8,68	6,60
Bolu	5,28	5,22	5,87	4,37	5,97	6,78
Burdur	4,74	4,62	7,43	5,77	7,36	6,86
Bursa	2,90	3,82	6,37	4,99	6,06	6,34
Bingöl	5,92	5,15	8,40	6,30	6,38	6,99
Düzce	4,24	4,93	6,96	4,62	6,07	6,72
Diyarbakır	0,00	3,69	4,99	4,42	7,27	5,93
Elazığ	3,69	0,00	5,30	5,64	6,13	6,14
Erzurum	4,99	5,30	0,00	6,09	9,64	8,44
Eskişehir	4,42	5,64	6,09	0,00	6,06	5,81
Gaziantep	7,27	6,13	9,64	6,06	0,00	7,45
Gökçeada	5,93	6,14	8,44	5,81	7,45	0,00
Hakkari Bayköy	3,98	3,78	7,50	4,34	6,69	6,35
Hakkari Mela	4,11	4,95	4,25	3,89	7,79	6,41
Hakkari Yüksekova	5,09	5,59	6,81	5,59	7,21	6,97
Isparta	7,58	8,41	8,53	6,05	9,27	7,43
Iğdır	4,72	5,48	6,96	7,01	9,67	8,25
Kars	9,76	6,19	8,93	6,93	7,13	8,82
Kayseri	6,36	6,73	7,83	7,79	9,10	8,22
Kıbrıs Lefkoşa	4,39	5,20	7,77	5,74	8,72	5,96
Kıbrıs Malıdağ	6,79	4,65	5,19	6,11	7,65	8,42
Kırklareli	5,57	6,17	9,37	6,99	6,31	7,18
Kırşehir	4,18	6,15	7,59	5,59	7,75	8,61
Konya	5,81	6,97	7,50	7,39	10,61	8,60
Kütahya	7,92	8,49	6,84	8,48	8,48	10,40
Manisa	10,41	8,42	9,67	9,42	12,90	10,28
Mersin	5,88	5,55	6,43	6,51	9,57	8,17
Muğla Döğüşbelen	5,07	6,43	10,01	7,23	8,32	9,45
Muğla İkizce	7,31	8,81	10,09	9,64	11,49	12,73
Muğla İncirköy	6,22	7,37	8,94	6,93	8,29	7,92
Niğde	7,17	8,25	7,52	8,19	8,00	9,55
Ordu	12,74	8,18	9,33	9,72	9,45	13,38
Rize Fındıklı	6,69	8,07	8,46	6,49	12,08	5,90

Rize Çat	5,20	5,62	7,01	6,33	7,97	6,37
Samsun	7,00	7,54	8,90	8,25	11,42	10,83
Sivas	7,25	6,38	9,92	7,38	8,17	8,68
Tunceli	10,13	7,32	8,32	8,54	7,63	10,28
Van	5,82	6,73	8,00	6,66	7,33	8,30
Yozgat	9,86	11,09	8,28	7,21	10,11	10,84
Çanakkale	6,55	6,57	8,67	5,76	6,09	9,47
İstanbul	5,72	5,40	6,81	6,65	10,53	5,85
İzmir Ege	6,81	9,15	8,46	7,20	10,99	8,85
İzmir Sasalı	6,42	6,08	9,36	6,97	11,63	8,89
Şanlıurfa	7,23	10,32	8,72	8,51	8,43	8,17
Şırnak Faraşın	6,26	6,89	6,87	6,74	9,64	8,26

	Hakkari Bayköy	Hakkari Mela	Hakkari Yüksekova	Isparta	Iğdır	Kars
Adana	5,21	5,99	10,29	7,50	7,19	6,64
Adana Kılıç	6,76	9,28	8,88	8,36	7,92	8,02
Adıyaman	5,20	6,93	7,94	7,12	7,34	7,70
Alanya	6,09	7,31	6,58	10,57	7,24	9,10
Ankara	8,89	6,95	9,09	7,65	9,44	11,64
Antakya	5,43	7,97	7,90	9,14	9,06	8,66
Antakya yeni	7,90	9,35	10,80	11,24	9,58	9,63
Antalya	7,31	6,06	8,03	9,85	10,68	9,44
Ardahan	5,72	6,05	7,00	8,45	7,92	4,97
Artvin	5,92	6,82	7,75	10,52	7,46	9,15
Artvin Maçahel	9,60	8,71	8,06	9,54	10,02	14,28
Aydın	7,03	5,81	6,66	7,30	6,85	6,24
Balıkesir	6,80	6,76	7,10	8,80	7,66	7,56
Bolu	4,68	4,85	4,56	5,54	7,59	6,21
Burdur	6,68	6,37	7,00	7,84	8,74	7,76
Bursa	4,33	4,33	6,34	6,09	6,41	7,90
Bingöl	7,09	5,80	7,89	7,79	9,39	8,59
Düzce	6,38	6,78	4,44	8,45	7,34	7,77
Diyarbakır	3,98	4,11	5,09	7,58	4,72	9,76
Elazığ	3,78	4,95	5,59	8,41	5,48	6,19
Erzurum	7,50	4,25	6,81	8,53	6,96	8,93
Eskişehir	4,34	3,89	5,59	6,05	7,01	6,93
Gaziantep	6,69	7,79	7,21	9,27	9,67	7,13
Gökçeada	6,35	6,41	6,97	7,43	8,25	8,82
Hakkari Bayköy	0,00	4,83	7,24	6,16	7,44	5,67

Hakkari Mela	4,83	0,00	8,12	4,92	6,78	6,19
Hakkari Yüksekova	7,24	8,12	0,00	8,89	7,00	6,01
Isparta	6,16	4,92	8,89	0,00	9,30	8,75
Iğdır	7,44	6,78	7,00	9,30	0,00	7,90
Kars	5,67	6,19	6,01	8,75	7,90	0,00
Kayseri	7,40	5,85	6,96	6,14	8,90	8,78
Kıbrıs Lefkoşa	6,59	4,48	5,91	5,49	5,71	5,07
Kıbrıs Mallıdağ	6,76	4,06	7,34	9,23	5,81	6,85
Kırklareli	7,11	4,34	5,99	7,10	8,56	6,02
Kırşehir	4,48	4,15	7,04	5,79	5,58	8,44
Konya	8,09	5,34	6,87	8,95	7,58	7,40
Kütahya	8,02	5,90	7,69	7,64	8,06	7,05
Manisa	11,05	8,14	10,48	10,81	8,09	8,11
Mersin	6,29	5,40	5,63	5,23	6,44	7,98
Muğla Döğüşbelen	7,72	5,33	8,04	7,07	5,98	4,58
Muğla İkizce	9,29	7,08	10,73	8,86	9,69	7,65
Muğla İncirköy	7,30	4,79	6,49	8,19	5,73	5,53
Niğde	9,35	5,78	8,36	10,22	8,98	7,79
Ordu	7,97	8,24	10,10	10,65	8,05	8,56
Rize Fındıklı	9,22	6,12	6,88	4,82	8,09	7,03
Rize Çat	6,22	4,95	6,01	6,00	7,53	5,62
Samsun	5,77	6,56	7,33	6,41	8,38	6,53
Sivas	7,66	6,22	9,24	6,91	7,20	7,00
Tunceli	13,86	6,47	11,56	9,36	8,33	5,91
Van	6,45	5,28	5,43	5,19	7,86	6,28
Yozgat	10,05	6,22	9,57	7,57	7,16	8,55
Çanakkale	6,25	4,09	6,93	7,55	6,74	7,88
İstanbul	7,81	5,60	6,50	6,78	6,37	6,15
İzmir Ege	6,71	5,71	8,24	7,12	9,92	8,20
İzmir Sasalı	5,67	7,29	8,29	8,95	8,15	11,29
Şanlıurfa	10,36	7,38	7,48	9,28	9,03	7,71
Şırnak Faraşın	6,27	5,78	9,17	7,50	9,64	8,88

	Kayseri	Kıbrıs Lefkoşa	Kıbrıs Mallıdağ	Kırklareli	Kırşehir	Konya
Adana	7,56	6,41	8,27	9,20	6,51	8,12
Adana Kılıç	8,12	9,14	9,14	9,60	7,40	8,57
Adıyaman	7,24	8,45	7,74	5,47	5,79	8,71
Alanya	8,72	7,09	9,87	7,41	8,48	9,52

Ankara	9,08	8,75	9,44	9,35	9,19	10,95
Antakya	8,14	8,00	9,70	6,18	6,99	7,78
Antakya yeni	12,97	8,72	14,37	10,22	9,43	13,98
Antalya	8,73	6,85	8,01	9,60	7,76	8,91
Ardahan	8,52	6,01	9,40	7,68	6,67	7,62
Artvin	11,40	5,19	9,58	6,85	8,40	6,43
Artvin Maçahel	9,74	10,17	11,99	7,67	9,54	9,13
Aydın	7,27	5,13	6,48	7,15	5,80	6,36
Balıkesir	9,25	7,48	8,44	7,11	6,03	8,28
Bolu	5,64	4,65	5,86	5,28	5,79	5,83
Burdur	7,27	6,51	6,79	5,32	7,30	7,54
Bursa	7,46	5,90	7,73	6,51	5,24	6,27
Bingöl	10,03	7,15	8,13	6,39	8,17	8,56
Düzce	8,88	7,00	6,10	6,42	6,23	6,96
Diyarbakır	6,36	4,39	6,79	5,57	4,18	5,81
Elazığ	6,73	5,20	4,65	6,17	6,15	6,97
Erzurum	7,83	7,77	5,19	9,37	7,59	7,50
Eskişehir	7,79	5,74	6,11	6,99	5,59	7,39
Gaziantep	9,10	8,72	7,65	6,31	7,75	10,61
Gökçeada	8,22	5,96	8,42	7,18	8,61	8,60
Hakkari Bayköy	7,40	6,59	6,76	7,11	4,48	8,09
Hakkari Mela	5,85	4,48	4,06	4,34	4,15	5,34
Hakkari Yüksekova	6,96	5,91	7,34	5,99	7,04	6,87
Isparta	6,14	5,49	9,23	7,10	5,79	8,95
Iğdır	8,90	5,71	5,81	8,56	5,58	7,58
Kars	8,78	5,07	6,85	6,02	8,44	7,40
Kayseri	0,00	6,86	6,82	6,89	5,96	6,57
Kıbrıs Lefkoşa	6,86	0,00	5,51	3,73	5,14	5,04
Kıbrıs Mallıdağ	6,82	5,51	0,00	4,96	4,16	7,82
Kırklareli	6,89	3,73	4,96	0,00	4,80	5,77
Kırşehir	5,96	5,14	4,16	4,80	0,00	7,75
Konya	6,57	5,04	7,82	5,77	7,75	0,00
Kütahya	7,37	5,32	4,68	5,63	5,19	7,00
Manisa	8,91	6,53	8,00	6,35	9,55	6,37
Mersin	8,46	6,23	7,77	6,66	5,31	5,97
Muğla Döğüşbelen	6,42	4,58	5,33	4,56	4,39	4,55
Muğla İkizce	7,93	6,00	7,27	6,79	6,11	6,85
Muğla İncirköy	9,45	4,36	4,83	5,30	5,46	6,54

Niğde	6,40	5,05	7,05	5,71	8,92	5,96
Ordu	9,47	7,07	6,46	8,50	7,86	9,62
Rize Fındıklı	6,09	7,32	7,00	6,14	5,16	5,71
Rize Çat	5,51	3,25	4,92	4,51	5,06	6,02
Samsun	8,48	6,10	7,24	6,51	6,89	7,31
Sivas	7,35	6,94	6,94	5,52	5,84	7,17
Tunceli	7,07	7,13	5,72	8,84	6,39	8,32
Van	6,18	5,70	4,94	4,89	4,40	7,53
Yozgat	8,35	7,09	5,58	8,28	7,98	8,45
Çanakkale	10,07	7,65	6,23	7,07	7,08	5,50
İstanbul	6,38	5,56	6,51	7,22	6,23	6,11
İzmir Ege	7,07	7,05	5,66	7,64	3,59	8,22
İzmir Sasalı	7,41	5,90	7,91	8,60	5,64	9,52
Şanhurfa	7,81	6,63	5,48	6,02	6,73	8,03
Şırnak Faraşın	8,15	5,88	6,69	5,33	4,42	6,77

	Kütahya	Manisa	Mersin	Muğla Döğüşbe n	Muğla İkizce	Muğla İncirköy
Adana	9,41	11,69	7,74	7,18	11,95	9,01
Adana Kılıç	11,40	9,69	10,02	10,38	11,49	9,80
Adıyaman	13,00	13,61	7,77	7,60	10,14	9,97
Alanya	10,43	11,25	7,61	8,09	9,89	9,31
Ankara	13,79	11,64	8,56	9,03	13,60	13,21
Antakya	13,58	10,79	11,56	9,20	13,73	10,35
Antakya yeni	15,80	15,08	12,02	11,16	14,33	14,57
Antalya	9,99	13,83	6,81	9,03	15,13	10,23
Ardahan	10,55	11,04	8,99	8,25	10,42	9,21
Artvin	8,10	11,14	7,80	7,78	9,49	9,17
Artvin Maçahel	9,20	14,51	7,58	9,43	9,88	9,93
Aydın	8,48	7,82	6,59	6,28	7,73	7,68
Balıkesir	9,42	8,14	7,49	6,56	8,43	9,21
Bolu	7,51	9,09	6,30	6,26	7,84	6,91
Burdur	8,90	9,11	9,65	7,15	11,74	7,70
Bursa	7,53	9,96	5,47	6,95	9,37	7,29
Bingöl	9,00	10,99	8,39	9,33	10,80	9,70
Düzce	7,89	10,85	7,52	5,86	8,05	7,44
Diyarbakır	7,92	10,41	5,88	5,07	7,31	6,22
Elazığ	8,49	8,42	5,55	6,43	8,81	7,37
Erzurum	6,84	9,67	6,43	10,01	10,09	8,94

Eskişehir	8,48	9,42	6,51	7,23	9,64	6,93
Gaziantep	8,48	12,90	9,57	8,32	11,49	8,29
Gökçeada	10,40	10,28	8,17	9,45	12,73	7,92
Hakkari Bayköy	8,02	11,05	6,29	7,72	9,29	7,30
Hakkari Mela	5,90	8,14	5,40	5,33	7,08	4,79
Hakkari Yüksekova	7,69	10,48	5,63	8,04	10,73	6,49
Isparta	7,64	10,81	5,23	7,07	8,86	8,19
Iğdır	8,06	8,09	6,44	5,98	9,69	5,73
Kars	7,05	8,11	7,98	4,58	7,65	5,53
Kayseri	7,37	8,91	8,46	6,42	7,93	9,45
Kıbrıs Lefkoşa	5,32	6,53	6,23	4,58	6,00	4,36
Kıbrıs Mallıdağ	4,68	8,00	7,77	5,33	7,27	4,83
Kırklareli	5,63	6,35	6,66	4,56	6,79	5,30
Kırşehir	5,19	9,55	5,31	4,39	6,11	5,46
Konya	7,00	6,37	5,97	4,55	6,85	6,54
Kütahya	0,00	8,53	7,14	7,54	6,56	5,13
Manisa	8,53	0,00	9,48	5,31	9,09	10,59
Mersin	7,14	9,48	0,00	10,23	8,90	6,73
Muğla Döğüşbelen	7,54	5,31	10,23	0,00	4,99	3,67
Muğla İkizce	6,56	9,09	8,90	4,99	0,00	6,27
Muğla İncirköy	5,13	10,59	6,73	3,67	6,27	0,00
Niğde	4,03	5,45	9,44	4,73	4,87	4,10
Ordu	8,01	8,81	7,72	6,16	8,22	7,24
Rize Fındıklı	6,27	6,72	4,18	4,90	8,36	5,08
Rize Çat	5,81	6,62	4,92	4,80	6,91	4,98
Samsun	7,17	10,93	6,94	6,38	7,58	6,78
Sivas	7,68	9,68	6,94	4,58	5,68	3,93
Tunceli	6,57	8,90	7,34	6,42	7,59	6,26
Van	3,41	7,06	4,40	5,20	4,74	4,10
Yozgat	5,76	7,02	6,33	5,89	7,52	5,20
Çanakkale	7,39	11,31	8,84	6,46	7,15	7,97
İstanbul	8,79	7,14	4,74	6,87	8,75	6,42
İzmir Ege	9,56	8,46	5,70	6,04	5,53	6,65
İzmir Sasalı	9,81	10,62	5,96	7,58	9,61	8,74
Şanlıurfa	6,30	6,00	8,11	6,74	6,50	5,93
Şırnak Faraşın	5,82	7,49	6,03	5,94	7,28	6,67

	Niğde	Ordu	Rize Fındıklı	Rize Çat	Samsun	Sivas
Adana	11,81	14,07	9,30	6,24	8,94	9,93
Adana Kılıç	10,22	14,37	11,81	8,57	9,85	9,01
Adıyaman	11,30	11,68	12,28	9,14	7,51	7,99
Alanya	16,29	11,84	9,42	7,13	9,62	8,37
Ankara	12,58	9,81	10,90	9,65	13,20	9,21
Antakya	10,81	9,66	11,59	8,50	9,48	9,32
Antakya yeni	13,33	17,88	12,14	10,36	11,92	12,30
Antalya	11,49	10,91	9,79	7,33	10,09	8,72
Ardahan	8,55	9,49	9,08	6,36	8,87	8,68
Artvin	7,82	7,98	7,78	7,28	6,82	7,28
Artvin Maçahel	11,11	12,31	8,98	7,44	8,77	9,64
Aydın	8,46	11,62	6,35	6,57	8,35	6,62
Bahşesir	10,01	10,83	9,21	7,50	9,46	8,75
Bolu	6,85	6,78	6,84	4,77	7,32	8,56
Burdur	9,09	11,16	9,99	7,47	11,40	9,57
Bursa	8,32	10,47	8,36	6,27	7,15	7,27
Bingöl	8,99	10,73	9,62	7,94	7,89	8,86
Düzce	10,99	9,51	7,28	7,97	8,95	8,14
Diyarbakır	7,17	12,74	6,69	5,20	7,00	7,25
Elazığ	8,25	8,18	8,07	5,62	7,54	6,38
Erzurum	7,52	9,33	8,46	7,01	8,90	9,92
Eskişehir	8,19	9,72	6,49	6,33	8,25	7,38
Gaziantep	8,00	9,45	12,08	7,97	11,42	8,17
Gökçeada	9,55	13,38	5,90	6,37	10,83	8,68
Hakkari Bayköy	9,35	7,97	9,22	6,22	5,77	7,66
Hakkari Mela	5,78	8,24	6,12	4,95	6,56	6,22
Hakkari Yüksekova	8,36	10,10	6,88	6,01	7,33	9,24
Isparta	10,22	10,65	4,82	6,00	6,41	6,91
Iğdır	8,98	8,05	8,09	7,53	8,38	7,20
Kars	7,79	8,56	7,03	5,62	6,53	7,00
Kayseri	6,40	9,47	6,09	5,51	8,48	7,35
Kıbrıs Lefkoşa	5,05	7,07	7,32	3,25	6,10	6,94
Kıbrıs Mallıdağ	7,05	6,46	7,00	4,92	7,24	6,94
Kırklareli	5,71	8,50	6,14	4,51	6,51	5,52
Kırşehir	8,92	7,86	5,16	5,06	6,89	5,84
Konya	5,96	9,62	5,71	6,02	7,31	7,17
Kütahya	4,03	8,01	6,27	5,81	7,17	7,68

Manisa	5,45	8,81	6,72	6,62	10,93	9,68
Mersin	9,44	7,72	4,18	4,92	6,94	6,94
Muğla Döğüşbelen	4,73	6,16	4,90	4,80	6,38	4,58
Muğla İkizce	4,87	8,22	8,36	6,91	7,58	5,68
Muğla İncirköy	4,10	7,24	5,08	4,98	6,78	3,93
Niğde	0,00	6,01	6,29	4,29	7,45	5,07
Ordu	6,01	0,00	8,97	5,42	8,85	7,20
Rize Fındıklı	6,29	8,97	0,00	4,86	7,34	7,30
Rize Çat	4,29	5,42	4,86	0,00	5,39	7,31
Samsun	7,45	8,85	7,34	5,39	0,00	5,90
Sivas	5,07	7,20	7,30	7,31	5,90	0,00
Tunceli	4,48	9,28	10,88	6,77	7,68	6,01
Van	3,77	6,70	4,77	3,69	5,97	3,95
Yozgat	5,44	8,84	5,55	6,59	6,97	7,01
Çanakkale	8,67	9,59	10,05	6,95	8,35	9,27
İstanbul	9,22	8,35	5,31	5,23	7,38	8,59
İzmir Ege	6,40	12,02	5,06	8,69	7,28	6,88
İzmir Sasalı	12,32	8,38	6,50	6,52	8,79	8,81
Şanlıurfa	6,63	8,32	6,19	5,55	8,60	6,81
Şırnak Faraşın	6,20	6,96	6,19	4,95	6,45	7,65

	Tunceli	Van	Yozgat	Çanakkale	İstanbul	İzmir Ege
Adana	9,59	8,36	11,17	8,15	7,63	8,14
Adana Kılıç	10,41	10,45	13,60	14,45	9,54	13,17
Adıyaman	14,21	8,27	14,04	7,23	10,17	7,78
Alanya	9,70	10,53	12,49	9,33	10,14	10,32
Ankara	13,19	9,02	12,75	8,04	10,38	11,79
Antakya	10,53	9,73	14,11	8,26	10,32	9,39
Antakya yeni	19,90	11,75	16,55	10,97	10,80	10,63
Antalya	8,92	9,95	12,27	8,63	8,06	8,79
Ardahan	11,24	8,23	12,08	6,92	8,29	10,13
Artvin	10,50	7,29	11,14	6,30	12,23	10,55
Artvin Maçahel	11,54	9,70	12,96	9,74	10,34	10,42
Aydın	7,92	8,30	10,50	7,37	5,77	6,11
Balıkesir	10,98	8,36	10,63	8,50	9,29	8,24
Bolu	8,56	5,26	8,41	5,58	5,41	8,63
Burdur	10,14	7,40	9,85	5,75	9,55	7,28
Bursa	9,35	7,97	8,68	5,71	6,43	7,72
Bingöl	10,67	9,33	12,23	6,27	11,02	11,95

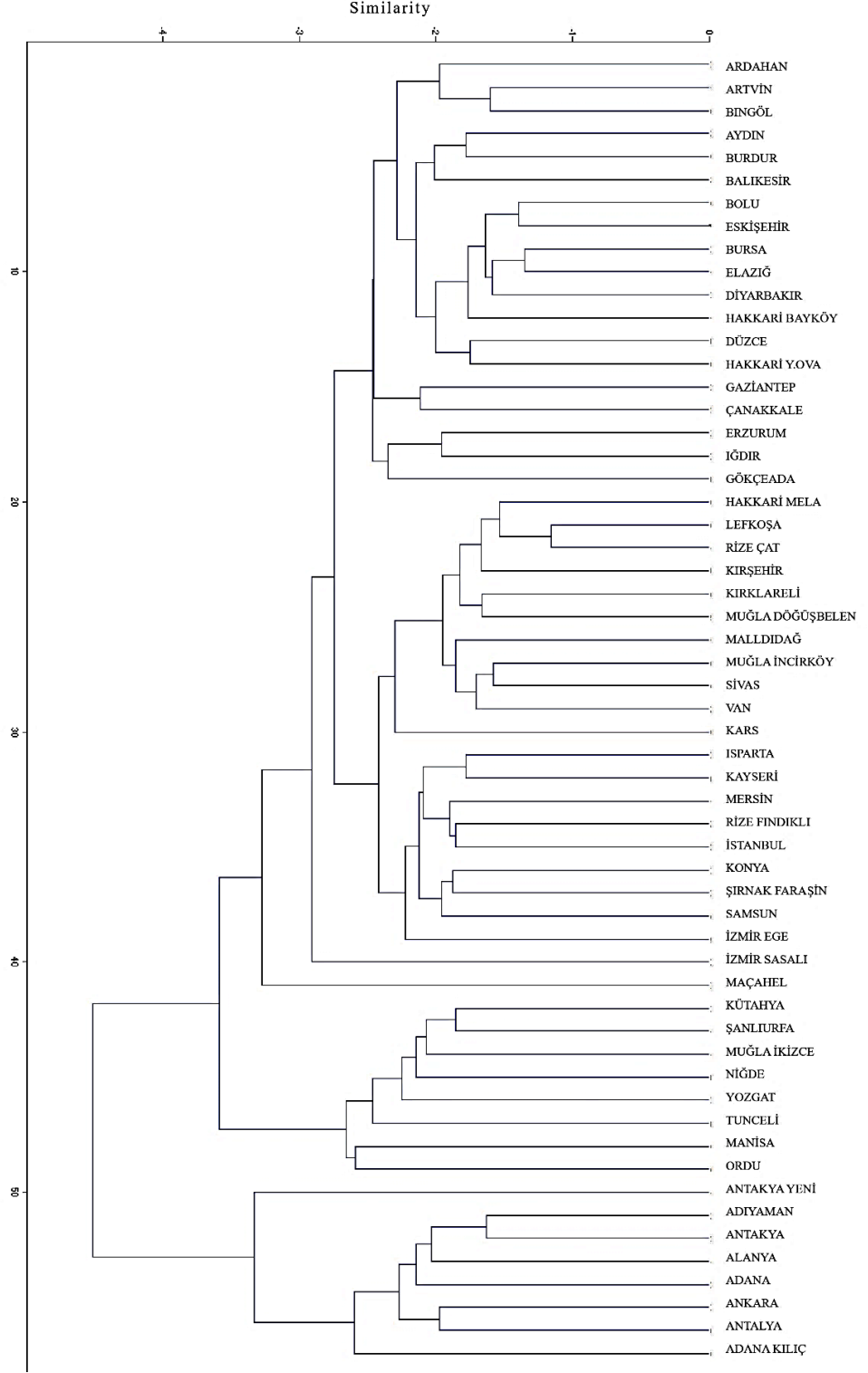
Düzce	7,22	8,29	11,00	5,24	7,26	7,22
Diyarbakır	10,13	5,82	9,86	6,55	5,72	6,81
Elazığ	7,32	6,73	11,09	6,57	5,40	9,15
Erzurum	8,32	8,00	8,28	8,67	6,81	8,46
Eskişehir	8,54	6,66	7,21	5,76	6,65	7,20
Gaziantep	7,63	7,33	10,11	6,09	10,53	10,99
Gökçeada	10,28	8,30	10,84	9,47	5,85	8,85
Hakkari Bayköy	13,86	6,45	10,05	6,25	7,81	6,71
Hakkari Mela	6,47	5,28	6,22	4,09	5,60	5,71
Hakkari Yüksekova	11,56	5,43	9,57	6,93	6,50	8,24
Isparta	9,36	5,19	7,57	7,55	6,78	7,12
Iğdır	8,33	7,86	7,16	6,74	6,37	9,92
Kars	5,91	6,28	8,55	7,88	6,15	8,20
Kayseri	7,07	6,18	8,35	10,07	6,38	7,07
Kıbrıs Lefkoşa	7,13	5,70	7,09	7,65	5,56	7,05
Kıbrıs Mallıdağ	5,72	4,94	5,58	6,23	6,51	5,66
Kırklareli	8,84	4,89	8,28	7,07	7,22	7,64
Kırşehir	6,39	4,40	7,98	7,08	6,23	3,59
Konya	8,32	7,53	8,45	5,50	6,11	8,22
Kütahya	6,57	3,41	5,76	7,39	8,79	9,56
Manisa	8,90	7,06	7,02	11,31	7,14	8,46
Mersin	7,34	4,40	6,33	8,84	4,74	5,70
Muğla Döğüşbelen	6,42	5,20	5,89	6,46	6,87	6,04
Muğla İkizce	7,59	4,74	7,52	7,15	8,75	5,53
Muğla İncirköy	6,26	4,10	5,20	7,97	6,42	6,65
Niğde	4,48	3,77	5,44	8,67	9,22	6,40
Ordu	9,28	6,70	8,84	9,59	8,35	12,02
Rize Fındıklı	10,88	4,77	5,55	10,05	5,31	5,06
Rize Çat	6,77	3,69	6,59	6,95	5,23	8,69
Samsun	7,68	5,97	6,97	8,35	7,38	7,28
Sivas	6,01	3,95	7,01	9,27	8,59	6,88
Tunceli	0,00	3,68	7,74	6,96	11,73	7,20
Van	3,68	0,00	4,55	9,14	7,77	6,62
Yozgat	7,74	4,55	0,00	10,23	8,49	8,40
Çanakkale	6,96	9,14	10,23	0,00	9,75	8,41
İstanbul	11,73	7,77	8,49	9,75	0,00	8,98
İzmir Ege	7,20	6,62	8,40	8,41	8,98	0,00
İzmir Sasalı	7,91	6,73	11,87	10,06	7,36	8,06

Şanlıurfa	6,15	4,48	9,65	9,25	7,66	8,19
------------------	------	------	------	------	------	------

	İzmir Sasalı	Şanlıurfa	Şırnak Faraşın
Adana	8,04	9,29	7,69
Adana Kılıç	11,88	14,46	9,70
Adıyaman	7,66	12,98	7,71
Alanya	8,39	9,93	8,42
Ankara	10,53	11,69	10,04
Antakya	10,71	13,76	8,49
Antakya yeni	13,94	14,38	13,55
Antalya	12,11	11,40	12,87
Ardahan	14,37	11,61	8,96
Artvin	9,09	9,07	10,51
Artvin Maçahel	10,22	11,37	9,45
Aydın	11,31	8,35	7,71
Balıkesir	6,89	7,59	9,56
Bolu	8,41	6,38	6,72
Burdur	10,42	9,34	8,76
Bursa	7,74	10,01	6,06
Bingöl	7,24	10,86	9,36
Düzce	7,37	8,04	8,21
Diyarbakır	6,42	7,23	6,26
Elazığ	6,08	10,32	6,89
Erzurum	9,36	8,72	6,87
Eskişehir	6,97	8,51	6,74
Gaziantep	11,63	8,43	9,64
Gökçeada	8,89	8,17	8,26
Hakkari Bayköy	5,67	10,36	6,27
Hakkari Mela	7,29	7,38	5,78
Hakkari Yüksekova	8,29	7,48	9,17
Isparta	8,95	9,28	7,50
Iğdır	8,15	9,03	9,64
Kars	11,29	7,71	8,88
Kayseri	7,41	7,81	8,15
Kıbrıs Lefkoşa	5,90	6,63	5,88
Kıbrıs Mallıdağ	7,91	5,48	6,69
Kırklareli	8,60	6,02	5,33
Kırşehir	5,64	6,73	4,42

Konya	9,52	8,03	6,77
Kütahya	9,81	6,30	5,82
Manisa	10,62	6,00	7,49
Mersin	5,96	8,11	6,03
Muğla Döğüşbelen	7,58	6,74	5,94
Muğla İkizce	9,61	6,50	7,28
Muğla İncirköy	8,74	5,93	6,67
Niğde	12,32	6,63	6,20
Ordu	8,38	8,32	6,96
Rize Fındıklı	6,50	6,19	6,19
Rize Çat	6,52	5,55	4,95
Samsun	8,79	8,60	6,45
Sivas	8,81	6,81	7,65
Tunceli	7,91	6,15	7,01
Van	6,73	4,48	6,02
Yozgat	11,87	9,65	7,06
Çanakkale	10,06	9,25	6,48
İstanbul	7,36	7,66	6,82
İzmir Ege	8,06	8,19	6,58
İzmir Sasalı	0,00	8,34	7,92
Şanlıurfa	8,34	0,00	7,61

Her il gurubu için tespit edilen ortalama değerler mahalanobis mesafeleri kullanarak SAHN kümeleme yöntemi ile gruplandırılmış ve sonuçlar UPGMA (Ağırlıklı Olmayan Çift Grup Ortalamaları Analizi) kullanılarak bir ağaç üzerinde özetlenmiştir (Şekil 4.7).



Şekil 4.7. Geometrik morfometri yöntemiyle analiz edilen il popülasyonlarının UPGMA dendogramı.

Koloni ortalamaları baz alınarak popülasyonlar arasındaki mahalanobis uzaklıklarına göre oluşturulan UPGMA Kümeleme analizi sonuçlarına bakıldığında, örneklerin dendogram üzerinde 2 ana kümede ve bu kümeler arasında

da daha küçük kümelerde toplandıkları görülmektedir. İlk kümeyi oluşturan illerin büyük bir çoğunluğunun coğrafi konum olarak birbirine çok yakın olduğu görülmektedir. İlk kümede yer alan örnekler arasında 2022 yılında alınan ve yöreye özgü yerel agresif bir ırk olduğu belirtilen ‘Antakya Yeni’ örneği dikkat çekmektedir. Geometrik morfometri PCA ve DFA analiz sonuçları da bu veriyi desteklemektedir. Bu örnek ilk küme içerisinde diğerlerinden ayrılmaktadır. Bir alt kümede ise yine yerel bir ekotip olduğu belirtilen ‘Adana Kılıç’ örneği bu kümedeki diğer illerden ayrılmaktadır. Ankara ve Antalya örnekleri bu kümelemede ayrı bir popülasyon olarak ayrılmakta, diğer grupta ise Adıyaman, Antakya, Alanya ve Adana yer almaktadır.

İkinci temel kümeyi oluşturan popülasyonlar ise farklı alt kümelere ayrılmıştır. Bu alt kümelerden ilki Kütahya, Şanlıurfa, Muğla İkizce, Yozgat, Niğde, Tunceli, Manisa ve Ordu’dan oluşmaktadır. Bu kümenin Türkiye’nin çok farklı coğrafi bölgelerinden alınan örneklerden oluşması göz önünde bulundurulduğunda, bu durumun yoğun göçer arıcılık ve özellikle bölge dışından farklı genotiplerdeki ana arıların tercih edilmesi nedeniyle oluşabileceği düşünülmektedir.

İkinci temel kümeyi oluşturan alt kümelerden ikincisine bakıldığında ‘Maçahel’ örneğinin diğer lokasyonlardan tamamen ayrı kümelendiği görülmektedir. Maçahel örneğinin alındığı bölgenin Saf Kafkas Arısı gen koruma havzası olması, bu örneğin bu bölgenin gen havuzuna farklı coğrafyalardan yeni bir giriş olmadığı sürece saf bal arısı popülasyonunun korunabileceğini göstermektedir.

Alt küme içerisinde diğer popülasyonlardan ayrı kümelenen bir diğer örneğin ‘İzmir Sasalı’ olduğu görülmektedir. Bu popülasyon, bulunduğu şartlara uyum gösteren, dışarıdan ana arı katılmayan, yöreye özgü lokal bir ekotiptir. Bu örneğin korunması sebebi ile geçmişte ‘Batı Anadolu arısı Ege ekotipi’ olabileceği düşünülmektedir. Tüm analizler bir arada değerlendirildiğinde popülasyonlardan elde edilen CVA, bazı popülasyonların birbirinden farklı şekilde kümelendiğini de göstermiştir. DFA’ya göre hem procrustes hem de Mahalanobis mesafelerinde popülasyonlar arasında önemli farklılıklar olduğu görülmektedir.

4.2 Bal Arısı Zehir Örneklerinde Toplam Protein İçerikleri

Arazi çalışmalarında kovan başına toplanan ham haldeki arı zehirleri liyofilizasyon işleminin ardından hassas terazide tartılmış ve toplanan miktarlar kaydedilmiştir. Liyofilizasyon işleminde ortalama miktar kaybı $\pm$ %40,6 olarak belirlenmiştir. Türkiye genelinde toplanan ham zehir miktarları, liyofilizasyon işlemi sonrası 9.30 mg ile 303.30 mg arasında bulunmuştur. *Apis mellifera* liyofilize ham zehirinin (1 mg/ml) Smith testi ile belirlenen protein konsantrasyonu, 62 bal arısı zehiri örneği için 559.35 μ g/ml ile 1128.0 μ g/ml arasında bulunmuştur (Çizelge 4.5).

Çizelge 4.5. Liyofilizasyon sonrası toplam ham zehir miktarları (mg) ve liyofilize arı zehirlerinin toplam protein içerikleri (μ g/ml).

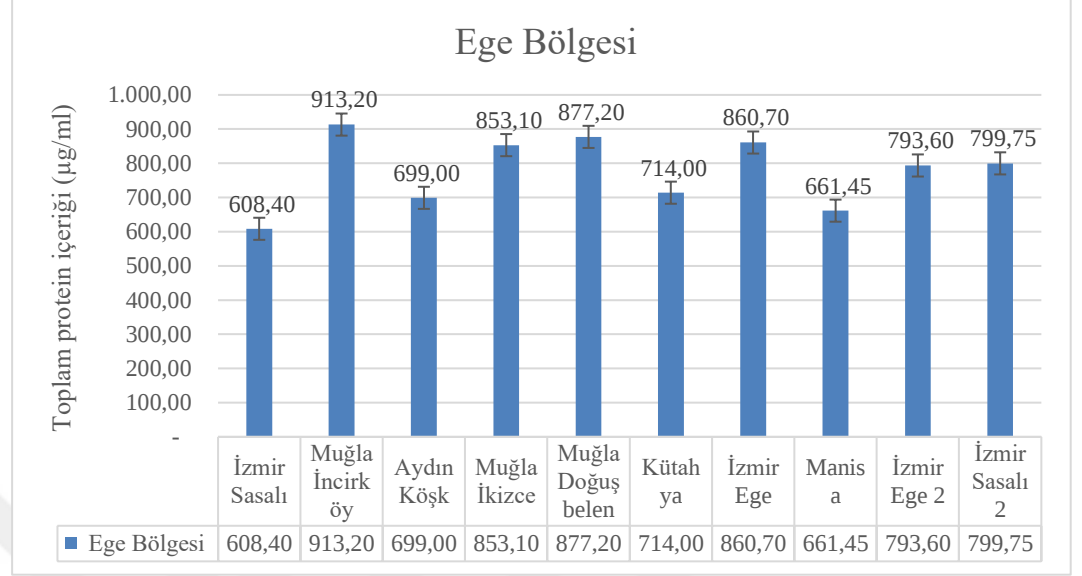
İller/Örnek adı	Liyofilizasyon sonrası toplam ham zehir miktarı (mg)	Toplam Protein İçerikleri (μ g/ml)
Ege Bölgesi		
İzmir Sasalı	303.30	608.4
Muğla İncirköy	9.30	913.2
Aydın Köşk	36.20	699
Muğla İkizce	58.80	853.1
Muğla Döğüşbelen	107.00	877.2
Kütahya	37.90	714
İzmir Ege	65.00	860.7
Manisa	39.30	661.45
Marmara Bölgesi		
Balıkesir	175.90	895.1
Bursa	136.50	723.05
İstanbul Çatalca	184.90	776.5
Kırklareli	117.70	1128
Çanakkale Gökçeada	45.00	890.65
Çanakkale Bayramiç	121.00	819.6
İç Anadolu Bölgesi		
Konya Abditolu	146.30	631.25
Kayseri Tomarza	151.80	647.75
Sivas Onbaşılar	54.40	625.85
Yozgat	19.70	706.3
Kırşehir	21.80	741.15
Ankara Kızılcahamam	45.80	757.25
Eskişehir	61.10	701.85
Karadeniz Bölgesi		
Düzce	16.80	1082.3

İller/Örnek adı	Liyofilizasyon sonrası toplam ham zehir miktarı (mg)	Toplam Protein İçerikleri (µg/ml)
Bolu Abant	183.50	842.85
Samsun Bafra	63.40	694.1
Ordu Perşembe	130.90	910.4
Rize Fındıklı	89.70	916.9
Rize Çamlıhemşin Çat	172.30	933.05
Artvin Merkez	105.10	972.3
Maçahel	84.50	959.15
Doğu Anadolu Bölgesi		
Ardahan	71.70	821.2
Kars Kağızman	42.30	1105.5
Iğdır	92.20	886.75
Erzurum Palandöken	131.60	962.7
Tunceli Ovacık	84.30	764.75
Elazığ Sivrice	114.30	915.05
Bingöl	144.00	987.2
Van Çatak	118.70	868.85
Hakkari Yüksekova	120.60	1008.45
Güneydoğu Anadolu Bölgesi		
Şırnak Faraşın	42.40	836.3
Diyarbakır	145.90	779.65
Şanlıurfa	123.50	834.4
Adıyaman	75.30	663.3
Gaziantep	119.00	1080
Akdeniz Bölgesi		
Antalya Elmalı	47.60	675.6
Isparta	21.40	559.35
Burdur	73.90	827.15
Hatay Antakya	35.30	725.2
Mersin	67.50	1007.15
Adana	65.50	945.95

Tüm iller değerlendirildiğinde ham zehir protein içeriği en yüksek olan illerin sırası ile Kırklareli (1128 µg/ml), Kars (1105.5 µg/ml), Düzce (1082.3 µg/ml), Gaziantep (1080 µg/ml), Hakkari Yüksekova (1008.45 µg/ml) ve Mersin (1007.15 µg/ml) olduğu görülmektedir. Bölgesel bazlı bir değerlendirme yapıldığında Doğu Anadolu, Karadeniz ve Güneydoğu Anadolu Bölgelerinden toplanan arı zehirlerinin daha yüksek protein içeriğine sahip olduğu görülmektedir.

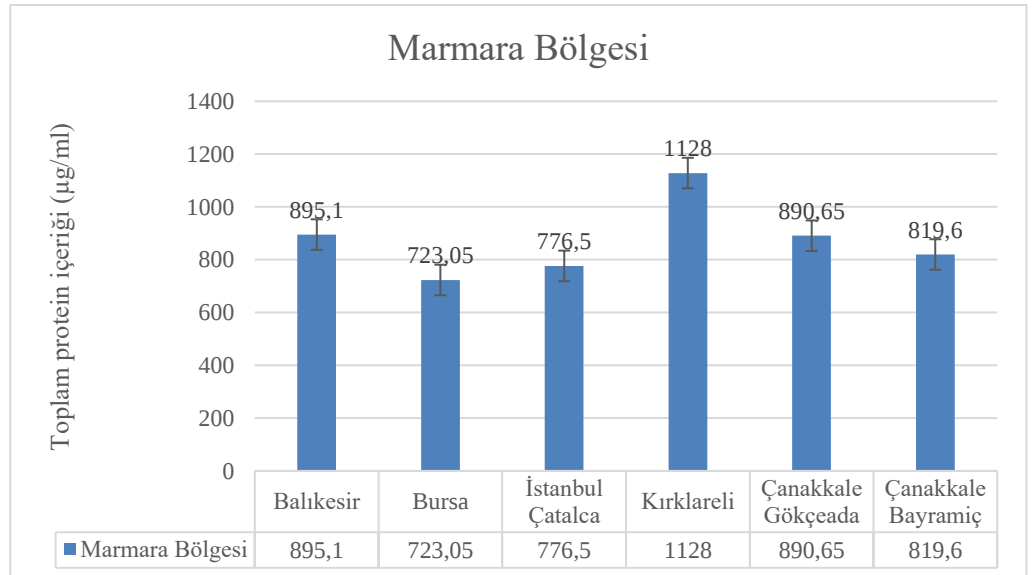
Ham zehirlerin protein içerikleri bölgesel bazda değerlendirildiğinde, en yüksek protein içeriklerinin Ege Bölgesi için sırasıyla Muğla İncirköy

(913.2 $\mu\text{g/ml}$), Muğla Doğuşbelen (877.2 $\mu\text{g/ml}$) ve İzmir Ege (860.7 $\mu\text{g/ml}$) örneklerinde olduğu görülmektedir (Şekil 4.8).



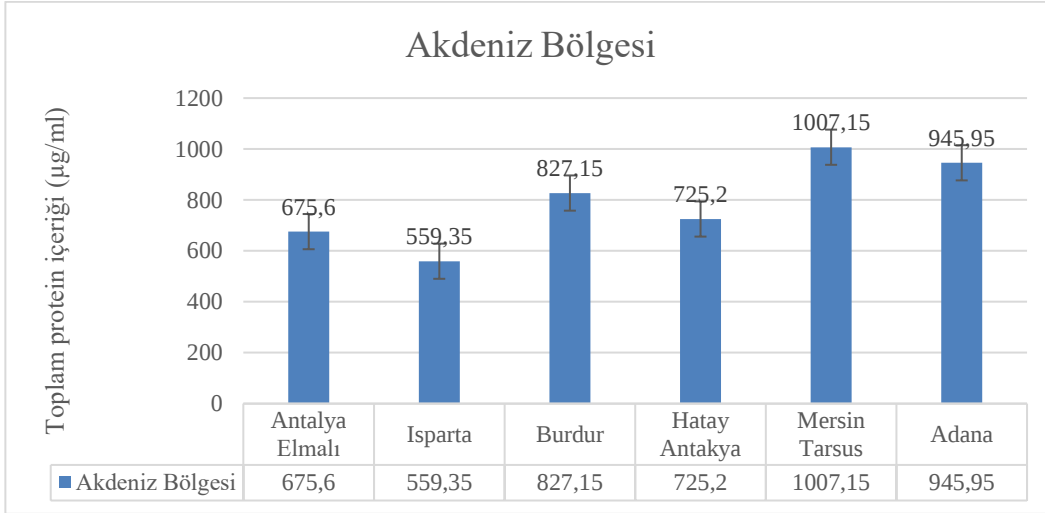
Şekil 4.8. Ege bölgesinden toplanan arı zehiri örneklerinin toplam protein içerikleri($\mu\text{g/ml}$).

Marmara Bölgesi için en yüksek protein içeriklerinin sırasıyla Kırklareli (1128 $\mu\text{g/ml}$), Balıkesir (895.1 $\mu\text{g/ml}$) ve Çanakkale Gökçeada (890.65 $\mu\text{g/ml}$) örneklerinde olduğu görülmektedir (Şekil 4.9).



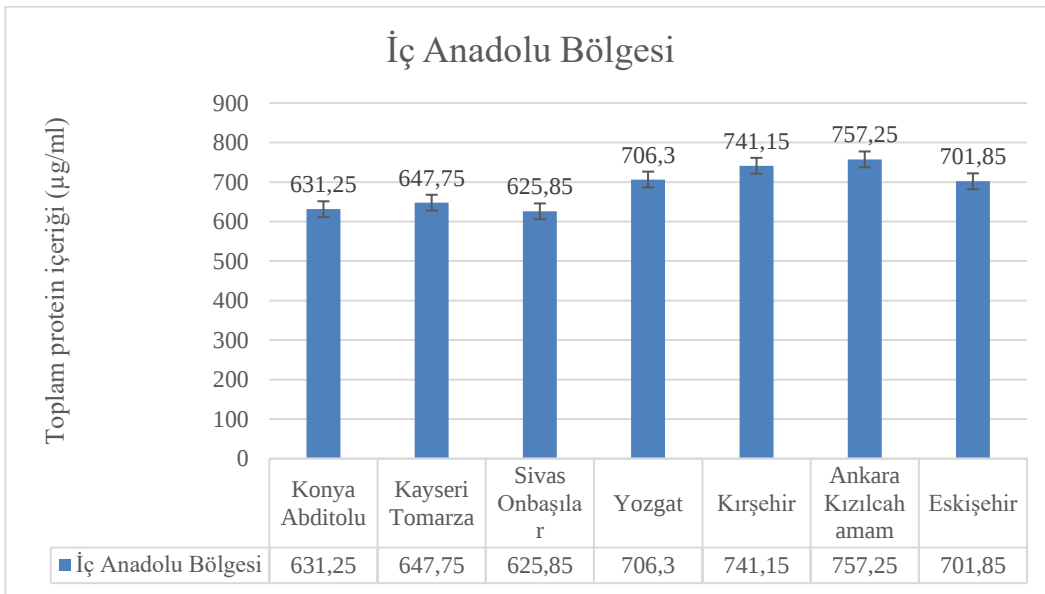
Şekil 4.9. Marmara bölgesinden toplanan arı zehiri örneklerinin toplam protein içerikleri ($\mu\text{g/ml}$).

Akdeniz bölgesi için en yüksek protein içerikleri sırasıyla Mersin (1007.15 $\mu\text{g/ml}$), Adana (945.95 $\mu\text{g/ml}$) ve Burdur (827.15 $\mu\text{g/ml}$) örneklerinde olduğu görülmektedir (Şekil 4.10).



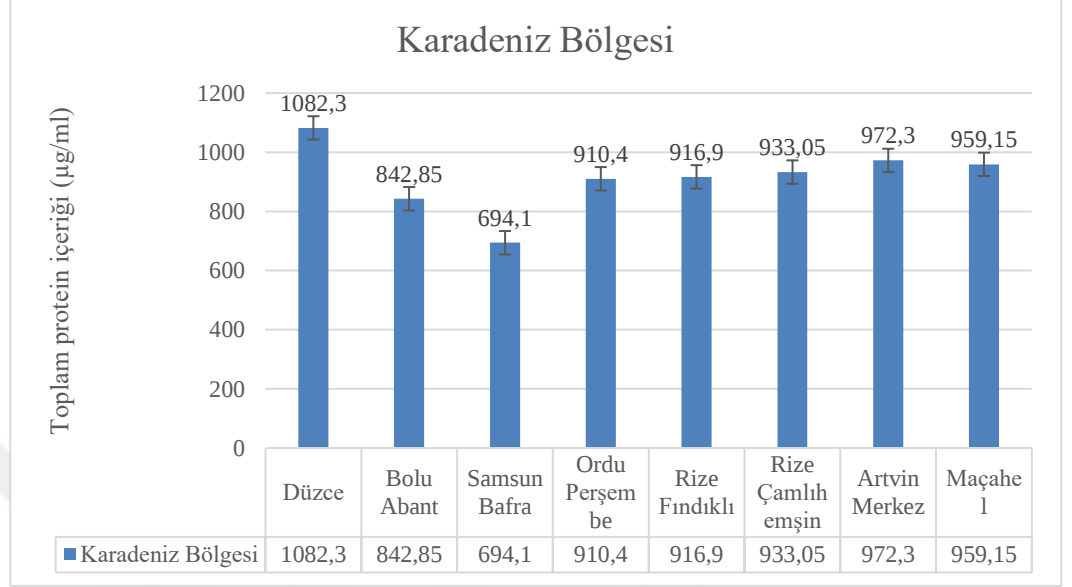
Şekil 4.10. Akdeniz bölgesinden toplanan arı zehiri örneklerinin toplam protein içerikleri ($\mu\text{g/ml}$).

İç Anadolu bölgesi için en yüksek protein içeriklerinin sırasıyla Ankara (757.25 $\mu\text{g/ml}$), Kırşehir (741.15 $\mu\text{g/ml}$) ve Yozgat (706.30 $\mu\text{g/ml}$) örneklerinde olduğu görülmektedir (Şekil 4.11).



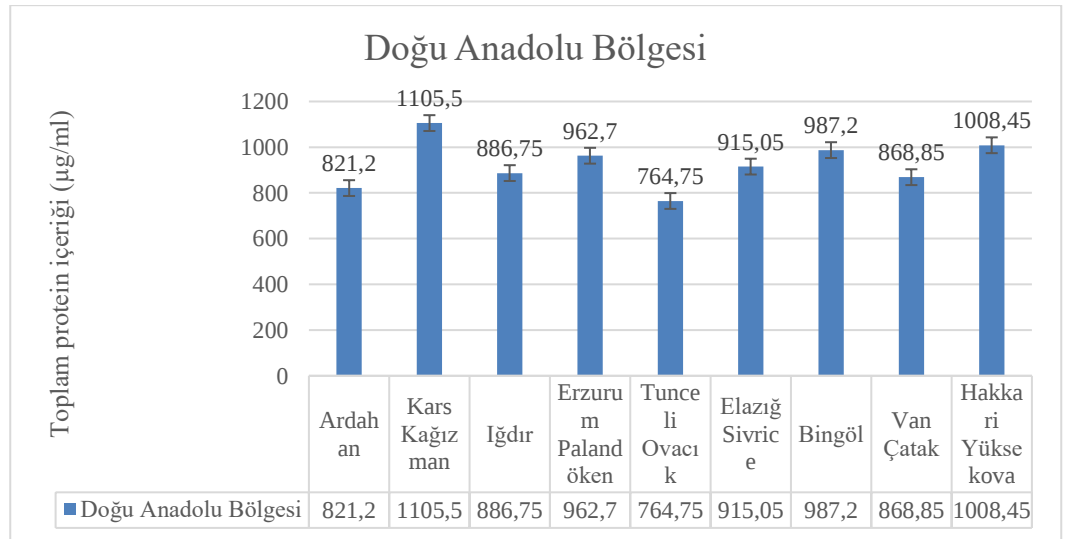
Şekil 4.11. İç Anadolu bölgesinden toplanan arı zehiri örneklerinin toplam protein içerikleri ($\mu\text{g/ml}$).

Karadeniz bölgesi için en yüksek protein içeriklerinin sırasıyla Düzce (1082.3 $\mu\text{g/ml}$), Artvin (972.3 $\mu\text{g/ml}$) ve Artvin Maçahel (959.15 $\mu\text{g/ml}$) örneklerinde olduğu görülmektedir (Şekil 4.12).



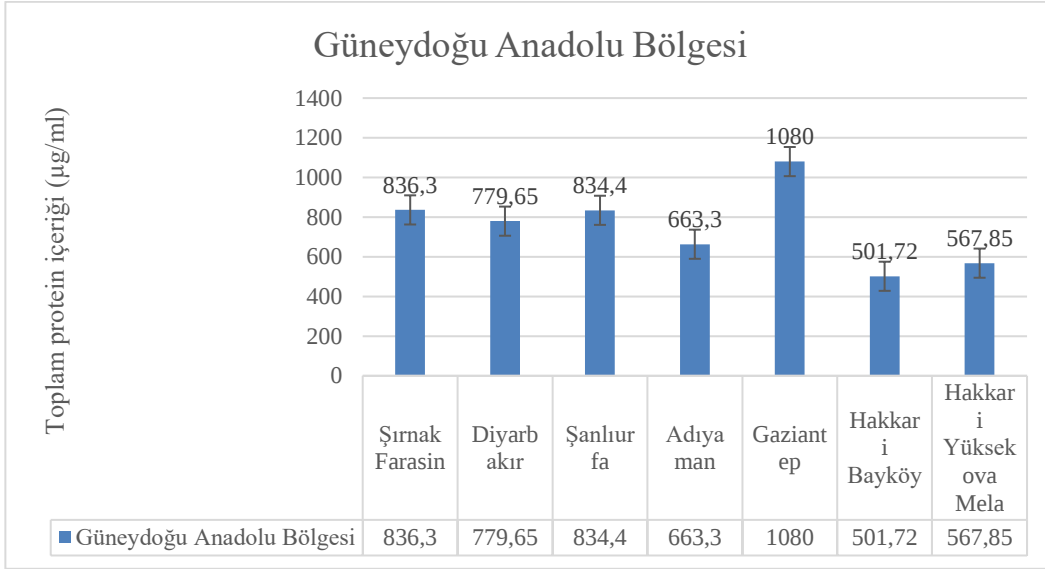
Şekil 4.12. Karadeniz bölgesinden toplanan arı zehiri örneklerinin toplam protein içerikleri ($\mu\text{g/ml}$).

Doğu Anadolu bölgesi için en yüksek protein içeriklerinin sırasıyla Kars (1105.5 $\mu\text{g/ml}$), Bingöl (987.2 $\mu\text{g/ml}$) ve Erzurum (962.7 $\mu\text{g/ml}$) örneklerinde olduğu görülmektedir (Şekil 4.13).



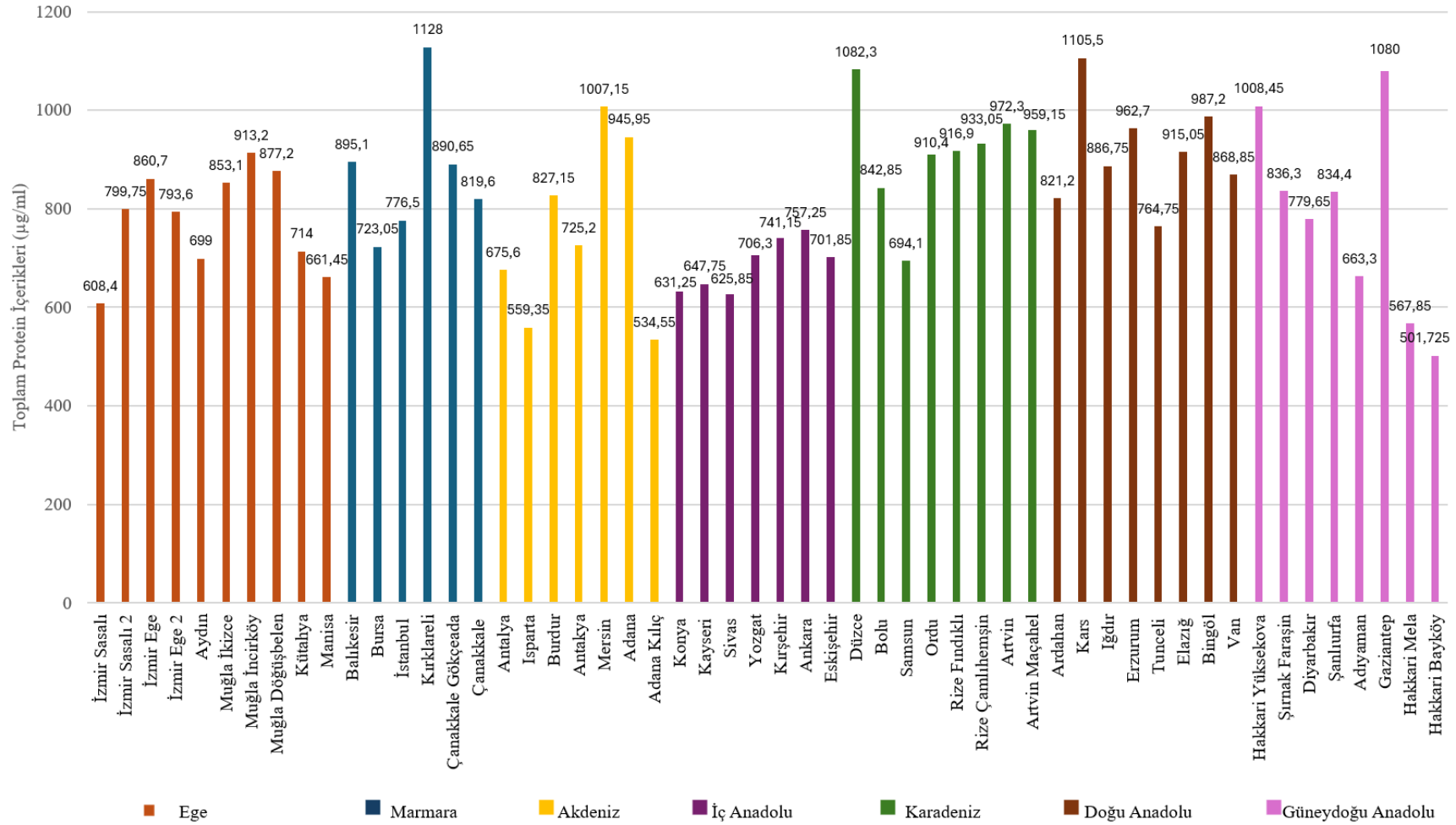
Şekil 4.13. Doğu Anadolu bölgesinden toplanan arı zehiri örneklerinin toplam protein içerikleri ($\mu\text{g/ml}$).

Güneydoğu Anadolu bölgesi için en yüksek protein içeriklerinin sırasıyla Gaziantep (1080 $\mu\text{g/ml}$), Hakkâri Yüksekova (1008.45 $\mu\text{g/ml}$) ve Şırnak Faraşın (836.3 $\mu\text{g/ml}$) örneklerinde olduğu bulunmuştur (Şekil 4.14).



Şekil 4.14. Güneydoğu Anadolu bölgesinden toplanan arı zehiri örneklerinin toplam protein içerikleri ($\mu\text{g/ml}$).

Antalya-Alanya ve Niğde bölgesine ait zehirler analizlere yetecek miktarda ve kalitede toplanamamıştır. Bu nedenle çalışma dışı bırakılmıştır. Zehir toplanan arılıklarda Düzce örneği haricinde ilk defa arı zehiri örnekleri toplanmıştır. Özellikle güvenlik sebebi ile 2020 yılına kadar tamamen girişin yasak olduğu Şırnak Faraşın yaylasından ilk defa örnekleme yapılmıştır. Tüm örneklerle ait toplam protein içerikleri Şekil 4.15’de verilmiştir.



Şekil 4.15. Toplanan tüm zehir örneklerine ait toplam protein içerikleri (µg/ml).

2021 yılında yapılan ilk arazinin ardından özellikle sanayi ve yerleşim bölgelerinden uzak, izole bölgelerde yer alan ve protein içeriği bakımından yüksek olan illerden 2022 yılında tekrar örnekleme yapılmış, bu arazi çalışmasında ilk örneklere ek olarak bölgenin doğal konumunun önemi göz önünde bulundurularak Hakkâri Yüksekova Mela (Demirkonak) ve Hakkari Bayköy örnekleri de ilk defa alınarak analizlere eklenmiştir.

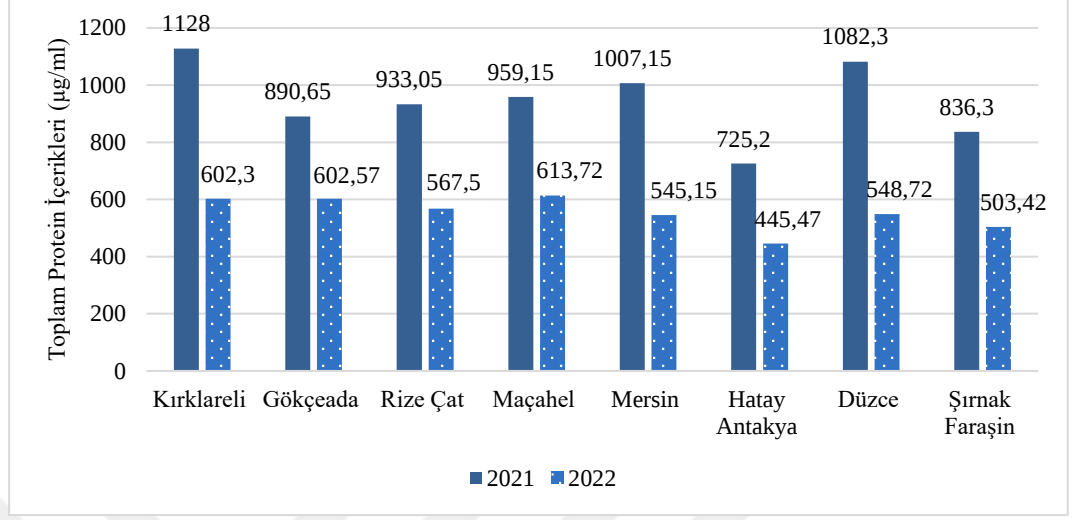
2022 yılı örnekleri değerlendirdiğinde, toplanan ham zehir miktarları, liyofilizasyon işlemi sonrası 9.30 mg ile 303.30 mg arasında bulunmuştur. Türkiye genelinde toplanan ham zehir miktarları, liyofilizasyon işlemi sonrası 21.70 mg ile 96.00 mg arasında bulunmuştur. Apis mellifera liyofilize ham zehirinin (1 mg/ml) Smith testi ile belirlenen protein konsantrasyonu, 11 bal arısı zehiri örneği için 445.47 µg/ml ile 613.72 µg/ml arasında bulunmuştur. Ham zehir protein içeriklerinin en yüksek olduğu illerin sırasıyla Artvin Maçahel-2 (613.72 µg/ml), Gökçeada-2 (602.57 µg/ml) ve Kırklareli-2 (602.30 µg/ml) olduğu görülmektedir. (Çizelge 4.6).

Çizelge 4.6. 2022 yılı örneklerinde liyofilizasyon sonrası toplam ham zehir miktarları (mg) ve liyofilize arı zehirlerinin toplam protein içerikleri (µg/ml).

Örnek	Liyofilizasyon sonrası toplam ham zehir miktarı (mg)	Toplam Protein İçerikleri (µg/ml)
Kırklareli - 2	29.90	602.30
Gökçeada - 2	49.00	602.57
Rize Çat -2	34.10	567.50
Artvin Maçahel -2	96.00	613.72
Adana - 2	29.00	534.55
Mersin - 2	21.70	545.15
Antakya -2	23.40	445.47
Düzce - 2	82.80	548.72
Şırnak Faraşın - 2	76.00	503.42
Hakkari Bayköy	27.00	501.72
Hakkari Yüksekova Mela	56.00	567.85

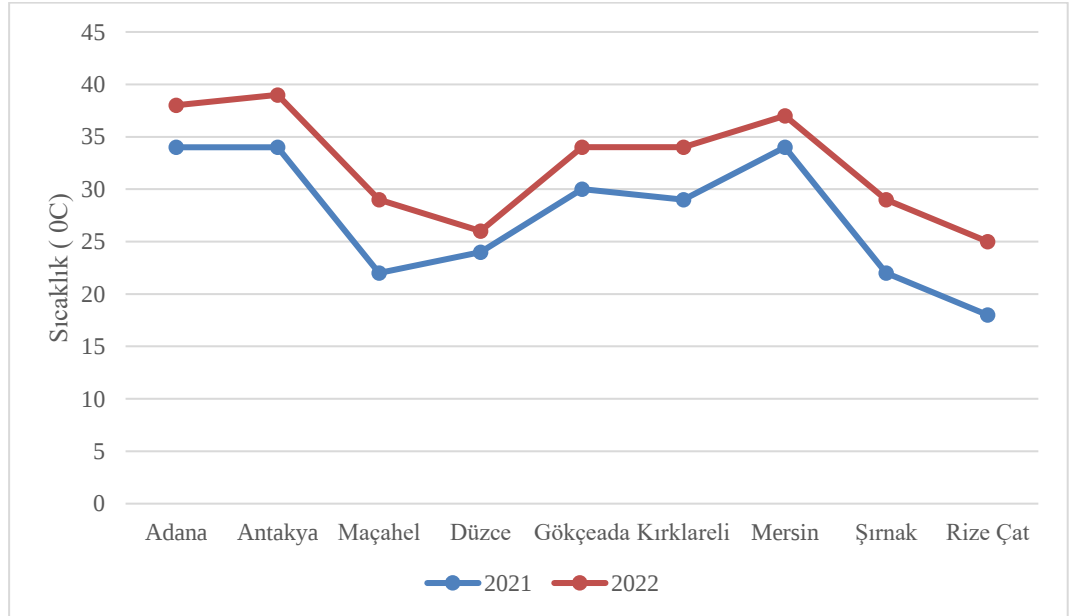
2021 ve 2022 yıllarında aynı aralıklardan ve aynı kovanlardan benzer saat aralığında ve benzer mevsimlerde alınan zehir içerikleri karşılaştırılmış, tüm

zehirlerde toplam protein içeriğinin bir önceki yıla göre ortalama %50.69 ile %67.65 oranında düşük olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.16).



Şekil 4.16. 2021 ve 2021 yıllarında aynı aralıklardan toplanan arı zehirlerinin protein içeriklerinin karşılaştırılması.

Bu sonucun, 2022 yılındaki sıcaklık düzeylerinin çok yüksek olması ve mevcut polen nektar kaynaklarının yetersizliği ile açıklanabileceği düşünülmektedir. 2021 ve 2022 yılları arasındaki sıcaklık farklılıkları (°C) Şekil 4.17’de verilmektedir.



Şekil 4.17. Arı zehiri örnekleme yapılan aralıklarda 2021 ve 2022 yılları arasındaki sıcaklık farklılıkları (°C).

4.3 Bal Arısı Zehirlerinde Sodyum Dodesil Sülfat Poliakrilamid Jel Elektroforezi (SDS PAGE) Bulguları

Bu çalışmada SDS PAGE ile farklı bölgelerden toplanan 64 farklı arı zehiri örnekleri içindeki farklı proteinlerin molekül ağırlıklarına bağlı olarak ayrılması hedeflenmiştir. SDS-PAGE işlemi yapılmadan önce arı zehri örnekleri bal arısı ırklarına ve toplandıkları bölgelere göre gruplara ayrılarak numaralandırılmıştır (Çizelge 4.7).

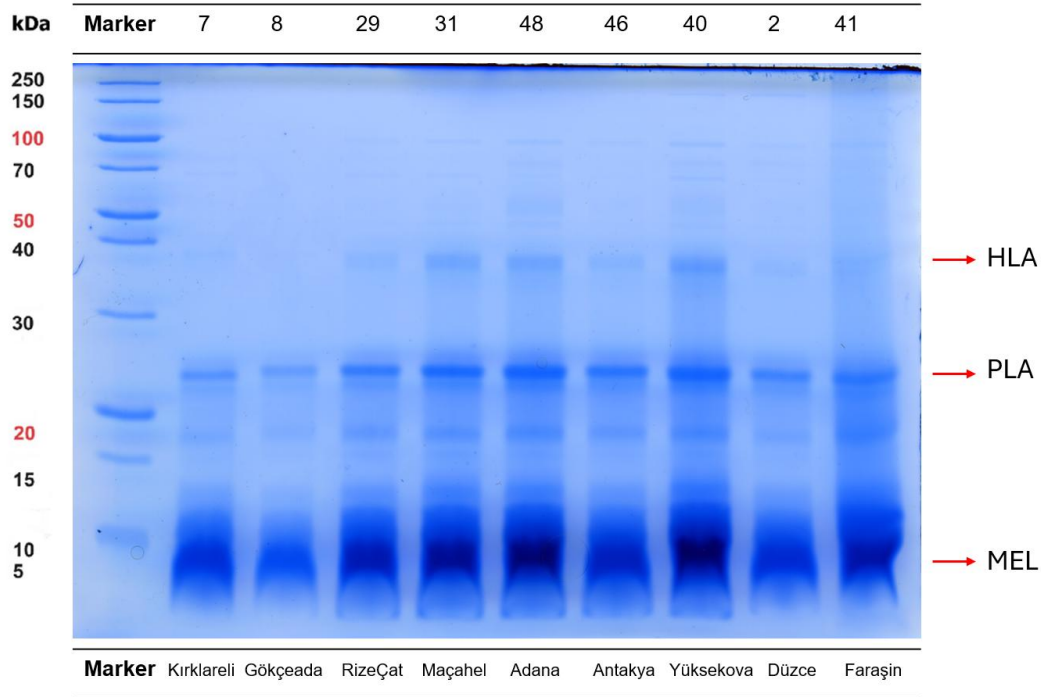
Çizelge 4.7. Bal arısı zehri örneklerinin SDS PAGE öncesi bal arısı ırklarına ve toplandıkları bölgelere göre gruplara ayrılması.

Örnek no	Lokasyon	Örnek no	Lokasyon
1	İzmir Sasalı	34	Iğdır
2	Düzce	35	Erzurum
3	Balıkesir	36	Tunceli
4	Bursa	37	Elazığ
5	Bolu	38	Bingöl
6	İstanbul	39	Van
7	Kırklareli	40	Hakkari – Y.ova
8	Gökçeada	41	Şırnak Faraşın
9	Bayramiç	42	Diyarbakır
10	Muğla-İncirköy	43	Şanlıurfa
11	Aydın	44	Adıyaman
12	Antalya	45	Gaziantep
13	Isparta	46	Antakya
14	Burdur	47	Mersin
15	Muğla – İkizce	48	Adana
16	Muğla-Döğüşbelen	49	İzmir Ege
17	Konya	50	Manisa
19	Kayseri	51	İzmir Ege2
20	Sivas	53	İzmir Sasalı2
21	Yozgat	CYP2	Lefkosa
22	Kırşehir	CYP3	Mallıdağ
23	Ankara	A2-1	Kırklareli2
24	Eskişehir	A2-2	Gökçeada2
25	Kütahya	A2-3	Rize Çat2
26	Samsun	A2-4	Macahel
27	Ordu	A2-5	Adana2
28	Rize – Fındıklı	A2-6	Mersin2
29	Rize – Çat	A2-7	Antakya2
30	Artvin Merkez	A2-8	Hakkari Mela
31	Macahel	A2-9	Düzce2
32	Ardahan	A2-10	Şırnak Faraşın2
33	Kars	A2-12	Hakkari Bayköy

Laemmli tampon eşliğinde örnekler yüklenmiş ve Coomassie mavisi ile boyanmıştır. Boyamadan sonra jeller, yıkama çözeltisi ile bantlar görünür hale gelene kadar yıkanmış ve fotoğraflanmıştır. Yüksek çözünürlükteki bant görsellerinde protein sayımları gerçekleştirilmiştir.

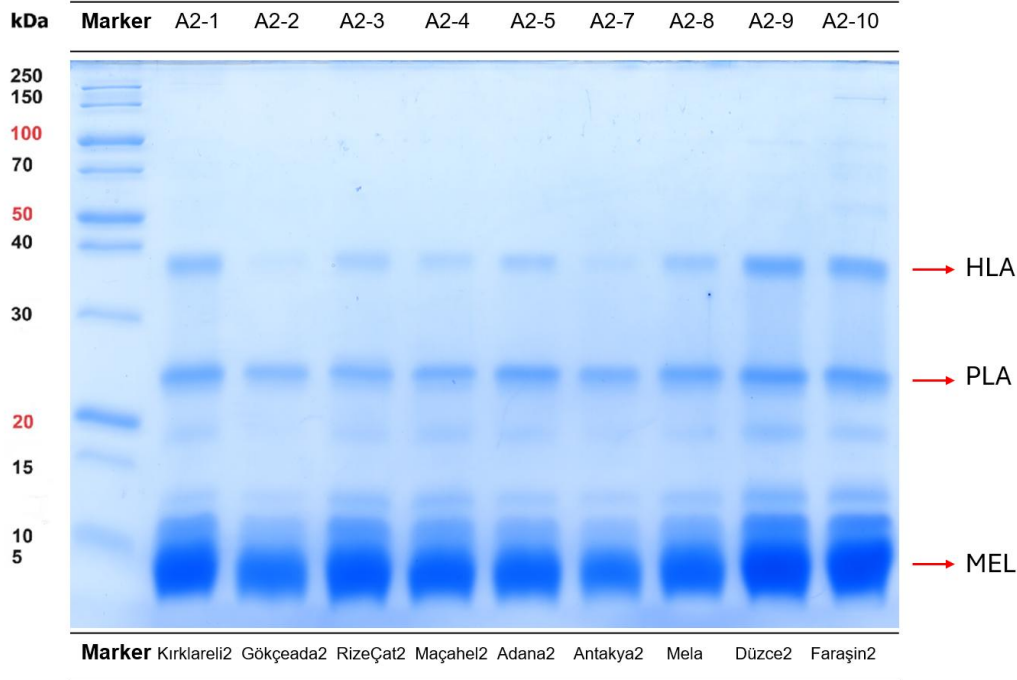
Arı zehiri örneklerine ait bant görselleri incelendiğinde tüm örneklerde 5 kDa'dan küçük olan ve arı zehirinin temel proteini olan Melittin yoğun bir protein bandı olarak görüntülenmiştir. Bununla birlikte 20-40 kDa moleküler ağırlığa sahip olan 2 önemli protein bandı olan Hyalüronidaz ve Fosfolipaz A2 de tüm örneklerde açıkça görüntülenmektedir. Melittin molekül ağırlığı küçük olduğu için en uzağa yürüyen protein olarak görüntülenmiştir.

Birinci grupta örnek bazlı değerlendirme yapıldığında, en fazla bant sayısı Hakkari Yüksekova (11), Rize Çat (9), Artvin Maçahel (9) ve Adana (9) örneklerinde görüntülenmiştir (Şekil 4.18).



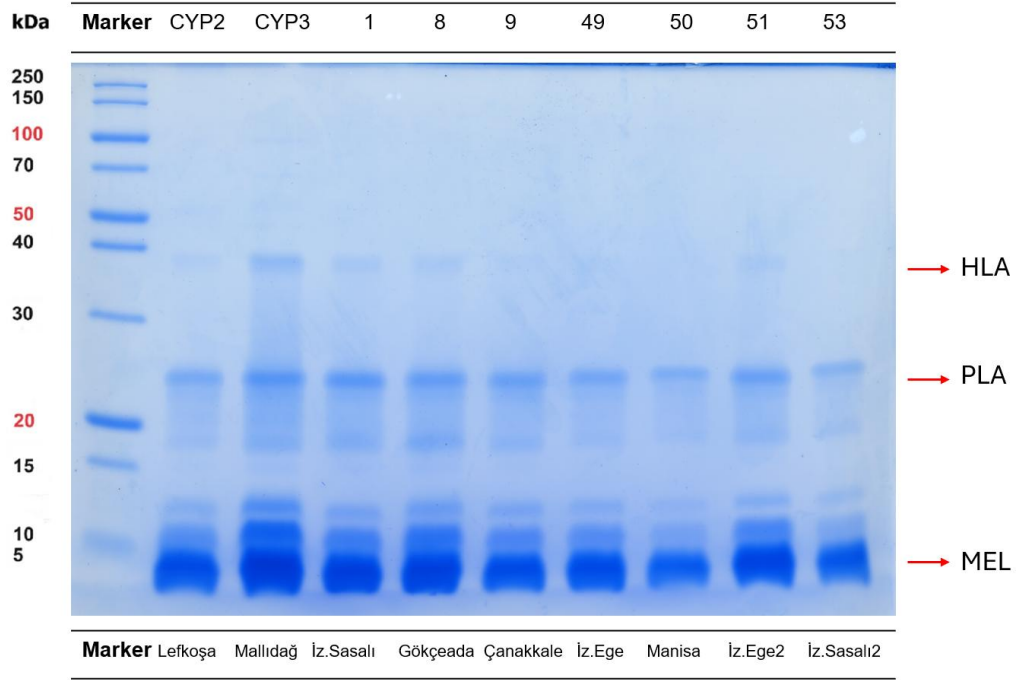
Şekil 4.18. Jel 1 grubunda yer alan arı zehiri örneklerinde SDS-PAGE protein profili.

İkinci grupta örnek bazlı değerlendirme yapıldığında, en fazla bant sayısı Şırnak Faraşın (10), Düzce-2 (8) ve Rize Çat-2 (8) örneklerinde görüntülenmiştir (Şekil 4.19).



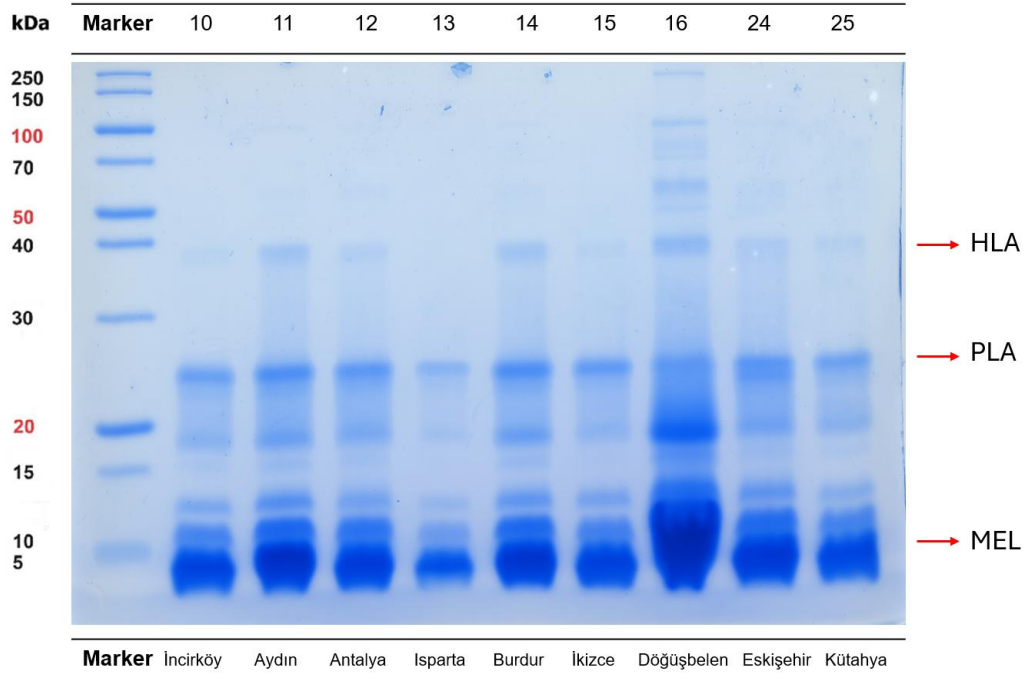
Şekil 4.19. Jel 2 grubunda yer alan arı zehiri örneklerinde SDS-PAGE protein profili.

Üçüncü grupta örnek bazlı değerlendirme yapıldığında, en fazla bant sayısı Mallıdağ (9), Lefkoşa (7), İzmir Sasalı (6) ve Gökçeada (6) örneklerinde görüntülenmiştir (Şekil 4.20).



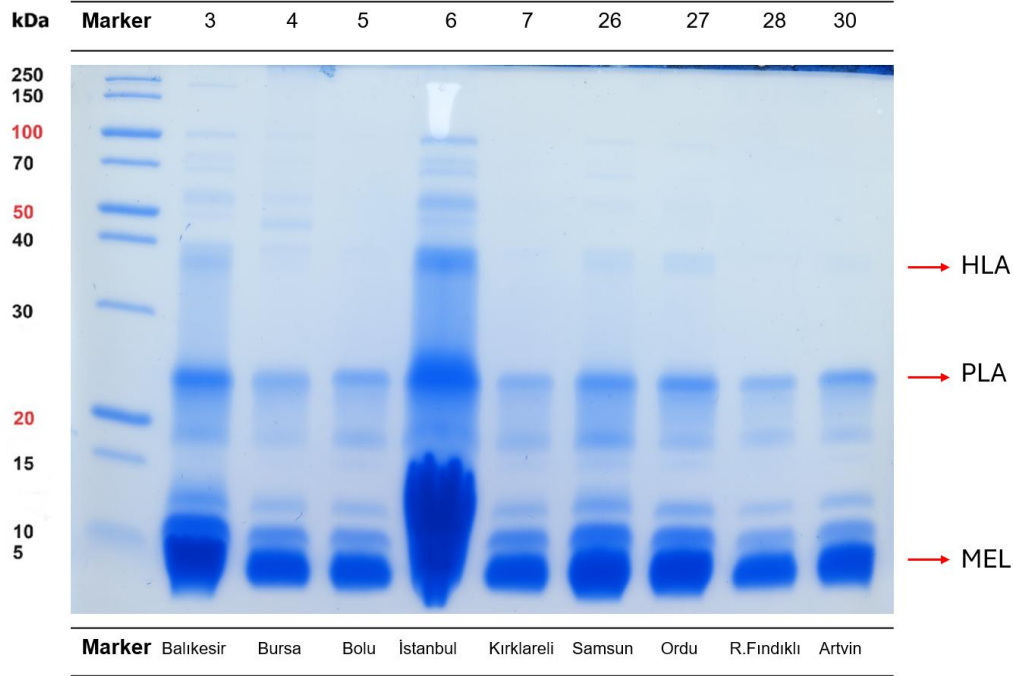
Şekil 4.20. Jel 3 grubunda yer alan arı zehiri örneklerinde SDS-PAGE protein profili.

Dördüncü grupta örnek bazlı değerlendirme yapıldığında, en fazla bant sayısı Muğla Döğüşbelen (10), Aydın (7) ve Eskişehir (7) örneklerinde görüntülenmiştir (Şekil 4.21).



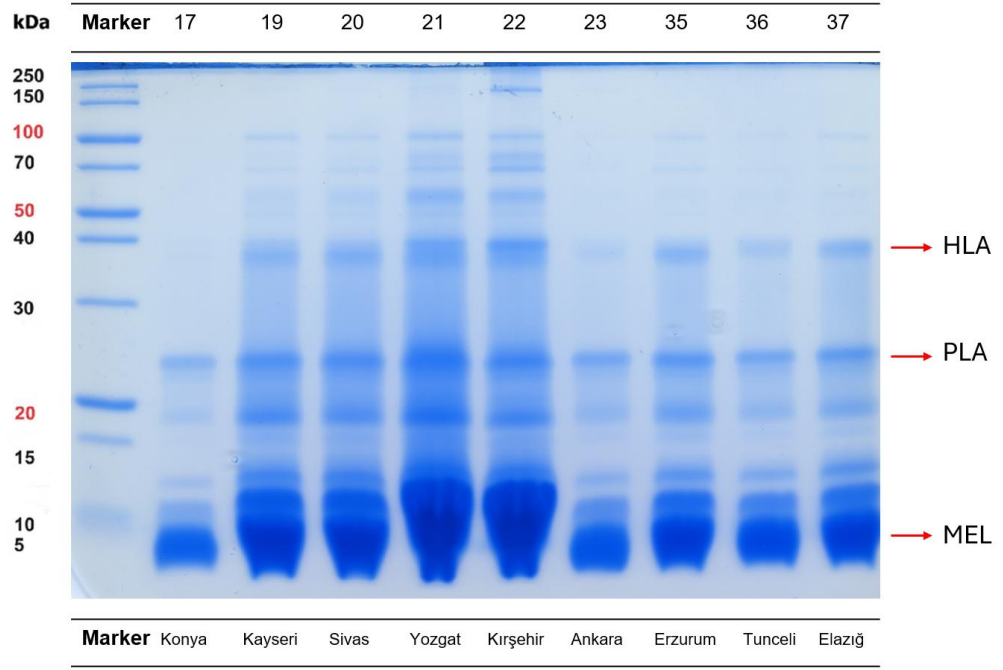
Şekil 4.21. Jel 4 grubunda yer alan arı zehiri örneklerinde SDS-PAGE protein profili.

Beşinci grupta örnek bazlı değerlendirme yapıldığında, en fazla bant sayısı Balıkesir (11), Bursa (9), İstanbul (9) ve Samsun (9) örneklerinde görüntülenmiştir (Şekil 4.22).



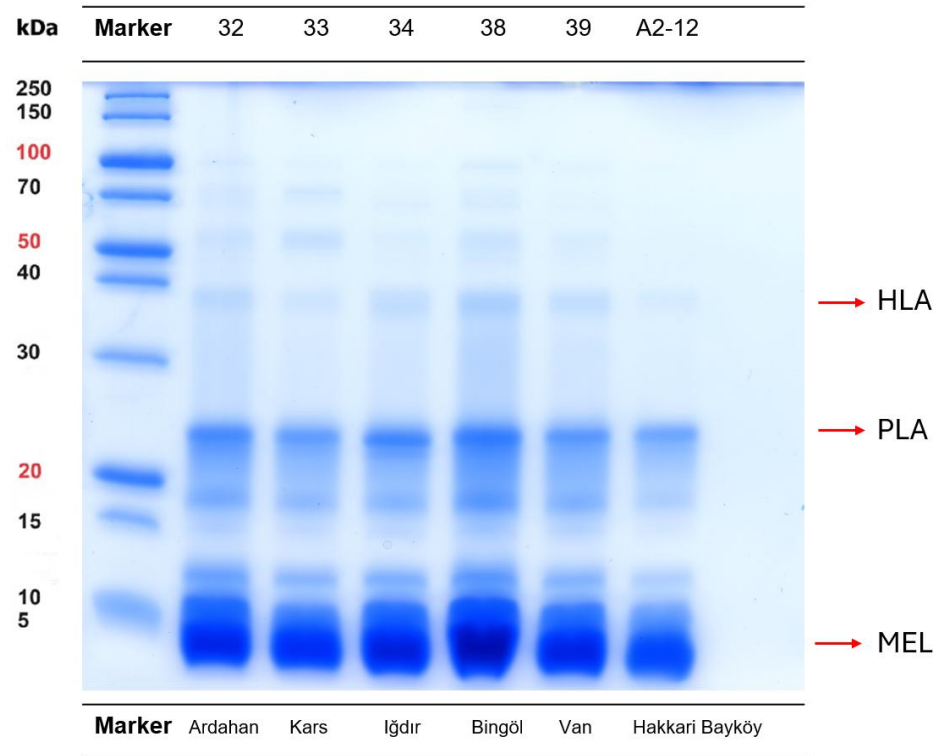
Şekil 4.22. Jel 5 grubunda yer alan arı zehiri örneklerinde SDS-PAGE protein profili.

Altıncı grupta örnek bazlı değerlendirme yapıldığında, en fazla bant sayısı Kırşehir (14), Yozgat (13), Sivas (12), Kayseri (11) ve Erzurum (11) örneklerinde görüntülenmiştir (Şekil 4.23).



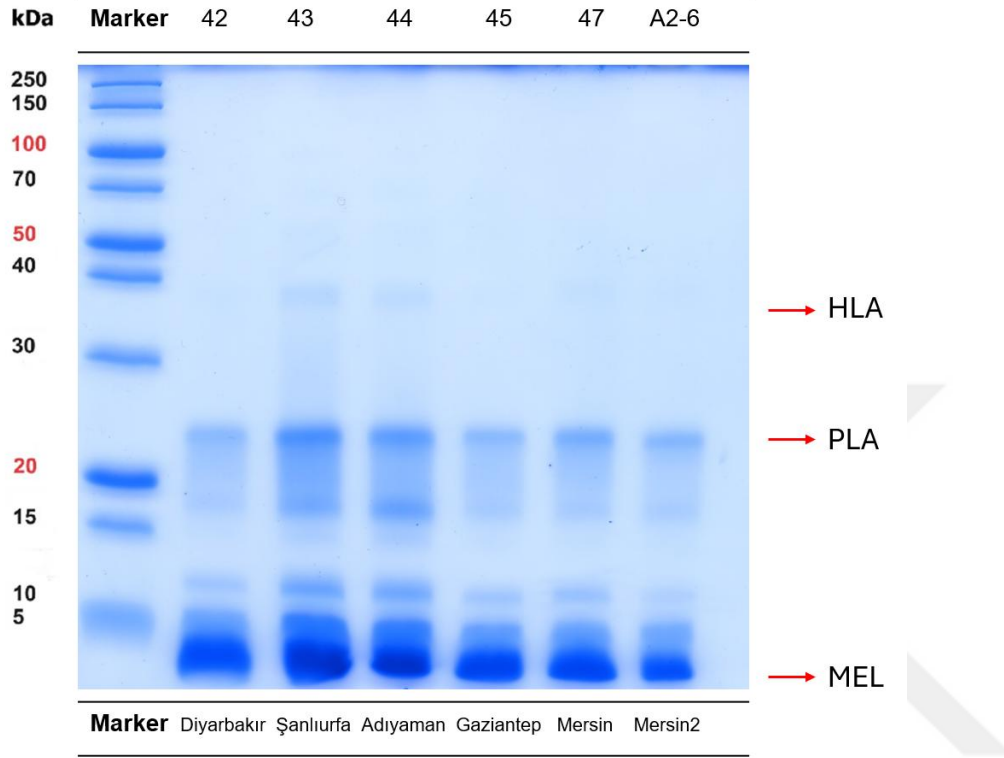
Şekil 4.23. Jel 6 grubunda yer alan arı zehiri örneklerinde SDS-PAGE protein profili.

Yedinci grupta örnek bazlı değerlendirme yapıldığında, en fazla bant sayısı Ardahan (11), Iğdır (10) ve Bingöl (10) örneklerinde görüntülenmiştir (Şekil 4.24).



Şekil 4.24. Jel 7 grubunda yer alan arı zehiri örneklerinde SDS-PAGE protein profili.

Sekizinci grupta örnek bazlı değerlendirme yapıldığında, en fazla bant sayısı Şanlıurfa (7), Adıyaman (7) ve Mersin-2 (6) örneklerinde görüntülenmiştir (Şekil 4.25).



Şekil 4.25. Jel 8 grubunda yer alan arı zehiri örneklerinde SDS-PAGE protein profili.

SDS-PAGE ile farklı moleküler ağırlıklara (MA) sahip protein bantları elde edilmiştir. Elde edilen jeller 1-8 arasında numaralandırılmış, her jelle 1-9 arasında örnek yüklenmiştir. Bölgelere göre ayrılan jeller üzerinde sayıları 5 ile 14 arasında değişen protein bantları elde edilmiştir (Çizelge 4.8).

Çizelge 4.8. Elde edilen jellerde tespit edilen protein bant sayıları.

Jel no	1.örnek	2.örnek	3.örnek	4.örnek	5.örnek	6.örnek	7.örnek	8.örnek	9.örnek
1	7	7	9	9	9	7	11	8	7
2	7	7	8	7	6	6	7	8	10
3	7	9	6	6	6	6	6	6	5
4	6	7	6	5	6	6	10	7	6
5	11	9	6	9	6	9	7	5	5
6	6	11	12	13	14	7	11	9	10
7	11	9	10	10	8	5			
8	5	7	7	5	5	6			

SDS-PAGE analizi genel değerlendirme yapıldığında, Kırşehir (14), Yozgat (13) ve Sivas (12) örnekleri en yüksek sayıda protein bandının gözlemlendiği iller olarak bulunmuştur.

5. TARTIŞMA

Bal arısı (*Apis mellifera*) zehiri, çeşitli biyoaktif bileşikleri içeren çok değerli bir arı ürünüdür. Bal arısı zehrinin üretimi ve bileşimi, genetik ve çevresel değişkenlerden kovana özgü koşullara kadar çok sayıda faktörden etkilenmektedir. Bal arısı zehrinin bileşimi; arı ırkı, çevresel koşullar, mevsimsel değişimler, arıların yaşı ve beslenme şekli gibi pek çok farklı faktöre bağlıdır. Bu faktörleri anlamak; arı zehiri üretiminin optimizasyonunu sağlamak, zehirin terapötik potansiyelini artırmak ve bal arısı popülasyonlarının sağlığını ve sürdürülebilirliğini sağlamak için oldukça önemlidir. Bu araştırmada ülkemizin tamamını temsil edecek şekilde tüm coğrafi bölgelerden arı zehiri örnekleri toplanmış, analizleri gerçekleştirilmiş ve zehir toplanan bal arısı popülasyonlarının ırk ve ekotiplerinin net olarak ortaya konabilmesi amacıyla geometrik morfometri yöntemleriyle analizi gerçekleştirilmiştir.

5.1 Geometrik Morfometri Yöntemi ile Arı Irk ve Ekotipleri Arasındaki Farklılıkların Belirlenmesi

Bal arısı (*Apis mellifera*) morfometrisi, arı ırklarının tanımlanmasında, arıcılıkta ıslah çalışmalarında ve arıların biyocoğrafik dağılımlarının incelenmesinde önemli bir yere sahiptir. Türkiye, farklı ekolojik bölgeleri ve zengin bitki örtüsü ile bal arısı ırklarının genetik çeşitliliği açısından önemli bir ülkedir. Bu nedenle, Türkiye'de bal arısı geometrik morfometrisi üzerine yapılmış birçok çalışma mevcuttur.

Geometrik morfometri, organizmaların şekilsel özelliklerinin incelenmesinde kullanılan bir yöntemdir. Bu yöntem, organizmaların şekilsel özelliklerini kantitatif olarak değerlendirme olanağı sağlar ve bu özelliklerin çevresel faktörlerle, genetik yapıyla ve diğer biyolojik faktörlerle olan ilişkisini anlamaya yardımcı olur. Türkiye'de bu yöntem kullanılarak yapılan çalışmalar, yerel bal arısı popülasyonlarının tanımlanması ve korunması açısından önemli bulgular sunmaktadır.

Geometrik morfometri, bal arılarının morfolojik özelliklerini yüksek doğrulukla ölçme imkânı sunar. Özellikle kanat şekilleri gibi karmaşık yapılar, geometrik morfometri ile detaylı olarak incelenebilmekte ve bu yöntem ile türler arasındaki küçük morfolojik farklılıklar bile tespit edilebilmektedir. Geometrik morfometri, bal arılarının türleri ve alt türleri arasındaki morfolojik farklılıkları belirlemede etkilidir. Farklı coğrafi bölgelerde yaşayan aynı türden arıların, çevresel faktörlere bağlı olarak farklı morfolojik özellikler sergileyebileceği bilinmektedir. Geometrik morfometri, bu varyasyonları tespit ederek doğru bir sınıflandırma yapılmasını sağlar. Arıların genetik çeşitliliğini koruma ve uygun yetiştirme programları geliştirme açısından geometrik morfometri önemli bir rol oynar. Bu yöntem, yerel arı popülasyonlarının korunmasına katkıda bulunabilir.

Türkiye'de bal arısı geometrik morfometrisi üzerine yapılan çalışmalarda bal arısı popülasyonları arasında belirgin morfolojik ve genetik farklılıklar tespit edilmiş, biyoçeşitliliğin korunmasının gelecekteki yönetim planları için kritik olduğu vurgulanmıştır (Tunca ve Kence, 2011; Kekeçoğlu ve ark., 2021; Kösoğlu ve ark., 2021). Bu çalışmalar, özellikle yerel popülasyonların korunması ve sürdürülebilir arıcılık için önemli veriler sağlamıştır. Bulgular, farklı bölgelerdeki bal arılarının çevresel faktörlere uyum sağladığını ve bu farklılıkların morfometrik analizlerle net bir şekilde ortaya konduğunu göstermektedir.

Kence (2006), Anadolu bal arılarının gerek morfometrik özellik olarak gerekse mitokondrial DNA ve mikrosatelitler açısından büyük bir çeşitliliğe sahip olduğunu bildirmiştir. Kandemir vd. (2000), tarafından yapılan ve Türkiye'nin 7 coğrafi bölgesini kapsayan çalışmada Türkiye'de beş farklı ırk olduğu bildirilmiştir. Trakya bölgesinde *Apis mellifera carnica*; Güneydoğu Anadolu'da *Apis mellifera meda*; Suriye sınırındaki küçük bir bölge (Hatay-Antakya)'da *Apis mellifera syriaca*; Kuzeydoğu Anadolu'da *Apis mellifera caucasica*; Ege, Akdeniz, İç Anadolu Bölgeleri ile Karadeniz'in orta ve batı kısımlarında *Apis mellifera anatoliaca* olduğu bildirilmiştir. Kekeçoğlu ve Soysal (2010), Türkiye'nin farklı bölgelerinden toplanan bal arısı örneklerinde geometrik morfometri yöntemi ile, dört ana dal içerisinde kümelenmiş yedi morfometrik grubun oluştuğunu ve kolonilerin İç Anadolu bölgesinde *A. m. anatolica*, kuzeyde *A. m. caucasica*, Güney ve Güneydoğu bölgelerde *A. m. meda* ve Trakya bölgesinde *A. m. carnica* olarak

dört ana grupta kümelenmiş olduğunu bildirmişlerdir. Kandemir vd. (2005), Türkiye'deki farklı coğrafi bölgelerdeki bal arısı popülasyonların arasında belirgin morfolojik farklar olduğunu tespit etmişlerdir. Bu çalışma, Türkiye'nin farklı ekolojik bölgelerinin, bal arısı morfolojisinde çeşitliliği etkilediğini göstermektedir. Özellikle Doğu Anadolu, Karadeniz ve Ege bölgelerindeki popülasyonlar arasında belirgin farklar bulunmuştur.

Çalışmamızda, Geometrik Morfometri yöntemi PCA analiz sonuçları değerlendirildiğinde; Gökçeada, Antakya Yeni, Artvin Maçahel örneklerinin türlere ait bireylere göre daha belirgin kümeler oluşturduğu görülmektedir. Kanonik varyans analizinde ise, Adana Kılıç, Ankara, Antakya, Antakya Yeni, Antalya, Ardahan, Artvin, Artvin Maçahel, Aydın, Muğla İkizce, Muğla İncirköy, Gökçeada, Çanakkale, Düzce ve Hakkâri Yüksekova örnekleri ayrı kümeler oluştururken, diğer örnekler birbirine birleşik kümelenmeler oluşturmuştur. Bununla birlikte farklı bal arısı alt türlerini temsil ettiği bilinen illerden alınan örneklerin birbirleri ile çakıştığı ve çoğu örneğin iç içe giren kümeler oluşturduğu görülmüştür. Veriler incelediğinde, Adana popülasyonunun Adana Kılıç ve Adıyaman ile; Adıyaman popülasyonunun ise Adana Kılıç, Antakya ve Antalya ile; Çanakkale popülasyonunun Düzce, Elazığ ve Lefkoşa ile; Diyarbakır popülasyonunun Bursa, Burdur ve Düzce ile; Kütahya popülasyonunun Muğla İkizce ve Van ile; Van popülasyonunun Tunceli, Mersin, Niğde, Muğla İncirköy ve Rize Çat popülasyonları ile; Rize Çat popülasyonunun Bolu ve Lefkoşa ile; Isparta popülasyonunun Hakkari Mela ile; Şanlıurfa popülasyonunun Mallıdağ ile; Şırnak Faraşın popülasyonunun Kırşehir ile ve Tunceli popülasyonunun Muğla İncirköy ile benzerlik gösterdiği, ancak aralarındaki farkın istatistiki olarak önemli olmadığı görülmektedir ($P > 0.0001$). Farklı ve birbirinden uzak coğrafi bölgelerde bulunan bu popülasyonlar arası benzerliğin sebebinin; göçer arıcılık ve ticari ana kullanılması ve buna bağlı melezleşme ile ilişkili olduğunu söyleyebiliriz. Bununla birlikte aynı saf ana arı ırkını kullandıkları bilinen ve mevcut ırkın koruma kapsamında olduğu bölgelerden alınan örneklerden olan Muğla Döğüşbelen ve Muğla İkizce ile Artvin ve Artvin Maçahel popülasyonlarının da benzerlik gösterdiği ancak aralarındaki farkın istatistiki olarak önemli olmadığı görülmektedir ($P > 0.0001$).

Ülkemizde bazı yerel ekotipler bulunduğu bölgeye göre Gökçeada ekotipi, Muğla ekotipi ve Düzce’de bulunan Yığılca ekotipi olarak tescil edilmiştir. Çalışmamıza ait Kanonik varyans sonuçları değerlendirildiğinde, Gökçeada, Muğla ve Düzce örneklerinin ayrı kümeler oluşturması; bu popülasyonların ekotip olarak diğer popülasyonlardan ayrıldığını ve korunabildiğini göstermektedir. Yine Ardahan, Artvin ve Artvin Maçahel illerinin ayrı kümelenmeleri, sadece bu bölgede varlığını sürdüren mevcut ırkın *Apis mellifera caucasica* olduğunu göstermektedir. Özdil vd. (2009), *Apis mellifera caucasica* türünün özellikle Karadeniz bölgesinin kuzeydoğu kesiminde, Gürcistan’a yakın illerde bulunduğunu bildirmiştir. Çalışma sonuçlarımız, Karadeniz bölgesinde bulunan ırkın Kafkas arısı olduğunu belirten Kandemir vd. (2000), Özdil vd. (2009) ve Kekeçoğlu ve Soysal (2010)’ın çalışmaları ile uyumludur. Elde ettiğimiz verilerin sonucunda PCA, DFA ve UPGMA kümeleme analizinde, ‘Maçahel’ örneğinin diğer lokasyonlardan tamamen ayrı kümelendiği görülmektedir. Maçahel örneğinin alındığı bölgenin Saf Kafkas Arısı gen koruma havzası olması, bu örneğin bu bölgenin gen havuzuna farklı coğrafyalardan yeni bir giriş olmadığı sürece saf Kafkas bal arısı popülasyonunun korunabileceğini göstermektedir.

Bununla birlikte Kırpık vd. (2010) yaptığı çalışmada Kars Platosu’ndaki farklı kolonilerden toplanan bal arılarının çoğunluğunun (%71.6) *Apis mellifera*’nın melez formu olduğunu, *Apis mellifera caucasica*’nın oranının %26.5 olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmamızda Kafkas arısı bölgesine yakın olduğu bilinen Kars ve Ardahan’dan alınan örneklerin geometrik morfometri sonuçlarının Türkiye’nin pek çok bölgesinden örneklerle iç içe geçmiş kümelenme göstermesi, Kırpık vd. (2010) sonuçları ile uyumlu olduğunu göstermektedir.

Özbakır (2011) tarafından yapılan çalışmada diskriminant fonksiyon analizi yapılmış, analiz sonuçlarında iki boyutlu kümelenmeler dikkate alındığında sadece Güneydoğu Anadolu Bölgesi’nin diğer bölgelerden ayrıldığı bildirilmektedir. Bu çalışma sonuçları, Türkiye’nin güneydoğusunda morfolojik olarak kesinlikle farklı bir ırk olduğunu göstermektedir. Bu tez çalışmasında alınan ve analiz edilen ve yöreye özgü yerel agresif bir ırk olduğu belirtilen ‘Antakya Yeni’ örneği dikkat çekmektedir. DFA verilerinde bu örnek ilk kümelenen örnekler tamamen diğerlerinden ayrılmakta, Adana ve Adıyaman gibi komşu iller ve Türkiye’nin

güneyinden alınan örnekler ile benzerlik gösterdiği görülmektedir. Antakya örneğine ait bu sonuçlar, Özbakır (2011) ve Kambur ve Kekeçoğlu (2018)'nin çalışma sonuçlarını destekler niteliktedir. Kandemir ve arkadaşlarının COI ve CtyB genleri ile yaptığı moleküler çalışmada, Türkiye' nin güneyinden aldıkları örneklerin ise *Apis mellifera meda* olduğunu bildirmiştir (Kandemir vd., 2006a). Bununla birlikte söz konusu ırkın *Apis mellifera syriaca* ya da *Apis mellifera meda* olup olmadığı konusunda çelişkiler bulunmaktadır. Bu kapsamda, bu çalışmaya ait geometrik morfometri sonuçları da Antakya örneğinin ülkenin tümünden ayrılan ayrı bir popülasyon olduğunu desteklemektedir.

Kandemir vd. (2000, 2005, 2006) tarafından yapılan morfometri, alloenzim ve mtDNA varyasyonuna ilişkin sonuçlar Trakya bölgesinde *A.m. carnica*'nın yayılış gösterdiğini göstermektedir. Benzer şekilde Turan (2011) tarafından yapılan çalışmada Edirne, Tekirdağ ve Kırklareli grupları arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmüştür ($P>0,05$). Ruttner (1988), Trakya bal arılarını *A.m. anatoliaca* olarak tanımlamış, Güler vd. (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. Çalışmamızda Trakya bölgesini temsilen topladığımız Kırklareli örneği Morfometrik yönden Muğla örneği ile benzerlik göstermektedir. Muğla arısı, *Apis mellifera anatoliaca*'nın bir ekotipi olarak tanımlanmaktadır. Turan (2011), yaptığı çalışmada Trakya Bölgesi bal arılarının morfometrik olarak genetik varyasyon gösterdiğini, göçer arıcılığın ve dışarıdan kontrolsüz ana arı girişinin bu duruma neden olabileceğini bildirmiştir. Analiz sonuçlarımızda Kırklareli popülasyonun diğerleri ile iç içe geçmiş kümelenlendirmeler oluşturması, bu yönü ile Ruttner (1988) ve Turan (2011) sonuçları ile uyumlu bulunmuştur.

Güler vd. (2013) Batı Karadeniz Bölgesi'nden toplanan arılarda yaptığı morfolojik çalışmada bölge arılarının morfolojik yapı yönünden Ege ve Gökçeada arılarına benzer bulunduğu bildirilmiştir. Bununla birlikte, Kösoğlu vd. (2021) tarafından yapılan çalışmada geometrik morfometri sonuçları, Gökçeada popülasyonunun mevcut haliyle diğer Anadolu ve Trakya popülasyonlarından farklı olduğunu, anakaradan adanın gen havuzuna yeni bir giriş olmadığı sürece ada bal arısı popülasyonunun korunabileceğini bildirmişlerdir. Yine Turan (2011), Trakya

Bölgesindeki bal arılarında erkek arılar (*Apis mellifera* L.) üzerine yaptığı geometrik morfometrik yöntem kullanarak yaptığı çalışmada, Çanakkale (Gökçeada) ve Kafkas grubunun tüm gruplardan farklı olduğunu ($P<0,05$) bildirmiştir. Bu çalışmadaki analiz sonuçlarına göre, Gökçeada'dan toplanan arı örneklerinde yapılan Kanonik varyans analizi, Gökçeada popülasyonunun diğer popülasyonlardan ayrıldığını göstermektedir. Bu sonuç Kösoğlu vd. (2021) tarafından yapılan çalışma sonuçları ile benzerlik göstermektedir.

Batı Anadolu'dan başlayarak Akdeniz bölgesinde Antalya'ya kadar uzanan kıyı kesimlerdeki bölgede Anadolu arısının ekotipi olan Muğla arısı yetiştirilmektedir. Muğla bal arısı ekotipi 2022 yılında tescil edilen yerli hayvan ırkı listesine eklenmiştir. Yapılan çalışmalarda, Muğla ekotipinin farklı morfolojik yapıya ve üreme düzenine sahip olması sebebi ile diğer ekotiplerden ayrıldığı bildirilmektedir (Gençer ve Karacaoğlu, 2003; Karacaoğlu, 2005; Koç ve Karacaoğlu, 2005). Çalışmamızda yer alan 'Muğla İkizce' örneğinin farklı bir popülasyon olarak kümelenmesi ve 'Muğla Döğüşbelen' ve 'Muğla İncirköy' örneklerinin de birbiri aralarında benzerlik gösteren popülasyonlar olması daha önceden yapılmış olan ve Muğla bal arısı ekotipinin morfolojik olarak diğer ekotiplerden ayrıldığını bildiren çalışmalar ile benzer bulunmuştur.

Çalışmamızda yaptığımız geometrik morfometrinin il bazında yapılan analiz sonuçlarına göre İç Anadolu Bölgesi'nde bulunan örneklerin diğer tüm illerle iç içe geçmiş kümeler oluşturması da Türkiye'de en çok yayılım gösteren bal arısı alttürünün *Apis mellifera anatoliaca* olduğunu beldiren literatürlerle uyumlu bulunmuştur (Ruttner, 1988; Kekeçoğlu, 2007; Kambur, 2017). Bununla birlikte Türkiye genelinde yaptığımız örneklemede örneklerin büyük birçoğunun birbiri içerisine geçmiş kümeler oluşturması, çok farklı coğrafyalarda yer alan arı ırklarının birbiri ile morfometrik açıdan benzerlik göstermesi, yoğun göçer arıcılık faaliyetleri ve özellikle bölge dışından farklı genotiplerdeki ana arıların tercih edilmesi nedeniyle genetik materyalde değişikliklerin ve melezleşmelerin olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte analiz sonuçlarına göre diğer lokasyonlardan ayrı kümelenen Maçahel ve Gökçeada örneklerinin alındığı bölgelerin konumu dikkate alındığında (Maçahel örneğinin alındığı bölgenin Saf Kafkas Arısı gen koruma havzası olması, aynı şekilde Gökçeada örneğinin ada koşullarında

izole bir şekilde yetiştirildiği) bu örneklerin bulunduğu bölgelerin gen havuzuna farklı coğrafyalardan yeni bir giriş olmadığı sürece saf bal arısı popülasyonlarının korunabileceğini göstermektedir.

Geçmiş yıllarda yapılan çalışmalarda birbirinden keskin hatlarla ayrılan bölgelerdeki bu değişikliklerin kademeli olarak da meydana gelmiş olması ve giderek artacak olması mümkündür. Bu nedenle mutlaka yerel ırk ve ekotiplerin korunmasına yönelik çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Türkiye'de göçer arıcılık uygulamaları, genetik çeşitliliği olumsuz etkileyen bir diğer faktör olarak öne çıkmaktadır. Göçer arıcılığın ve arı ticaretinin, yerel popülasyonlar üzerindeki genetik yapı değişikliklerine yol açtığı ve bu durumun arı biyoçeşitliliğini tehdit ettiği belirtilmiştir (Kükrer ve ark., 2021). Göçer arıcılığın bölgesel olarak belli sınırlar dahilinde yapılması ve bölgeye adaptasyonu zor olan ticari ana satışının sınırlandırılması çözüm olabilir.

Türkiye'deki arı popülasyonlarında gözlemlenen değişiklikler daha önceki çalışmalarda rapor edilmiştir (Kösoğlu vd.,2021; Kambur ve Kekeçoğlu, 2018). Yoğun göçer arıcılık ve özellikle bölge dışından farklı genotiplerdeki ana arıların tercih edilmesi nedeniyle genetik materyalde bazı değişiklikler meydana gelmiştir. Bu nedenle hem devlet kurumları hem de arıcı birlikleri, yerel arı popülasyonlarının korunması için stratejik eylem planlarını mümkün olan en kısa sürede uygulamaya koymalıdır (Kambur ve Kekeçoğlu, 2018). Saf bal arısı ırklarının korunması hem çevresel sürdürülebilirlik hem de ekonomik kalkınma için kritik bir rol oynar. Bal ve arı ürünlerinden ekonomik kazanç ancak güçlü kolonilerle elde edilebilir. Yerel bal arısı ırkları ve ekotipleri, bulundukları coğrafi bölgenin iklimine ve bitki örtüsüne mükemmel şekilde uyum sağlamışlardır. Bu uyum, yerel ekotiplerin çevre koşullarına ve bitki örtüsüne uygun olarak daha verimli çalışması ve kolonilerin sürdürülebilirliği açısından önemlidir (Tymochko et al., 2023). Bulunduğu bölgeye uyum sağlamış bal arısı ırk ve ekotiplerin kullanımı, iyi bakım yönetim koşullarında daha dirençli ve verimli koloniler ile çalışılmasını sağlar. Bu nedenle, bu ırkların korunması için hem devlet hem de sivil toplum kuruluşları tarafından çeşitli koruma programları geliştirilmelidir.

Türkiye'de *Apis mellifera caucasica* ve *Apis mellifera anatoliaca* ırkları koruma altındadır. Bununla birlikte Mersin, Adana ve Hatay illerinin özellikle arı koruma bölgesi olarak önemli olduğu ve Türkiye'deki arı kayıplarını en aza indirmek için 22.567,45 km²'lik bir alanın “arı koruma alanı” olarak belirlenmesi gerektiğini belirtilmektedir (Sari ve Kandemir, 2022). Öztokmak vd. (2023), Güneydoğu Anadolu’da yerel bal arısı alt türlerinin morfolojik ve performans özelliklerini inceledikleri çalışmada, bu bölgedeki arıların kurak bölgelere uyum yeteneklerinin yüksek olduğunu, bu özelliklerin gelecekteki ıslah programlarında kullanılmasının önemli olduğunu vurgulamaktadır. Çalışma sonuçlarımızda dikkat çeken ve ayrı bir popülasyon olarak karşımıza çıkan Antakya örneği zehir protein içeriği de ele alındığında, bu bölgenin ve bölgedeki biyolojik çeşitliliğin korunması ve ıslah çalışmalarının yapılması önem arz etmektedir.

5.2 Bal Arısı Zehiri Örneklerinde Toplam Protein İçeriklerinin Değerlendirilmesi

Arı zehirinde toplam protein içeriğinin tespiti, zehirin biyolojik aktivitesini, toksisitesini ve potansiyel farmakolojik etkilerini anlamada kritik bir rol oynar. Zehirin ana bileşenleri proteinler olduğundan, bu proteinlerin miktarının belirlenmesi, zehirin kalitesini ve etkinliğini doğrudan etkiler. Örneğin, arı zehirindeki melittin gibi ana toksik bileşenlerin toplam protein içeriğinin bir parçası olarak belirlenmesi, zehirin toksikolojik profilini anlamak için gereklidir (Hematyar et al., 2019). Ayrıca, zehirin farklı bileşenlerindeki protein miktarının tespiti, mevsimsel değişimlerin ve farklı arı türlerinin zehir bileşimi üzerindeki etkilerini incelemede önemli veriler sağlar (Abreu et al., 2000).

Arı zehirinin terapötik özellikleri büyük ölçüde içerdiği spesifik proteinler tarafından belirlenir. Arı zehrindeki melittin, fosfolipaz A2 ve apamin gibi anahtar proteinler, anti-enflamatuar ve antimikrobiyal özellikleri de dahil olmak üzere biyolojik etkilerinden sorumludur. Daha yüksek protein içeriği genellikle bu aktif bileşenlerin daha yüksek konsantrasyonuna işaret eder ve bu da zehirin tıbbi amaçlar için etkinliğini artırabilir. Palma ve Brochetto-Braga (1993) da farklı bal arısı alt türleri arasında zehir proteinlerindeki niteliksel ve niceliksel farklılıkların zehirin tıbbi değerini etkileyebileceğini, daha yüksek protein içeriği ve çeşitliliğinin

genellikle gelişmiş zehir kalitesi ile ilişkili olduğunu bildirmiştir. Yüksek kaliteli zehirin tipik olarak daha yüksek konsantrasyonlarda biyolojik olarak aktif proteinler içerdiğini göz önünde bulunduracak olursak, arı zehirlerinde toplam protein içeriğinin belirlenmesi yapılabilecek ileri tetkikler için oldukça önemlidir.

Belirli bir protein miktarının etkin bir tedavi dozu oluşturması için zehirin doğru bir şekilde standartlaştırılması gereklidir (Kokot ve Matysiak, 2009). Bu tespit, aynı zamanda farklı proteinlerin varlığını ve bu proteinlerin terapötik etkinliğini değerlendirmek için de kullanılır (Vaerenbergh et al., 2014).

Çalışmamızda *Apis mellifera* liyofilize ham zehirinin (1 mg/ml) Smith testi ile belirlenen protein konsantrasyonu, Türkiye'nin 43 ilinden toplanan 62 örnek için 534.55 µg/ml ile 1128.0 µg/ml arasında bulunmuştur. Bu değerler; Lischer et al. (2022) tarafından bulunan 1373.656 µg/ml; Zolfagharian et al. (2015) tarafından tespit edilen 360 µg/ml ve Tanuwidjaja et al. (2021) tarafından bildirilen 840 µg/ml ham zehir toplam protein içerikleri ile benzerlik göstermektedir. Bununla birlikte ham zehir örnekleri arasındaki bu farklılığın bal arısı genotipi, sıcaklık koşulları, nektar ve polen kaynaklarının çeşitliliği ve miktarı gibi pek çok faktörün etkisinde olduğunu söyleyebiliriz.

Çalışmamızdaki tüm zehir örneklerinin toplam protein içerikleri değerlendirildiğinde, özellikle en yüksek protein içeriğine sahip olan ilin Kırklareli (1128.0 µg/ml) olduğunu görmekteyiz. Mevcut arılıktaki polen nektar kaynakları göz önünde bulundurulduğunda, Kırklareli Kofçaz'da bulunan arılıktaki baskın bitki türünün faselya (arı otu) olması bu sonucu açıklayabilmektedir.

Faselya (*Phacelia tanacetifolia*), yüksek nektar içeriği sebebi ile, bal arıları için en önemli besin kaynaklarından biridir (Owayss et al., 2020; Giovanetti et al., 2022). Faselya, özellikle nektar kaynaklarının sınırlı olabileceği sıcak ve kuru iklime sahip bölgelerde güçlü bal potansiyeline sahip bir bitki olarak tanımlanmıştır (Petanidou, 2003). Pernal ve Currie (2000), faselya polenin de arılar için oldukça faydalı olduğunu, işçi arılarda hipofaringeal bezlerin ve yumurtalıkların gelişimini desteklediğini bildirmektedir.

Kırklareli örneğinde bir diğer dikkat çeken nektar ve polen kaynağının ise Meşe olduğu görülmektedir. Ghosh ve Jung (2017) tarafından yapılan çalışmada, meşe ağacı (*Quercus spp.*) poleninin özellikle bal arıları için önemli besin değerine sahip olduğu bildirilmektedir. Bal arılarının topladığı meşe poleninin %23,2 oranında protein içerdiği, bunun da bal arılarında yavru gelişimi için gerekli amino asit gereksinimlerini karşıladığı, ayrıca uygun yağ içeriği ve sindirilebilirliğe sahip olduğu bildirilmiştir. Meşe poleni bir hava polenidir ve birincil tozlaşma mekanizması böcek veya arılara değil, rüzgâra ihtiyaç duyar. Her ne kadar bal arıları meşe polenini diğer protein kaynaklarına kıyasla daha az toplasa da, meşe poleninin sahip olduğu protein içeriği ve diğer temel besin maddeleri nedeniyle arılar için değerli bir kaynak olduğu ve koloni sağlığına katkıda bulunduğu açıktır.

Faselyanın veya meşe bitkisinin özellikle bal arısı zehir üretimini etkilediğini gösteren doğrudan bir çalışma bulunmamaktadır, bununla birlikte zengin bir nektar ve polen kaynağı olarak bal arılarının beslenmesinde ve genel koloni sağlığında etkili oldukları açıktır. Koloninin gücü, doğrudan arı ürünlerindeki verim ve kaliteye de etki etmektedir, bu nedenle çalışma sonuçlarımız anılan bağlamda oldukça dikkat çekicidir.

Schumacher et al. (1992)'a göre, arıların ırkının, zehirdeki protein konsantrasyonunu önemli ölçüde etkilediği bildirilmiştir. Yapılan çalışma, Avrupa bal arılarının (*Apis mellifera*) ve Afrika bal arılarının zehir protein profillerinde önemli farklılıklar olduğunu ve Avrupa arılarının genellikle Afrika bal arılarına göre daha yüksek Fosfolipaz A2 (PLA2) ve Melittin konsantrasyonlarına sahip olduğu bildirilmiştir. Bu kritik bileşenlerin konsantrasyon farklarının, mevcut zehirin alerjenitesini ve terapötik potansiyelini etkileyebileceği düşünülmektedir.

Wei et al. (2013) ise arıların yetiştirildiği coğrafi konum, yerel flora ve çevresel koşullardaki farklılıkların, zehirin kompozisyonunu etkileyebileceğini bildirmişlerdir. Danneels et al. (2015), özellikle mevsimsel değişikliklerin bal arısı ana arılarının ve işçi arıların zehirindeki protein içeriğini etkilediğini belirtmektedir. Scaccabarozzi et al. (2021), sıcaklık, çiçeklenme mevsimi ve arı davranışının arı zehiri bileşimini etkilediğini, bununla birlikte maneje faktörlerinin etkisi olmadığını bildirmişlerdir. İlkbahar ve yaz gibi optimum

toplama dönemleri ve uygun saklama koşullarının sürdürülmesi, zehirin terapötik özelliklerinin korunması için esastır. Toplanan arı zehiri miktarının toplanma mevsiminden etkilendiği ve ilkbahar- yaz mevsiminin en verimli toplama mevsimi olduğu bildirilmiştir. Ek olarak, sıcaklık, bağıl nem ve çiçeklenme aşamaları gibi ekolojik faktörler zehir üretimini ve bileşimini etkilemektedir (El-Bahnasy et al., 2020). Arı kolonilerinin genel sağlık durumu ve stres seviyeleri de zehir bileşimini etkileyebilmektedir. Hastalık, pestisit maruziyeti ve çevresel stres gibi faktörler arılardaki metabolik süreçleri değiştirerek zehir proteinlerinin üretimini ve salgılanmasını etkileyebilir. Bu nedenle düşük stres seviyesine sahip sağlıklı kolonilerin tutarlı ve güçlü biyoaktif özelliklere sahip zehir üretme olasılığının daha yüksek olduğu belirtilmiştir (Pak, 2017).

Bu kapsamda çalışma sonuçlarımız, arı zehiri üretiminin genellikle ilkbahar ve yaz gibi daha sıcak mevsimlerde yüksek olduğunu bununla birlikte, aşırı sıcaklığın arılarda strese neden olarak arıların sıcaklığı düzenleme davranışının (termoregülasyon) ürün üretiminden daha kritik bir konuma geleceği, bu durumun da genel üretkenliklerini etkileyerek zehir verimliliğini azaltabileceğini bildiren çalışmalar ile (El-Bahnasy et al., (2020); Medina et al., 2018; Fahrenholz et al. (1989)) uyumludur.

Sıcaklık, bitkilerde çiçeklenme zamanlamasını belirlemede çok önemli bir faktördür. Daha yüksek sıcaklıklar genellikle çiçeklenme sürecini hızlandırırken, daha düşük sıcaklıklar bunu geciktirebilir. Bu etki, sıcaklık değişikliklerinin mevsime ve ilgili türe bağlı olarak daha erken veya daha geç çiçeklenme zamanlarına yol açtığı çeşitli türlerde gözlemlenmiştir (Capovilla ve ark., 2015). Prasad et al. (2000), bitkilerde özellikle kritik büyüme dönemlerinde yüksek sıcaklıkların çiçeklenme ve meyve tutumu üzerinde olumsuz etkileri olabileceğini ve aşırı sıcaklıkların polen canlılığını azaltabileceğini bildirmişlerdir.

Araştırmalar, bal arılarının aldıkları besin türünün, özellikle de topladıkları nektar veya polen kaynaklarının zehir bezlerinin salgı mekanizmasını etkileyebileceğini göstermektedir. Badawy et al. (2016) tarafından yapılan çalışmada, birincil besin kaynağı polen kullanımının, bal arılarındaki kasların, bezlerin ve diğer dokuların yapısal gelişimi için gerekli olduğundan, daha yüksek

kalitede arı zehiri üretimini teşvik ettiği bulunmuştur. Arı zehrinin bileşimi, coğrafi bölgeye ve o bölgede bulunan bitki türlerine bağlı olarak değişebilmektedir. Bitki kaynaklarındaki bu çeşitlilik, melittin ve fosfolipaz A2 gibi belirli proteinlerin ve peptitlerin konsantrasyonu da dahil olmak üzere zehrin kimyasal bileşiminde farklılıklara yol açmaktadır (Mehdi et al., 2021). Çalışmamızda özellikle mevsim ortalamalarının iki yıl arasında tüm illerde 2⁰C ila 7⁰C derece arasında yükseklik göstermesi, sıcaklıkların yüksek olduğu 2022 yılında alınan bal arısı zehirlerindeki protein içeriklerindeki düşüşü mevcut nektar polen kaynaklarındaki değişimi ile de açıklayabilmektedir.

Coğrafi konumun arı zehrinin kalitesini etkilediği; apamin, melittin ve PLA2 gibi temel bileşenlerin miktarlarının bölgesel farklılıklara göre önemli ölçüde değişmekte olduğu Kekeçoğlu vd. (2022) tarafından bildirilmiş, yanlış hasat ve depolama uygulamalarının da zehir kalitesini olumsuz yönde etkileyebileceği vurgulanmıştır.

Arıların beslenme şekli ve yaşı da zehirlerinin bileşimini belirlemede rol oynar. Daha genç arılar ve farklı besin içerikleri ile beslenen ana arı farklı enzimatik aktivitelere ve protein içeriklerine sahip zehir üretebilir (Franklin ve Baer, 1975). Arı zehiri, dişi olan işçi bal arılarında petek gözünden çıkış anında tespit edilemez. Bunun yerine, takip eden iki gün boyunca hızla artar, ilk 14 gün boyunca sabit kalır ve sonra düşer. Bu nedenle, tarlacı bal arıları bakıcı olanlara göre daha az zehir üretir. Bununla birlikte, arı zehrinin bileşimi de yaşla birlikte zaman içinde değişir. Erken dönemde Melittin inaktif bir formda salınırken, arı yaşının 20. gününde bu form aktif forma dönüşmektedir (Piek, 2013). Çalışma sürecimiz boyunca aynı makine ile benzer koloni yoğunluğuna sahip kolonilerden arı zehrinin toplanmış olması, çalışma sonuçlarımızda bu parametrenin etkisini ortadan kaldırmaktadır. Ayrıca, özellikle Güneydoğu ve Doğu Anadolu Bölgelerinden toplanan ve agresyonun fazla gözlemlendiği kolonilerden alınan zehir miktarının dikkat çekici bir biçimde düşük olmaması, arıların sokma davranışı ile elde edilen arı zehri miktarı arasında negatif bir korelasyon tespit eden Omar (2020) ile farklı bulunmuştur.

Çalışmada toplanan zehir örneklerinin çok farklı coğrafi konumlardan, farklı arı ırkları ve ekotiplerinden, farklı sıcaklık koşullarında ve çok farklı nektar polen kaynakları ile beslenen arı kolonilerinden toplandığı düşünüldüğünde, toplam protein içerik miktarlarının farklılığı açıklanabilmektedir.

5.3 SDS PAGE Yöntemi ile Liyofilize Arı Zehiri Örneklerindeki Protein Bantlarının Görüntülenmesi

Sodyum dodesil sülfat-poliakrilamid jel elektroforezi (SDS-PAGE) yöntemi, arı zehirlerinin analizinde önemli bir rol oynar çünkü bu yöntem, proteinlerin moleküler ağırlıklarına göre ayrılmasını ve belirlenmesini sağlar. Arı zehiri, çeşitli biyolojik olarak aktif protein ve peptitlerden oluşur. Bu proteinlerin bileşimi ve miktarı, arı zehirinin kalitesi ve biyolojik aktivitesi üzerinde doğrudan etkilidir. Arı zehirinde bulunan farklı protein ve peptitler, zehirin farmakolojik etkilerini belirleyen temel bileşenlerdir. SDS-PAGE, bu proteinleri ayrıştırarak, zehirin bileşiminde hangi proteinlerin bulunduğunu ve bunların moleküler ağırlıklarını belirlemeye yardımcı olur. Bu, arı zehirinin biyolojik aktivitesini ortaya koymak ve kalite değerlendirmesi yapmak için önemli bir adımdır.

SDS-PAGE, proteinlerin kalitatif ve kantitatif analizinde de kullanılır. Bu sayede, arı zehirindeki belirli proteinlerin miktarı ve türü hakkında kesin bilgiler elde edilebilir (Zolfagharian et al., 2015). Bu analizler, arı zehirinin biyokimyasal yapısının ve potansiyel toksikolojik etkilerinin anlaşılmasına önemli düzeyde katkı sağlar (Danneels et al., 2015). Farklı arı ırkları, ekotipleri veya çevresel koşullardan elde edilen zehirlerin protein profilleri karşılaştırılabilir. SDS-PAGE, bu farklılıkları net bir şekilde ortaya koyar, bu da belirli koşullar altında üretilen zehirlerin daha etkili veya daha güvenli olup olmadığının belirlenmesine yardımcı olur. Arı zehirinin yeni terapötik uygulamalarını keşfetmek için yapılan araştırmalarda, zehirin bileşimindeki proteinlerin ayrıntılı analizi gereklidir. SDS-PAGE, bu bileşenlerin tanımlanması ve saflaştırılması sürecinde ilk adımdır, bu da yeni apiterapötik tedavi yöntemlerinin geliştirilmesine katkıda bulunabilir.

Kolaylı (2017) tarafından yapılan çalışmada SDS-PAGE elektroforez sonucunda jel üzerinde 30 ile 40 kDa arasında iki büyük protein bandı

(hyaluronidaz ve fosfolipaz) ve moleköl ağırlığı 4 kDa'dan daha küçük, yoğun bir protein bandı (Melittin) olmak üzere üç bant görüntülenmiştir. Bogdanov (2016), arı zehrinde 15-20'den fazla sayıda peptit ve protein bulunduğunu, ancak SDS-PAGE elektroforezi ile karışımındaki proteinleri alt birimlerine ayırarak toplam yüklerini eşitlediği için moleköl ağırlığı birbirine yakın bantların üst üste çakışması nedeniyle bu bantları tam olarak ayırmanın ve görmenin mümkün olmadığını bildirmiştir.

Zalat et al. (2002), farklı alt türlerden arı zehirlerinin 97,4 kDa, 67,4 kDa, 49 kDa, 45 kDa, 43 kDa ve 14 kDa moleköl ağırlığa sahip altı ortak bandı paylaştığı bulunmuştur. SDS-PAGE ile yapılan başka bir analizde, arı zehirlerinden elde edilen protein bantları sayısı; tür ve örnekleme koşullarına bağlı olarak farklılık göstermiştir. Ancak genel olarak farklılığın 6 ila 13 bant arasında değiştiği ortaya konmuştur (Demir vd., 2011).

Zolagharian et al. (2015) tarafından yapılan çalışmada ham arı zehrinde yaklaşık 3 kDa, 15 kDa, 20 kDa ve 41 kDa moleköl ağırlığa sahip 4 protein bandı içerdiği bildirilmiştir.

Nabian et al. (2020), bal arısı zehrinde α -glukozidaz (170 kDa), Api m (100 kDa), asit fosfataz (49 kDa), hyaluronidaz (43 kDa), fosfolipaz A2 (17 kDa) ve melittin'e (2 kDa) karşılık gelen bantları tespit etmiştir. Bu çalışmalar, bal arısı zehrinin SDS-PAGE analizinin tipik olarak birden fazla protein bandı ortaya çıkardığını ve en yaygın proteinlerden bazılarının fosfolipaz A2, melittin ve hyaluronidaz olduğunu göstermektedir.

SDS-PAGE analiz sonuçlarımızda en yüksek sayıda protein bandının gözlemlendiği illerin Kırşehir (14), Yozgat (13) ve Sivas (12) olduğu görülmektedir. Bu örneklerin alındığı aralıklardaki nektar ve polen kaynakları incelendiğinde, her üç ilde de karşımıza baskın bitki türlerinin kekik (*Thymus spp.*) ve geven (*Astragalus spp.*) olduğu görülmektedir. Kekik ve geven 'Tıbbi ve Aromatik Bitkiler' sınıfında yer almaktadır. Tıbbi ve aromatik bitkilerin büyük bir çoğunluğu aynı zamanda bal arıları için zengin bir nektar ve polen kaynağıdır (Polat ve Selvi, 2011). Çalışmalar, kekik polenin çiçeklenme döneminde arılar için

önemli bir besin kaynağı olduğunu göstermektedir (Campolo et al., 2016). Ayrıca, kekikteki timol gibi fitokimyasalların, bal arılarındaki hastalık etmenlerini azalttığı, zararlı parazitlerin büyümesini engellediğini ve bu sayede kekiğin sadece bir besin kaynağı değil aynı zamanda arı popülasyonlarının sağlığı için doğal bir koruyucu olduğu bildirilmiştir (Palmer-Young et al., 2016). Benzer şekilde Geven türleri (*Astragalus spp.*) ülkemizde Güneydoğu Anadolu ve Doğu Anadolu'da yaygın olarak bulunan ve bal verimi oldukça yüksek olan bal arıları için önemli bir besin kaynağı olarak karşımıza çıkmaktadır (Kara ve ark., 2020). Kekik ve geven gibi tıbbi ve aromatik bitkilerin, arıların genel sağlığını ve bağışıklık sistemini güçlendirerek dolaylı olarak arıların ürettiği zehirin kalitesini ve miktarını etkileyebileceği düşünülmektedir. Bununla birlikte bu konuda daha detaylı bilimsel çalışmaların yapılmasına ihtiyaç duyulmaktadır.

Sonuç olarak, mevcut çalışmamızda 5-14 arasında değişen protein bantlarını görüntülemek mümkün olabilmektedir. Bu sonuçlar, ülkemizden alınan örneklerle yapılan önceki çalışmalar ile uyumlu olmakla birlikte, anılan çalışmalara göre daha fazla sayıda protein görüntülenmesi mümkün olabilmektedir. Özellikle bu alanda yapılan çalışmaların sınırlı olması nedeni ile elde edilen sonuçlar oldukça değerlidir. Bununla birlikte, özellikle arı zehiri örneklerinde tam bir ayırım sağlanması için mutlaka HPLC, LC-MS gibi ileri ayırma tekniklerinin kullanılması gerekmektedir.

5.4 Bal Arısı Zehiri Kompozisyonu Üzerinde Genotipin Etkisi

Yapılan bilimsel çalışmalar arı zehiri miktarının ve kompozisyonunun çevresel etmenlere bağlı olduğu üzerinde yoğunlaşmış olsa da bal arılarının genotipinin de arı zehirlerinin bileşimini ve terapötik etkilerini etkileyebildiğini gösteren çeşitli araştırmalar yapılmıştır. Arı zehiri, farklı proteinler, enzimler ve peptitlerden oluşan biyolojik olarak aktif bir karışımdır. Bu bileşenlerin miktarı ve çeşitliliğinin, arıların genetik yapısına bağlı olarak değişebileceği düşünülmektedir.

Genetik varyasyonlar, arıların zehirlerindeki belirli proteinleri ne kadar ürettiğini, enzim aktivitelerini ve diğer biyokimyasal süreçleri etkileyebilir. Bu da, zehirin içeriğini ve toksisite seviyesini değiştirebilir. Bu farklılıklar, arıların

savunma mekanizmaları ve çevresel koşullara adaptasyonları açısından da önemlidir. Bu nedenle, bal arısının genotipinin, arı zehiri kompozisyonu üzerindeki olası etkileri, genetik araştırmalar ve arı biyolojisi çalışmalarında aktif olarak incelenmektedir.

Diğer zehirlerde olduğu gibi, arı zehiri de diğer faktörlerin yanı sıra arının yaşına, türüne, sosyal durumuna, coğrafi lokalizasyonuna bağlı olarak değişmektedir (Abd El-Wahed et al., 2017). Farklı bal arısı ırklarının zehirleri üzerinde yapılan karşılaştırmalı çalışmalar, zehir bileşiminde belirgin farklar olduğunu göstermiştir. Örneğin, *Apis mellifera ligustica*, *Apis mellifera adansonii* ve Afrika arısı zehirlerinde moleküler kromatografi analizleri sonucunda hem niteliksel hem de niceliksel farklılıklar bulunmuştur. Bu farklılıklar, zehirdeki protein ve peptitlerin çeşitliliğini ve miktarını kapsamaktadır (Palma ve Brochetto-Braga, 1993). Yine bir diğer araştırmada, Fosfolipaz A2 (PLA2) ve Melittin gibi spesifik zehir bileşenlerinin varlığının ve seviyelerinin arının genotipinden etkilenebileceği bildirilmiştir. Bu çalışma sonuçları, *Apis mellifera*, *Apis dorsata* ve *Apis cerana* dahil olmak üzere farklı bal arısı türlerinden alınan arı zehirinin fizikokimyasal özelliklerinin ve PLA2 seviyelerinin birbirinden farklı olduğunu ortaya koymuştur (Pattabhiramaiah et al., 2020).

Çalışmamızda farklı bölgelerden alınan zehir örneklerinin profil farklılıkları ve arıların geometrik morfometri sonuçları ile ırk ve coğrafi bölge bazlı karşılaştırmaları bir arada değerlendirilmiştir. Zehir protein içeriği bakımından en yüksek örnek olan Kırklareli örneğinin alındığı arılığın nektar ve polen açısından çok zengin olması ve örnek alınan arılığın 'Trakya arısı' koruma bölgesinde bulunması bu görüşü güçlendirmektedir. Ege Bölgesi içinde en yüksek protein içeriğine sahip ilk iki ilin geometrik morfometri sonuçlarımızın da desteklediği şekilde 'Muğla arısı' ıslah ve koruma bölgesinden alınan Muğla İncirköy ve Muğla Döğüşbelen örnekleri olması; Karadeniz Bölgesi içinde en yüksek protein içeriğine sahip Düzce örneğinin 'Yığılca arısı', Artvin ve Artvin Maçahel örneklerinin ise geometrik morfometri sonuçlarımızın da desteklediği şekilde 'Kafkas arısı' ıslah ve koruma bölgelerinden alınmış olması, İç Anadolu bölgesinde en yüksek protein içeriğine sahip illerin geometrik morfometri sonuçlarımızın da desteklediği şekilde 'Anadolu arısı' ekotipleri olması, Doğu Anadolu bölgesi için en yüksek protein

içeriğine sahip illerden Bingöl örneğinin ‘Bingöl arısı’ koruma bölgesinden alınmış olması, Güneydoğu Anadolu Bölgesinden alınan özellikle Şırnak Faraşın örneğinin ve Akdeniz Bölgesinden alınan ve geometrik morfometri sonuçlarımızda da farklı bir popülasyon olarak ayrılan Antakya Yeni ve Adana örneklerinin izole bölgelerde bulunan yerel ekotipler olması da bu tez çalışmasının hedeflerini destekler niteliktedir. Elde edilen bu sonuçlar, farklı bal arısı alt türleri arasında zehir proteinlerindeki niteliksel ve niceliksel farklılıkların zehirin tıbbi değerini etkileyebildiğini ve arı zehirinin kalitesinin daha yüksek protein içeriği ve çeşitliliği ile ilişkili olduğunu bildiren çalışmalar ile uyumludur (Palma ve Brochetto-Braga (1993; El-Bahnasy et al., 2020).

Çalışmamızda toplanan arı zehiri ve bal arısı genetik materyali dikkate alındığında sonuçlarımız, zehirin protein içeriğinin önemli derecede genetik ve çevresel etkilere bağlı olduğunu ve genetik farklılıkların zehir proteinlerinin içeriğinde değişikliklere yol açabileceğini bildiren çalışmalar ile (Peiren et al., 2008; Vaerenbergh et al., 2013) uyumludur. Bununla birlikte geometrik morfometri sonuçlarımızda çok farklı popülasyonlar olarak karşımıza çıkmayan fakat zehir protein içerikleri açısından yüksek olan Kars, Gaziantep, Hakkari Yüksekova, Mersin, İzmir Sasalı, Balıkesir, Burdur, Ankara, Kırşehir, Yozgat ve Erzurum örneklerinin tümünün nektarlı ve polen kaynakları açısından oldukça çeşitli ve zengin bölgelerde bulunması arı zehirinin kalitesinde, bal arısı ırkının yanı sıra çevresel etmenlerin ve mevcut besin kaynaklarının etkili olduğunu göstermektedir.

Arı ürünlerinde polen ve nektar kaynağı, ürünlerin kalitesi, besin içeriği ve biyolojik özellikleri üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Nektar ve polen kaynakları, arı ürünlerinin antioksidan, antimikrobiyal ve anti-enflamatuar özelliklerini etkileyebilir. Özellikle belirli bitkilerden elde edilen nektar ve polenler, bu biyolojik aktiviteleri artırabilir. Arı zehirinin bileşimi ve etkinliği, arıların topladığı nektar ve polen kaynaklarından dolayı olarak etkilenebilir, ancak bu etki bal veya propolis gibi ürünlerdeki kadar çalışılmış bir konu değildir. Bununla birlikte, arıların genel beslenme durumu ve çevresel faktörlerin, arı zehirinin bileşenlerine ve etkinliğine bazı yönlerden etki edebileceğini söyleyebilmekteyiz.

Zengin polen ve nektar kaynaklarına sahip olan kolonilerin, genel olarak daha sağlıklı olacağını ve bu durumun da zehir üretim kapasitesini artırabileceği öngörülmektedir. Badawy et al. (2016), tarafından yapılan çalışmada, doğal polenlerin, arı zehiri üretimi üzerinde önemli bir rol oynadığı ve bu polenlerin özellikle kaslar, bezler ve diğer dokuların yapısal elemanlarını sağladığı ve doğal polen ile beslenen arıların daha fazla zehir ürettiği gözlenmiştir. Besin maddelerinin yetersiz olduğu durumlarda ise koloninin genel stress seviyesinin artabileceğini ve bu durumun da zehir üretim miktarlarını etkileyebileceğini düşünmekteyiz. Bununla birlikte yalnızca nektar ve polen kaynakların niceliği değil niteliği de önemli bir faktör olabilir. Farklı bitki polenleri, zehirin biyolojik aktivitesini etkileyebilir. Nitekim Abbas et al. (2023) tarafından yapılan çalışmada, doğal polen ile yapılan beslemenin, arıların zehir kesesi ve zehir üretimi gibi morfolojik parametrelerde geniş bir yelpazede değişikliklere yol açacağı bildirilmiştir. Bu çalışmada, yonca poleni ile beslenen arıların zehir kesesi ve iğne uzunluklarının mısır poleni ile beslenen arılara göre daha uzun olduğu bulunmuştur. Bu da beslenmenin arı zehiri üretimi üzerinde doğrudan bir etkisi olduğunu göstermektedir.

Çalışmamızda en yüksek zehir protein içeriğine sahip olan Kırklareli örneğinin alındığı arılığın, nektar ve polence zengin olan faselya ve meşe bitkisi ile çevrili olması; SDS-Page analiz sonuçlarımızda en yüksek sayıda protein bandı elde edilen Kırşehir (14), Yozgat (13) ve Sivas (12)'ta baskın bitki türlerinin kekik ve geven tıbbi bitkilerinin olması; arı zehirleri örneklerinde toplam protein içerikleri bölgesel bazda değerlendirildiğinde baskın bitki türlerinin başta yine geven olmak üzere yöreye özgü türlerin yaygın olarak bulunduğu Doğu Anadolu ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinin ön plana çıkması da bu bulguları desteklemektedir. Yine İzmir Sasalı ve Mersin Tarsus örneklerinin kalitesi ve aktivitesi değerlendirildiğinde bu iki örneğin alındığı arılıkların Okaliptus ormanı olması, zehir kalitesi üzerinde ırk ve floral kaynakların sinerjik etkisi olduğunu düşündürmektedir.

2021 yılında yapılan ilk arazinin ardından özellikle sanayi ve yerleşim bölgelerinden uzak, yerel ekotiplerin korunduğu, izole bölgelerde yer alan ve protein içeriği bakımından yüksek olan illerden (Kırklareli, Gökçeada, Rize Çat,

Maçahel, Adana, Mersin, Antakya, Düzce ve Şırnak Faraşın) 2022 yılında tekrar örnekleme yapılmış ve örnekler değerlendirdiğinde ham zehir protein içeriklerinin; zehirlerin aynı aralıklardan ve aynı kovanlardan benzer saat aralığında ve benzer mevsimlerde alınmış olmasına rağmen bir önceki yıla göre toplam protein içeriğinin %50.69 ile %67.65 oranında düşük olduğu belirlenmiştir. Bu durum, zehir ırk ilişkisinin ötesinde, polen nektar kaynaklarının da zehir profilinde etkili olduğunu göstermektedir. Bu nedenle bu tez çalışmasının akabinde bitki protein profili ve zehir protein profili karşılaştırmalarının yapılacağı bir çalışma planlanmaktadır.

Çalışma sonuçlarımız hem bal arısı genotipi hem de zehir kalitesi ile ilişkili değerlendirildiğinde, ideal mevsim ve sıcaklık koşullarının olduğu, zengin ve çeşitli polen-nektar kaynaklarının bulunduğu izole bölgelerde bulunan, coğrafi şartlara uygun genetik yapıya sahip arı ırk ve ekotiplerden alınan bal arısı zehirlerinin nicelik ve nitelik açısından ön plana çıktığını göstermektedir. Unutulmamalıdır ki, sadece arı zehiri için değil, kaliteli arı ürünlerinin üretiminde yerel ırk veya ekotiplerin kullanıldığı, zengin nektar ve besin kaynaklarına sahip, çevre kirliliği ve sanayi bölgelerinden uzak “iyi arıcılık uygulamaları” esaslı bir yetiştirme sistemi uygulanması gerekmektedir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada Türkiye'nin tamamındaki farklı coğrafi bölgelerdeki arı ırk ve ekotiplerinden elde edilen arı zehirlerinin içerikleri incelenmiştir. Elde edilen bulgular, arı zehirinin kimyasal bileşenlerinin, arı ırkı, ekotipi ve bulunduğu coğrafi bölgeye bağlı olarak anlamlı farklılıklar gösterdiğini ortaya koymaktadır. Özellikle protein profilleri ve oranları, arıların genetik yapısı ve çevresel faktörlerle ilişkilendirilmiş, farklı ve önemli coğrafi bölgelerden toplanan arı zehirlerinin protein içerikleri arasında belirgin farklılıklar gözlemlenmiştir. Bu farklılıkların, bölgelerin iklim koşulları, bitki örtüsü, arıların genetik yapısı ve adaptasyon süreçlerine bağlı olarak şekillendiği düşünülmektedir.

Bununla birlikte bu doktora çalışmasının temel sorularından biri olan arı ırkları ve ekotiplerinin arı zehiri bileşenleri üzerinde önemli etkileri olup olmadığı araştırılmış, özellikle yerel arı ırklarının ve ekotiplerinin protein profili açısından daha zengin içeriklere sahip olduğu bulunmuştur. Bu durumun özellikle ticari arı zehiri üretiminde kullanılacak arı ırk ve ekotiplerinin seçiminde dikkat edilmesi gereken önemli bir faktör olduğunu söylebiliriz. Bununla birlikte çalışma sonuçlarımız; arı zehiri üretiminde genotipin önemli fakat tek başına değerlendirilemeyecek bir parametre olduğunu; ideal mevsim ve sıcaklık koşullarında, zengin ve çeşitli polen-nektar kaynaklarının bulunduğu, çevresel kirlilikten uzak izole bölgelerde bulunan lokal ve korunmuş ırk ve ekotiplerden alınan bal arısı zehirlerinin nicelik ve nitelik açısından ön plana çıktığını göstermektedir.

Bu tez çalışmasından elde ettiğimiz sonuçlar göstermektedir ki, bal arısı zehrinin kalitesi hem fenotipik hem de genotipik faktörlerden etkilenmektedir. Bununla birlikte dikkat edilmesi gereken bir diğer husus da, bu tez çalışmasında her arılıktan kaliteli zehir toplanabilmiş olmasıdır. Arı zehiri üretimi için seçilen arı kolonilerinin sağlıklı ve güçlü olması ve zehir toplama yöntemlerinin doğru kullanılması ile kolonilerde stres veya buna bağlı olumsuz bir durumla karşılaşılmamıştır. Zehir alınan arılıkların ve bal arılarının yaşadığı ortamın, üretilen zehirin kalitesini etkileyebileceğini ve bu nedenle arıların tarım ilaçları ve

diğer kimyasallardan arındırılmış doğal ortamlarda tutulması gerektiği de önemli bir sonuç olarak karşımıza çıkmaktadır.

Yerel bal arısı ırkları ve ekotiplerinin korunması ve ıslahı, arı zehirinin biyokimyasal zenginliğini artırmak için kritik öneme sahiptir. Bu nedenle, yerel arı ırklarının ve ekotiplerinin genetik materyallerinin korunmasına yönelik projeler desteklenmelidir. Arı ırklarının genetik çeşitliliğinin arı zehiri üretiminde önemli bir faktör olduğu çalışma sonuçlarımızla da desteklenmektedir. Bu nedenle, bölgeye uyumlu arı ırklarının ve ekotiplerinin genetik özelliklerinin korunması, arı zehiri üretiminin sürdürülebilirliğini artıracaktır. Bal arılarında biyolojik çeşitliliğin korunması için göçer arıcılık bölgesel olarak sınırlandırılmalı ve kontrolsüz ticari ana arı satışı önlenmelidir. Arı zehiri üretim miktarı ve kapasitesini artırmak için yerel ırk ve ekotipe yönelik seleksiyon ve ıslah programları ile verimli arı kolonileri oluşturulmalıdır.

Arı zehiri üretiminde, bölgesel farklılıklar göz önünde bulundurularak üretim stratejileri geliştirilmelidir. Arı zehirinde kalite standartları belirlenerek bu standartlara göre üretimin yapılması ve Apiterapi, farmakoloji veya kozmetik amaçlı üretim için, amaca yönelik belirli modellemelerin geliştirilmesi, önemli bir husus olarak karşımıza çıkmaktadır. Arı zehirinin biyokimyasal özellikleri düşünüldüğünde, arıcılıkta tek yönlü üretim sisteminden çıkılması ve arı zehiri üretimine yönelik özelleştirilmiş kontrollü üretim modelinin planlanması gerekmektedir.

Çalışma sonuçlarımızın da desteklediği üzere, farklı coğrafi bölgelerde yerel arı ırkları ve ekotiplerine göre arı zehiri üretim merkezlerinin kurulması, bu merkezlerin bölgelerin bitki örtüsü ve bölgedeki arıların genetik ve biyolojik özelliklerine uygun şekilde üretim süreçlerini optimize ederek yüksek kaliteli arı zehiri elde etmeyi hedeflemesinin önemli olduğu düşünülmektedir. Bölgesel farklılıkların değerlendirilmesinin, ülkemizin kaliteli arı zehiri üretiminde uluslararası rekabet gücünü artırabileceğini dikkate almamız gerekmektedir. Bölgesel örneklerde proteomik ve genomik yöntemlerle arı zehirinin içeriğindeki bileşenlerin farklılıkları belirlenerek hangi zehirlerin daha zengin veya belirli kimyasal bileşenler açısından daha etkili olduğu tespit edilmelidir. Bu veriler, arı

zehiri üretim süreçlerinin iyileştirilmesine katkı sağlayacaktır. Bölgesel farklılıklara göre belirlenen standartlar, arı zehirinin biyolojik etkinliğini ve ticari değerini artırmaya yönelik rehberlik sağlayacaktır. Bölgesel bazda yapılacak çalışmalar ile örnek arılıklar seçilerek, sözleşmeli üretim planlaması da yapılabilir.

Arı zehirinin biyokimyasal içeriklerini etkileyen çevresel faktörlerin de ayrıntılı incelenmesi, üretim süreçlerinin optimize edilmesine katkı sağlayacaktır. Bu doğrultuda, özellikle arıların beslendiği bitki örtüsü ve iklimsel koşulların arı zehiri kalitesi üzerindeki etkileri detaylı bir şekilde araştırılmalıdır. Aynı zamanda farklı zehirlerin içeriğindeki farklı biyomoleküllerinin saflaştırılması ve amaca yönelik kullanımı da alana katkı sağlayacaktır. Arı zehiri bileşenlerinin tedavi edici veya endüstriyel kullanımlarına göre çeşitlendirilmesi de bu bilimsel araştırmalar ile geliştirilebilir.

Arı zehiri sahip olduğu benzersiz özellikler sebebi ile insan ve hayvan sağlığında kullanılan bir üründür bu nedenle kaliteli ve doğru bir şekilde üretilmeyen arı zehiri ciddi sağlık sorunlarına da yol açabilir. Arı zehirinin kimyasal bileşimi ve buna bağlı olarak terapötik özelliği pek çok faktörün etkisindedir. Bu sebeple arı zehirin için ulusal kalite standartlarının oluşturulması oldukça önemlidir. Tıpkı yurtdışında olduğu gibi üretilen arı zehirlerinin kalitesi bu standartlar dahilinde belirlenerek Apiterapi, farmakoloji veya kozmetik alanında kullanıma uygunluğuna göre kategorize edilmesi gerekmektedir. Kalite standartları düzenli olarak denetlenerek, arı zehiri üretiminde sürdürülebilirliğin ve kontrolün sağlanması gerekmektedir. Bu uygulamalar, arı zehirinin içeriğine göre sınıflandırılmasını sağlayarak piyasada kaliteli arı zehiri üretimini ve üretimin kontrolünü artıracaktır. Yüksek koloni sayısı ve bal üretimine sahip olan ülkemizin arı zehiri pazarında dünya çapında güçlü bir konumda olabilmesi için, üretimin her aşamasında kalite ve saflık standartlarının uygulanması gerekmektedir. Kalite standartlarının oluşturulması uluslararası iş birlikleri gelişmesini ve ülkemizin arı zehiri ihracat kapasitesi artırılmasına olanak sağlayacaktır. Bununla birlikte kaliteli arı zehiri eldesi ve yerel üreticilerin uluslararası pazara entegrasyonu amacıyla bölgesel eğitim programları yapılmalı, üreticiler arı zehiri toplama yöntemleri, kalite kontrolü ve zehiri piyasaya sunma süreçleri hakkında bilgilendirilmelidir.

Türkiye'nin arı zehri içeriğini ve miktarını etkileyen geniş ve zengin coğrafi çeşitliliği, ülkemizi arı zehri araştırmaları için avantajlı kılmaktadır. Bu çalışma, ülkemizdeki arı zehrinin kalitesi ve zehirin kalitesine etki eden çevresel ve genetik etmenler ilgili bir ülkesel profil sunmaktadır. Aynı zamanda bu çalışma, arı zehri kalitesini optimize etmek, ekonomik değeri oldukça yüksek olan arı zehri üretimine dikkat çekmek ve ülkemizde arı zehri üretiminin teşvik edilerek ekonomiye katkı sağlanması için önemli bir referans niteliğindedir. Bu tez çalışması bu alanda yapılacak gelecekteki çalışmalara, arıcılık sektörüne, ülkemizin Apiterapi alanındaki rolüne ve ileri biyoteknoloji uygulamalarına temel bilgi sağlamaktadır.



KAYNAKLAR DİZİNİ

- Abbas, M., Aly, M., Shanab, O., Ali, M., Awadallah, L. and Osman, K.,** 2023, Influence of natural pollen sources on the morphological parameters of honey bee, *Apis mellifera* L. sting apparatus, *SVU-International Journal of Agricultural Sciences*, 5:18-26.
- Abd El-Wahed, A.A., Khalifa, S.A.M, Sheikh, B.Y., Farag, M.A., Saeed, A., Larik, F.A., et al.,** 2017, Chapter 13–bee venom composition: from Chemistry to biological activity, *Studies in Natural Products Chemistry*, Oxford: Elsevier, p. 459–84.
- Abdelnasser, M., Elbassiony, M., Mahfouz, H., Eid, A.,** 2013, Effect of Two Types of Proteaceous Food on the Bee Venom Productivity, *SINAI Journal of Applied Sciences*, 2:87-92.
- Abrantes, A.F., Rocha, T.C.D., Lima, A.B.S.D. and Cavalcanti, M.I.,** 2017, Honey bee venom: influence of collection on quantity and cytotoxicity, *Ciencia Rural Santa Maria*, 47(10): e20160486
- Abreu, R., Moraes, R. and Malaspina, O.,** 2000, Histological aspects and protein content of *Apis mellifera* L. Worker venom glands: the effect of electrical shocks in summer and winter, *Journal of Venomous Animals and Toxins*, 6, 87-98.
- Abusabbah, M., Lau, W.H., Mahmoud, M.E.E, Salih, A.M and Dzolkhifli, O.,** 2016, Prospects of using carbohydrates as supplemented diets and protein rich mixture as alternative-diet to improve the quality of venom produced by *Apis cerana* L., *J. Entomol. Zool. Stud.*, 4 (3): 23-26.
- Adam, B.,** 1987, Breeding the honeybee, A Contribution to the Science of Bee Breeding, United Kingdom: Northern Bee Books.
- Adams, D.C. and Otárola-Castillo, E.,** 2013, Geomorph: An R package for the collection and analysis of geometric morphometric shape data, *Methods in Ecology and Evolution*, 4, 393-399.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Aglagane, A., Tofilski, A., Omar, E., Laghzaoui, E., Kimdil, L., Mouden, E., Fuchs, et al.**, 2022, Geographical Variation of Honey Bee Populations in South-Eastern Morocco: A Geometric Morphometric Analysis, *Insects*, 13.
- Akbari, M. and Nourizadeh, R.**, 2020, Role of Bee Products in the Treatment of Diseases, *Indian Journal of Positive Psychology*, 11, 26-29.
- Ali, M.**, 2012, Studies on bee venom and its medical uses, *International Journal of Advancements in Research & Technology*, 1:1-15.
- Aliyazicioglu, R.**, 2019, Therapeutic Effects of Bee Venom, *Chemical Science International Journal*, 26 (1):1-5.
- Almasaudi, S.**, 2020, The antibacterial activities of honey, *Saudi Journal of Biological Sciences*, 28: 2188 - 2196.
- Altinkurt, O. ve Altan, M.**, 1978, The Effects of Honeybee (*Apis mellifera*) Venom on the Blood Pressure and the Infestinal Motility of the Guinea-pig, *Journal of Faculty of Pharmacy of Ankara University*, 8(1): 50-40.
- Altıntaş, L. ve Bektaş, N.**, 2019, Apiterapi: 1. Arı zehri, Apitherapy: 1. Bee Venom, *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 82, 19(1): 82-95.
- Anonim**, 1989, “Arı Zehiri Tasarısı”, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Atayoğlu, A.**, 2019, Apiterapiye Genel Bakış, *Journal of Biotechnology and Strategic Health Research*, 3: 66-61.
- Aydın, O.**, 2015, Algolojide Arı Zehiri, Arı Ürünleri ve Sağlık (Apiterapi), Editör: Akçiçek, E., Yücel, B., İzmir, Sidas Yayınları, p:164-172.
- Azam, M. N., Ahmed, M. N., Biswas, S., Ara, N., Rahman, M. M., Hirashima, A. and Hasan, M. N.**, 2019, A Review on Bioactivities of Honeybee Venom, *Annual Research & Review in Biology*, 30(2): 1-13.
- Badawi, J.K.**, 2021, Bee Venom Components as Therapeutic Tools against Prostate Cancer, *Toxins*, 13(5), 337.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Badawy, E., Elbassiony, M., Mahfouz, H. and Elenain, H.**, 2016, Effect of some types of protein nutrition on the productivity of honey bee venom, *Sinai Journal of Applied Sciences*, 5: 385-392.
- Bakour, M., Laaroussi, H., Ousaaid, D., El Ghouizi, A., Es-safi, I., Mechchate, H. and Lyoussi, B.**, 2022, Bee Bread as a Promising Source of Bioactive Molecules and Functional Properties: An Up-To-Date Review. *Antibiotics*, 11.
- Banks, B.E.C. and Shipolini, R.A.**, 1986, Chemistry and pharmacology of honeybee venom, *Venoms of the Hymenoptera*, Editör: Tom Piek. Londra: Academic Press, p: 329-416.
- Bektaş, N., Altıntaş, L., Tutun, H. ve Sevin, S.**, 2016, Apiterapide Arı Zehrinin Kullanımı, 5. Uluslararası Muğla Arıcılık ve Çam Balı Kongresi, p:352-353.
- Benton, A.W. and Morse, R.A.**, 1968, Venom Toxicity and Proteins of The Genus *Apis*, *Journal of Apicultural Research*, 7(3), 113-118.
- Bhumkar, D.R., Joshi, H.M., Sastry, M. and Pokharkar, V.B.**, 2007, Chitosan reduced gold nanoparticles as novel carriers for transmucosal delivery of insulin, *Pharmaceutical Research*, 24(8), 1415–1426.
- Bogdanov, S.**, 2015, Bee venom: Composition, health, medicine: A review. *Peptides*, 1: 1– 20.
- Bogdanov, S.**, 2016. Bee Venom: production, composition and quality, The bee venom Book, Chapter 1, Muehlethurnen, Switzerland, www.bee-hexagon.net.
- Bookstein, F.L.**, 1990, Introduction to Methods for Landmark Data, In: *Proceedings of the MichiganMorphometrics Workshop 1988* (Eds. F.J. Rohlf & F. L. Bookstein), University of Michigan Museum of Zoology, Special Publication No. 2, Ann Arbor, MI, USA, 396 pp.
- Borst, P.**, 2017, The bee's sting, *American Bee Journal*, 157(9), 993-997.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Bouزيد W., Klopp C., Verdenaud M., Ducancel F., Vétillard A.,** 2013, Profiling the venom gland transcriptome of *Tetramorium bicarinatum* (Hymenoptera: Formicidae): the first transcriptome analysis of an ant species, *Toxicon*, 70:70–81.
- Bradbear, N.,** 2009, Bees and their role in forest livelihoods, non-wood forest products. Food and Agriculture Organization of the United Nations, No.19, 23-25.
- Brochetto-Braga, M.R., Lima, D., Chaud-Netto, P.R.M., Arab, J.A., DA Silva, G.P. and Cursino-Santos, J.R.,** 2005, Enzymatic variability among venoms from different subspecies of *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae), *Sociobiology*, 45(3), 797–809.
- Bustamante, T., Fuchs, S., Grünewald, B. and Ellis, J.,** 2021, A geometric morphometric method and web application for identifying honey bee species (*Apis* spp.) using only forewings. *Apidologie*, 52, 697- 706.
- Campolo, O., Zappalà, L., Malacrinò, A., Laudani, F., Palmeri, V.,** 2016, Bees visiting flowers of *Thymus longicaulis* (Lamiaceae), *Plant Biosystems- An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology*, 150, 1182-8.
- Capovilla, G., Schmid, M. and Posé, D.,** 2015, Control of flowering by ambient temperature, *Journal of experimental botany*, 66 (1): 59-69.
- Carpena, M., Nuñez-Estevez, B., Soria-López, A. and Simal-Gándara, J.,** 2020, Bee Venom: An Updating Review of Its Bioactive Molecules and Its Health Applications, *Nutrients*, 12.
- Çelik Uzuner, S., Tetikoğlu, S., Birinci, E., Adilova, A. ve Kolaylı, S.,** 2019, Investigation of long-term effect of Black Sea bee's venom on the cytotoxicity of pancreatic cancer cells, *Journal of Apitherapy and Nature*, 2(1), 6-1.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Çelik, K. ve Aşgun, H.F.**, 2016, Arılarla gelen sağlık ‘apiterapi’”. Erişim adresi: <http://apitherapy-project.eu/pdf/20160920/apitherapy-handbook-tr.pdf>. Son erişim tarihi: 19.04.2024.
- Coutinho, C., Pineda, F., Castillo, M., Pedro, E. and Pereira-Santos, M.**, 2020, Characterization of the sensitization profile of bee sting allergic patients – Association with severity of the reaction?, *Arquivos de Asmas Alergia e Imunologia*, 4:10.
- Çukur, T. ve Çukur, F.**, 2021, ARIMA Modeli ile Türkiye Bal Üretim Öngörüsü, *Tarım Ekonomisi Araştırmaları Dergisi*, 7(1), 31-39.
- Damianoglou, A., Rodger, A., Pridmore, C., Dafforn, T.R., Mosely, J.A., Sanderson, J.M. and Hicks, M.R.**, 2010, The synergistic action of melittin and phospholipase A2 with lipid membranes: Development of linear dichroism for membrane-insertion kinetics, *Protein Pept. Lett.*, 17, 1351–1362.
- Danneels, E., Vaerenbergh, M., Debyser, G., Devreese, B. and Graaf, D.**, 2015, Honeybee Venom Proteome Profile of Queens and Winter Bees as Determined by a Mass Spectrometric Approach, *Toxins*, 7, 4468-4483.
- Dar, S.A., Dukku, U., Ilyasov, R., Kandemir, I., Kwon, H., Lee, M.L., Özkan Koca, A.**, 2019, The Classic Taxonomy of Asian and European Honey Bees, *Phylogenetics of Bees*, 10.1201/b22405-4.
- De la Rúa, P., Jaffe, R., Dall’Olio, R., Munoz, I. and Serrano, J.**, 2009, Biodiversity, conservation and current threat to European honey bees, *Apidologie*, 40, 263-284.
- de Lello, E.**, 1971, Adnexal Glands of the Sting Apparatus of Bees: Anatomy and Histology, II (Hymenoptera: Halictidae), *Journal of the Kansas Entomological Society*, 44(1), 14–20.
- De Lima, P.R. and Brocheto-Braga, M.R.**, 2003, Hymenoptera venom review focusing on *Apis mellifera*, *Journal of Venomous Animals and Toxins including Tropical Diseases*, 2(9),149-162.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Delacour, D., Koch, A. and Jacob, R.,** 2009, The role of galectins in protein trafficking”, *Traffic (Copenhagen, Denmark)*, 10(10), 1405–1413.
- Denk, B. ve Fidan, A.F.,** 2015, The Effects of Honey Bee Venom on Diabetes Mellitus and Pancreas, *Kocatepe Veterinary Journal*, 46-58.
- Derebaşı, E. ve Canbakal, E.,** 2009, Arı zehrinin kimyasal yapısı ve tıbbi çalışmalarda kullanımı, *Arıcılık Araştırma Dergisi*, 1(2), 32- 34.
- Desneux, N., Decourtye, A. and Delpuech, J.M.,** 2007, The sublethal effects of pesticides on beneficial arthropods, *Annual review of entomology*, 52, 81–106.
- Di Prisco, G., Cavaliere, V., Annoscia, D., Varricchio, P., Caprio, E., Nazzi, F., Gargiulo, G., Pennacchio, F.,** 2013, Neonicotinoid clothianidin adversely affects insect immunity and promotes replication of a viral pathogen in honey bees, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110: 18466-71.
- El-Bahnasy, S., Mahfouz, H., El-Shibiny, A. and El-Bassiony, M.,** 2020, Effect of Some Factors on Honey Bee Venom Production from Different Strains, *Sinai Journal of Applied Sciences*, 6(1), 59-66.
- El-Bassiony, M.N., Mahfouz, H.M., Abou El-Enain, H.T., Badawy, E.A.,** 2016, Study some factors which affecting of increase secretion of honey bee worker venom gland, *Journal of Plant Protection and Pathology*, 7(8): 541–547.
- El-Wahed, A.A.A.; Khalifa, S.A.M.; Elashal, M.H.; Musharraf, S.G.; Saeed, A.; Khatib, A.; Tahir, H.E.; Zou, X.; Naggar, Y.A.; Mehmood, A.; et al.,** 2021, Cosmetic Applications of Bee Venom, *Toxins*, 13, 810.
- Engel, M.S.,** 1999, The taxonomy of the genus *Apis* (Hymenoptera: Apidae: Apinae). *Zoological Journal of the Linnean Society*, 125(1), 15-23.
- Engin, A., Oktelik, F., Gelincik, A., Sin, A., Sin, B., Dursun, B., Beyaz, Ş., Gorgulu, B., Cetin, E. ve Deniz, G.,** 2021, The role of component-resolved diagnosis in Hymenoptera venom allergy in clinical practice, *Allergy and asthma proceedings*, 42(4): 350-356.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Erdoğan, A., Uçak, A. ve Karacaoğlu, M.,** 2017, Anadolu Arısı Ege Ekotipi (*Apis mellifera anatoliaca*) ve İtalyan (*Apis mellifera ligustica*) X Ege Melezi Bal Arılarının ve Farklı Yüksük Sayılarının Arı Sütü Verimleri Üzerine Etkileri, *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 21(1), 91-98.
- Fahrenholz, L., Lamprecht, I. and Schricker, B.,** 1989, Thermal investigations of a honey bee colony: thermoregulation of the hive during summer and winter and heat production of members of different bee castes, *Journal of Comparative Physiology B*, 159: 551-560.
- Fehr, D., Micaletto, S., Moehr, T. and Schmid-Grendelmeier, P.,** 2019, Risk factors for severe systemic sting reactions in wasp (*Vespula* spp.) and honeybee (*Apis mellifera*) venom allergic patients. *Clinical and Translational Allergy*, 9.
- Ferreira Jr, R.S., Almeida, R.A., Barraviera, S.R. and Barraviera, B.,** 2012, Historical perspective and human consequences of Africanized bee stings in the Americas. *Journal of toxicology and environmental health. Part B, Critical reviews*, 15(2), 97–108.
- Francoy, T.M., Wittmann, D., Steinhage, V., Drauschke, M., Müller, M., Cunha, D.R., Nascimento, A.M., Figueiredo, V.L.C., Simões, Z.L.P., De Jong, D., Arias, M.C. and Gonçalves, L.S.,** 2009, Morphometric and genetic changes in a population of *Apis mellifera* after 34 years of Africanization, *Genet. Mol. Res.*, 8: 709–717.
- Frangieh, J., Salma, Y., Haddad, K., Mattei, C., Legros, C., Fajloun, Z. and El Obeid, D.,** 2019, First Characterization of The Venom from *Apis mellifera syriaca*, A Honeybee from The Middle East Region, *Toxins*, 11(4):191.
- Franklin, R. and Baer, H.,** 1975, Comparison of honeybee venoms and their components from various sources, *The Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 55(5), 285-98.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Gajski, G., Leonova, E. and Sjakste, N.,** 2024, Bee Venom: Composition and Anticancer Properties, *Toxins*, 16(3): 117.
- Garnery, L., Franck, P., Baudry, E., Vautrin, D., Cornuet, J.M. and Solignac, M.,** 1998, Genetic diversity of the west European honey bee (*Apis mellifera mellifera* and *A. m. iberica*) II. Microsatellite loci, *Genetics Selection Evolution*, 30 (1): 1-26.
- Geka,** 2019. “Güney Ege Kalkınma Ajansı Arıcılık Ürünleri Sektör Analizi”. Erişim adresi: https://geka.gov.tr/uploads/pages_v/guney-ege-bolgesi-aricilik-urunleri-sektor-raporu.pdf. Erişim tarihi: 20.04.2024.
- Gençer, H.V., Karacaoğlu, M.,** 2003, Kafkas ırkı (*Apis mellifera caucasica*) ve Kafkas ırkı ile Anadolu arısı-Ege ekotipi (*Apis mellifera anatoliaca*)’nin karşılıklı melezlerinin Ege bölgesi koşullarında yavru yetiştirme etkinlikleri ve bal verimleri, *Yüzüncü Yıl Üniversitesi. Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi (J. Agric. Sci.)*, 13(1):61- 65.
- Ghosh, S., Jung, C.,** 2017, Nutritional value of bee-collected pollens of hardy kiwi, *Actinidia arguta* (Actinidiaceae) and oak, *Quercus* sp. (Fagaceae), *Journal of Asia-pacific Entomology*, 20, 245-51.
- Giovanetti, M., Malabusini, S., Zugno, M., Lupi, D.,** 2022, Influence of Flowering Characteristics, Local Environment, and Daily Temperature on the Visits Paid by *Apis mellifera* to the Exotic Crop *Phacelia tanacetifolia*, *Sustainability*, 14, 10186.
- Gökmen, E.N.,** 2008, Venom Biyokimyası, *Türkiye Klinikleri J Allergy-Special Topics*, 1(1): 22- 25.
- Gu H., Han S.M., Park K.K.,** 2020, Therapeutic effects of apamin as a bee venom component for non-neoplastic disease, *Toxins*, 12 (3):195.
- Güler, A., Bıyık, S. ve Güler, M.,** 2013, Batı Karadeniz Bölgesi balarılarının (*Apis mellifera* L.) morfolojik karakterizasyonu, *Anadolu Journal of Agricultural Sciences*, 28(1), 39-46.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Gupta, G. and Anjali, K.**, 2023, Environmentally Friendly Beeswax: Properties, Composition, Adulteration, and its Therapeutic Benefits, IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 1110.
- Habermann, E.**, 1972, Bee and wasp venoms: the biochemistry and pharmacology of heir peptides and enzymes are reviewed, *Science* ,177: 314–322.
- Hellner, M., Winter, D., von Georgi, R. and Münstedt, K.**, 2008, Apitherapy: usage and experience in German beekeepers, *eCAM*, 5: 475- 479.
- Hematyar, M., Es-haghi, A. and Soleimani, M.**, 2019, Quantification of Melittin in Iranian Honey Bee (*Apis mellifera meda*) Venom by Liquid Chromatography-electrospray Ionization-ion Trap Tandem Mass Spectrometry (LC-ESI-IT-MS/MS), *Archives of Razi Institute*, 74 (4): 435-439.
- Hematyar, M., Es-haghi, A., Soleimani, M.**, 2019, Quantification of Melittin in Iranian Honey Bee (*Apis mellifera meda*) Venom by Liquid Chromatography-electrospray Ionization-ion Trap Tandem Mass Spectrometry (LC-ESI-IT-MS/MS), *Archives of Razi Institute*, 74(4), 435–439.
- Henriques, D., Chávez-Galarza, J., Teixeira, J., Ferreira, H., Neves, C., Franco, T. and Pinto, M.**, 2020, Wing Geometric Morphometrics of Workers and Drones and Single Nucleotide Polymorphisms Provide Similar Genetic Structure in the Iberian Honey Bee (*Apis mellifera iberiensis*), *Insects*, 11.
- Hinterwirth, H., Lindner, W. and Lämmerhofer, M.**, 2012, Bioconjugation of trypsin onto gold nanoparticles: Effect of surface chemistry on bioactivity, *Analytica Chimica Acta*, 733, 90–97.
- Hoffman, D.R. and Jacobson, R.S.**, 1984, Allergens in hymenoptera venom XII: how much protein is in a sting?, *Ann Allergy.*, 52: 276–8.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Hossen, M.D., Gan, S.H. and Khalil, I.**, 2017, Melittin, a Potential Natural Toxin of Crude Bee Venom: Probable Future Arsenal in the Treatment of Diabetes Mellitus, *Journal of Chemistry*, 4035626.
- Hussein, A.E., El-Ansari, M.K. and Zahra, A.A.**, 2019, Effect of the Honeybee Hybrid and Geographic Region on the Honey Bee Venom Production”, *J. Plant Prot. and Path.*, 10 (3), 171 – 176.
- Isidorov, V., Zalewski, A., Zambrowski, G. and Swiecicka, I.**, 2023, Chemical Composition and Antimicrobial Properties of Honey Bee Venom, *Molecules (Basel, Switzerland)*, 28(10), 4135.
- İvgin Tunca, R., Tunca H.**, 2021, Apiterapide arı zehrinin özellikleri. Atayoğlu AT, editör. Apiterapi. 1. Baskı. Ankara: Türkiye Klinikleri, p.149-53.
- Jakob, T., Rauber, M., Perez-Riverol, A., Spillner, E. and Blank, S.**, 2020, The Honeybee Venom Major Allergen Api m 10 (Icarapin) and Its Role in Diagnostics and Treatment of Hymenoptera Venom Allergy, *Current Allergy and Asthma Reports*, 20.
- Jo, M., Park, M., Kollipara, P. S., An, B., Song, H., Han, S. et al.**, 2012, Anti-cancer effect of bee venom toxin and melittin in ovarian cancer cells through induction of death receptors and inhibition of JAK2/STAT3 pathway, *Toxicology and Applied Pharmacology*, 258(1): 72-81.
- Jovanovic, D. and Perić-Popadić, A.**, 2023, Immunotherapy in patients with the first type of hypersensitivity to Hymenoptera venoms, *Medicinski podmladak*, 74(1):25-30.
- Kalyoncu, A., Demir, A., Ozcan, U., Ozkuyumcu, C., Şahin, A. ve Barış, Y.**, 1997, Bee and wasp venom allergy in Turkey. *Annals of allergy, asthma & immunology : official publication of the American College of Allergy, Asthma, & Immunology*, 78(4), 408–412.
- Kambur, M. ve Kekeçoğlu, M.**, 2018, Türkiye bal arısı (*Apis mellifera* L.) alttürlerinde genetik çeşitlilik kaybı, *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 33 (1): 73-84.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Kambur, M.**, 2017, Türkiye Bal Arısı (*Apis mellifera* L.) Biyoçeşitliliğinin Geometrik Morfometrik Yöntemler ile Belirlenmesi, Yüksek lisans tezi, Biyoloji Bölümü, Düzce Üniversitesi, Düzce, Türkiye, 2017.
- Kandemir, I., Kence, M., Kence, A.**, 2000, Genetic and morphometric variation in honeybee (*Apis mellifera* L.) populations of Turkey, *Apidologie*, 31(3).
- Kandemir, İ., Kence, M., Sheppard, W.S. and Kence, A.**, 2005, Morphometric and genetic variation of honeybee (*Apis mellifera*) populations from Turkey, *Apidologie*, 36(1), 103-113.
- Kandemir, İ., Kence, M., Sheppard, W.S. and Kence, A.**, 2006a., Mitochondrial DNA variation in honeybee (*Apis mellifera* L.) populations from Turkey, *Journal of Apicultural Research and Bee World*, 45(1), 33- 38.
- Kandemir, I., Özkan, A. and Fuchs, S.**, 2011, Reevaluation of microtaxonomy of honey bee (*Apis mellifera* L) subspecies: a geometric morphometric approach, *Apidologie*, 42: 618–627.
- Kara, Y., Şahin, H., Kolaylı, S.**, 2020, Geographical fingerprint of *Astragalus* (*Astragalus microcephalus* wild.) Honey supplied from Erzincan Region of Turkey, *U. Arı. D.-U. Bee J.*, 20(2):123-31.
- Karacaoğlu, M.**, 2005, Anadolu arısı Ege ekotipi (*A. m. anatoliaca*) ve İtalyan arısı (*A. m. ligustica*) X Ege ekotipi melezi arılarının morfolojik özellikleri, *ADÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 1 (2):41-46.
- Kasozi, K.I., Niedbala, G., Alqarni, M., Zirintunda, G., Ssempijja, F., Musunguzi, S.P., Usman, I.M., Matama, K., Hetta, H.F., Mbiydzanyuy, N.E., Batiha, G.E.S., Beshbishy, A.M. and Welburn, S.C.**, 2020, Bee venom—a potential complementary medicine candidate for SARS-CoV-2 infections, *Frontiers in Public Health*, 8.
- Kathuria, P., Rai, M. and Hassan, G.**, 2021, Successful treatment with a combination of bee venom immunotherapy and omalizumab for recurrent anaphylaxis after honeybee sting, *Indian Journal of Allergy, Asthma and Immunology*, 35, 94 - 98.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Kekeçoğlu, M.**, 2007, Türkiye Balarılarının mtDNA ve Bazı Morfolojik Özellikleri Bakımından Karşılaştırılmasına Yönelik Bir Araştırma, Doktora tezi, Zootečni Bölümü, Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ, Türkiye, 2007.
- Kekecoglu, M., Çaprazli, T., Tanuğur Samancı, A., Samancı, T., Yorulmaz Önder, E.**, 2022, Factors Affecting Quality of Honey Bee Venom, *Journal of Apicultural Science*, 66, 5-14.
- Kekecoglu, M., Kambur, M., Bir, S., Çaprazli, T. ve Uçak, M.**, 2021, Biodiversity of Honey Bees (*Apis mellifera* L.) in Turkey by Geometric Morphometric Analysis, *Biological Diversity and Conservation*, 13.
- Kelle, İ.**, 2007, Apiterapi, *Dicle Tıp Dergisi*, 34 (4), 311-315.
- Kence, A.**, 2006, Türkiye’de bal arılarında genetik çeşitlilik ve korunmasının önemi, *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 1: 25-32.
- Kence, M., Kence, A. ve Aydın, L.**, 2009, Structure of Anatolian honeybees (*Apis mellifera*) based on RAPD markers, *Journal of Apicultural Research*, 48(3), 201-207.
- Kessler, S.C., Tiedeken, E.J., Simcock, K.L, Derveau, S., Mitchell, J., Softley, S., Radcliffe, A., Stout, J.C. and Wright, G.A.**, 2015, Bees prefer foods containing neonicotinoid pesticides, *Nature*, 521: 74–76.
- Khodairy, M.M., Hussein, M.H., Nafady, A.A., Eslam, M.O.**, 2010, Some Factors Affecting Venom Productivity by Electrical Impulses From Honey Bee Colonies, *Assiut Journal of Agricultural Sciences*, 41(2): 1-12.
- Kırpık, M.A., Bututaki, Ö. and Tanrıkulu, D.**, 2010, Determining the Relative Abundance of Honey Bee (*Apis mellifera* L.) Races in Kars Plateau and Evaluating Some of Their Characteristics, *Kafkas Univ. Vet. Fak Dergisi*, 16 (Suppl-B): 277 - 282.
- Klein, A.M., Vaissière, B.E., Cane, J.H., Steffan-Dewenter, I., Cunningham, S.A., Kremen, C. and Tscharntke, T.**, 2007, Importance of pollinators in changing landscapes for world crops, *Proc. R. Soc. B.*, 274303–313.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Klingenberg, C.P.**, 2011, MorphoJ: An integrated software package for geometric morphometrics, *Mol. Ecol. Resour.*, 11, 353–357.
- Klupczyńska, A., Plewa, S., Dereziński, P., Garrett, T., Rubio, V. Y., Kokot, Z., Matysiak, J.**, 2020, Identification and quantification of honeybee venom constituents by multiplatform metabolomics, *Scientific Reports*, 10, 21645 (2020).
- Koç, A.U., Karacaoğlu, M.**, 2005, Anadolu Arısı Ege Ekotipi (*Apis mellifera anatolica*) Ana Arılarında Üreme Özellikleri, *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2(1), 73-77.
- Koca, A. ve Kandemir, İ.**, 2013, Comparison of two morphometric methods for discriminating honey bee (*Apis mellifera* L.) populations in Turkey, *Turkish Journal of Zoology*, 37(2):12.
- Kokot, Z. and Matysiak, J.**, 2009, Simultaneous Determination of Major Constituents of Honeybee Venom by LC-DAD, *Chromatographia*, 69: 1401-1405.
- Kokuludağ, A.**, 2015, Arı zehiri içeriği ve tıbbi özellikleri, Arı Ürünleri ve Sağlık (Apiterapi). Editör: Akçiçek, E., Yücel, B. İzmir: Sidas Yayınları, p:147-151.
- Kolaylı S.**, 2017, Bal Arısı Zehrinin Karakterizasyonunda SDS-PAGE Elektroforez Kullanılabilirliğinin Araştırılması, *Uludağ Bee Journal*, 16(2): 49-56.
- Komi, D.E.A., Shafaghat, F., Zwiener, R.D.**, 2018, Immunology of bee venom, *Clin. Rev. Allergy Immunol.*, 54: 386-396.
- Korkmaz, A. ve Korkmaz, V.**, 2015, Arı zehri üretimi ve Apiterapi, Samsun İli Arı Yetiştiricileri Birliği, Samsun.
- Korkmaz, A.**, 2017, Anlaşılabilir arıcılık”. Erişim adresi: https://samsun.tarim.gov.tr/Belgeler/Yayinlar/Kitaplarimiz/anlasilabilir_aricilik.pdf (Erişim tarihi: 17 Nisan 2024).

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Kösoğlu, M., İvgin Tunca, R., Özsoy, N., Tuna, Y.T, Topal, E. ve Günbey, B.,** 2021, Determination of the wing morphology differentiation of old and recent honey bee samples from western Turkey using geometric morphometrics, *Turkish Journal of Entomology*, 45(4), 463-474.
- Krell, R.,** 1996, Value-added products from beekeeping (No. 124), *Food & Agriculture Org.*
- Kumar, N.R., Devi, A., Kriti, H., Kriti, N.,** 2014, Comparative Biochemical Studies on the Poison Glad and Poison Sac of the Worker Bees of Three Different Apis Species (*Apis dorsata*, *Apis mellifera* and *Apis florea*), *International Journal of Therapeutic Applications*, 16: 8–16.
- Kurek-Górecka, A., Górecki, M., Rzepecka-Stojko, A., Balwierz, R. and Stojko, J.,** 2020, Bee Products in Dermatology and Skin Care, *Molecules*, 25.
- Kükrer, M., Kence, M., Kence, A.,** 2021, Honey Bee Diversity Is Swayed by Migratory Beekeeping and Trade Despite Conservation Practices: Genetic Evidence for the Impact of Anthropogenic Factors on Population Structure. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 9, 556816.
- Kwon, N.Y., Sung, S.H., Sung, H. and Park, J.K.,** 2022, Anticancer Activity of Bee Venom Components against Breast Cancer, *Toxins*, 14(7), 460.
- Kwon, Y.B., Lee, J.D., Lee, H.J., Han, H.J., Mar, W.C., Kang, S.K., Beitz, A.J. and Lee, J.H.,** 2001, Bee venom injection into an acupuncture point reduces arthritis associated edema and nociceptive responses, *Pain*, 90: 271-280.
- Leclercq, G., Gengler, N. and Francis, F.,** 2018, How human reshaped diversity in honey bees (*Apis mellifera* L.): a review, *Entomologie faunistique - Faunistic Entomology*, 71: 1-13.
- Lee, G. and Bae, H.,** 2016, Anti-inflammatory applications of melittin, a major component of bee venom: Detailed mechanism of action and adverse effects, *Molecules*, 21(5), 616.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Lepenies, B., Lee, J. and Sonkaria, S.**, 2013, Targeting C-type lectin receptors with multivalent carbohydrate ligands, *Advanced Drug Delivery Reviews*, 65(9): 1271–1281.
- Li, R., Zhang, L., Fang, Y., Han, B., Lu, X., Zhou, T., Feng, M. and Li, J.**, 2013, Proteome and phosphoproteome analysis of honeybee (*Apis mellifera*) venom collected from electrical stimulation and manual extraction of the venom gland, *BMC genomics*, 14, 766.
- Lin, T.Y. and Hsieh, C.**, 2020, Clinical Applications of Bee Venom Acupoint Injection, *Toxins*, 12(10), 618.
- Lischer, K., Mustika, I.P., Sahlan, M. and Guslianto, B.W.**, 2022, Isolation and Antibacterial Activity of Honey Bee Venom Bioactive from *Apis cerana*, *International Journal of Technology*, 13(8):1778-1786.
- Liu, C.C., Hao, D., Zhang, Q., An, J., Zhao, J., Chen, B., Yang, H.**, 2016, Application of bee venom and its main constituent melittin for cancer treatment, *Cancer Chemotherapy and Pharmacology*, 78: 1113-1130.
- Liu, C.C., Yang, H., Zhang, L.L., Zhang, Q., Chen, B., Wang, Y.**, 2014, Biotoxins for cancer therapy, *Asian Pac. J. Cancer Prev.*, 15, 4753-4758.
- Łukasiewicz, A.**, 2021, The use of bee venom in cosmetology, *Aesth Cosmetol Med.*, 10(1): 23-31.
- Ma, Y., Ren, H., Ning, J. et al.**, 2017, Functional Morphology and Bending Characteristics of the Honeybee Forewing, *J Bionic Eng*, 14, 111–118.
- Mahfouz, H., El-Bassiony, M., El-Bolok, D., Mohamed, W.**, 2020, Antibacterial Activities of Honeybee Venom Produced under Different Storage Conditions, *Journal of Plant Protection and Pathology*, 11(12), 621-625.
- Maitip J., Mookhploy W., Khorndork S., Chantawannakul P.**, 2021, Comparative study of antimicrobial properties of bee venom extracts and melittins of honey bees, *Antibiotics*, 10(12): 1503.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Mărgăoan, R., Stranț, M., Varadi, A., Topal, E., Yücel, B., Cornea-Cipcigan, M., Campos, M. G. and Vodnar, D.,** 2019, Bee Collected Pollen and Bee Bread: Bioactive Constituents and Health Benefits, *Antioxidants*, 8.
- Matuszewska, E., Klupczyńska-Gabryszak, A., Plewa, S., Rzetecka, N., Packi, K., Mohd, H., Michniak-Kohn, B. And Matysiak, J.,** 2023, Application of modern analytical techniques in the analysis of complex matrices of natural origin on the example of honeybee venom, *Acta Poloniae Pharmaceutica*, 80: 175-189.
- Medina, R., Paxton, R., Luna, E., Fleites-Ayil, F., Medina, L. and Quezada-Euán, J.,** 2018, Developmental stability, age at onset of foraging and longevity of Africanized honey bees (*Apis mellifera* L.) under heat stress (Hymenoptera: Apidae), *Journal of thermal biology*, 74, 214-225.
- Mehdi, I., Falcão, S., Harandou, M., Boujraf, S., Calhelha, R., Ferreira, I., Anjos, O., Campos, M. and Vilas-Boas, M.,** 2021, Chemical, Cytotoxic, and Anti-Inflammatory Assessment of Honey Bee Venom from *Apis mellifera* intermissa., *Antibiotics*, 10.
- Meixner, M.D., Costa, C., Kryger, P., Hatjina, F., Bouga, M., Ivanova, E., Büchler, R.,** 2010, Conserving diversity and vitality for honey bee breeding, *Journal of Apicultural Research*, 49(1): 85-92.
- Merzban, F.H., Ismail, A.E.H and Abd El-Gayed, A.A.,** 2021, Effect of Venom Collection on Hygienic and Hoarding Behavior in Honeybee, *Fayoum Journal of Agricultural Research and Development*, 35(3):470-477.
- Miguel, I., Baylac, M., Iriondo, M., Manzano, C., Garnery, L. and Estonba, A.,** 2011, Both geometric morphometric and microsatellite data consistently support the differentiation of the *Apis mellifera* M evolutionary branch, *Apidologie*, 42: 150– 161.
- Moreno, M. and Giral, E.,** 2015, Three valuable peptides from bee and wasp venoms for therapeutic and biotechnological use: melittin, apamin and mastoparan, *Toxins*, 7(4): 1126–1150.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Morse, R.A.**, 1975, Bees and Beekeeping Ithaca and London, New York: Cornell University Press.
- Mosmann, T.**, 1983, Rapid colorimetric assay for cellular growth and survival: application to proliferation and cytotoxicity assays, *J. Immunol. Methods*, 65, 55-63.
- Nabian, S., Taheri, M., Babai, M., Yousefi, P., Sadeghian, A., Asadollahi, Z. and Fard, R.**, 2020, Study of Human IgG and IgE Antibodies Against Bee (*Apis mellifera*) Venom, *Iranian Journal of Veterinary Medicine*, 14, 412-419.
- Nisbet, H., Ozak, A., Yardimci, C., Nisbet, C., Yarim, M., Bayrak, I.K. ve Sirin, Y.S.**, 2012, Evaluation of bee venom and hyaluronic acid in the intra-articular treatment of osteoarthritis in an experimental rabbit model, *Research in veterinary science*, 93(1), 488–493.
- Oldroyd B.P. and Wongsiri S.**, 2006, Asian Honey Bees. Biology, Conservation and Human Interactions, Harvard University Press, Cambridge, p. 340
- Omar, E.**, 2020, Anticipated Factors Affecting Extraction of Venom from Honey Bees colonies by Electrical Impulses, *Egyptian Academic Journal of Biological Sciences. A, Entomology*, 13(4), 213-220.
- Oršolić, N., Šver, L., Verstovšek, S., Terzić, S. and Bašić, I.**, 2003, Inhibition of mammary carcinoma cell proliferation in vitro and tumor growth in vivo by bee venom, *Toxicon*, 41, 861-870.
- Owayss, A., Shebl, M., Iqbal, J., Awad, A., Raweh, H. and Alqarni, A.**, 2020, *Phacelia tanacetifolia* can enhance conservation of honey bees and wild bees in the drastic hot-arid subtropical Central Arabia, *Journal of Apicultural Research*, 59, 569 - 582.
- Owen, M.D. and Pfaff, L.A.**, 1995, Melittin synthesis in the venom system of the honey bee (*Apis mellifera* L.), *Toxicon*, 33: 1181–1188.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Özbek, H. and van der Zanden, G.**, 1992a., A preliminary review of the Megachilidae of Turkey, Part I. Osmiini (Hym.: Apoidea), *Türk. Entomol. Derg.*, 16 (1), 13- 37.
- Özbek, H.**, 1990, Bal arısı zehri, *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 21 (2), 84-100.
- Özdil, F., Oskay, D., Işık, R., Yatkın, S., Aydın, A. ve Güler, A.**, 2022, Morphometric and Genetic Characterization of Honey Bees (*Apis mellifera* L.) From Thrace Region of Turkey. *Journal of Apicultural Science*, 66, 67-83.
- Öztokmak, A., Özbakir, G., Çağlar, O.**, 2023, Conservation of Local Honeybees (*Apis mellifera* L.) in Southeastern Turkey: A Preliminary Study for Morphological Characterization and Determination of Colony Performance, *Animals : an Open Access Journal from MDPI*, 13.
- Pak, S.**, 2017, Chemical Composition of Bee Venom, In Bee Products: Chemical and Biological Properties, 279-285.
- Palma, M. and Brochetto-Braga, M.**, 1993, Biochemical variability between venoms from different honey-bee (*Apis mellifera*) races. Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Pharmacology, *Toxicology and Endocrinology*, 106, 423-427.
- Palmer-Young, E., Sadd, B., Stevenson, P., Irwin, R., Adler, L.**, 2016, Bumble bee parasite strains vary in resistance to phytochemicals, *Scientific Reports*, 6.
- Park, M.-H.; Kim, J.-H.; Jeon, J.-W.; Park, J.-K.; Lee, B.-J.; Suh, G.-H.; Cho, C.-W.**, 2015, Preformulation Studies of Bee Venom for the Preparation of Bee Venom-Loaded PLGA Particles, *Molecules*, 20, 15072-15083.
- Pattabhiramaiah, M., Ramesh, K., Kv, V. And Reddy, S.**, 2020, Computational analysis of PhospholipaseA2 in the honey bee venom, *Journal of Apicultural Research*, 59, 706 - 721.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Peiren, N., Graaf, D., Vanrobaeys, F., Danneels, E., Devreese, B., Beeumen, J. And Jacobs, F.,** 2008, Proteomic analysis of the honey bee worker venom gland focusing on the mechanisms of protection against tissue damage., *Toxicon : official journal of the International Society on Toxinology*, 52(1): 72-83.
- Pernal, S. and Currie, R.,** 2000, Pollen quality of fresh and 1-year-old single pollen diets for worker honey bees (*Apis mellifera* L.), *Apidologie*, 31, 387-409.
- Petanidou, T.,** 2003, Introducing plants for bee-keeping at any cost? – Assessment of *Phacelia tanacetifolia* as nectar source plant under xeric Mediterranean conditions, *Plant Systematics and Evolution*, 238, 155-168.
- Piek, T.,** 2013, Venoms of the Hymenoptera: Biochemical, Pharmacological and Behavioural Aspects; Elsevier: Amsterdam, The Netherlands, ISBN 1483263703.
- Poryadin, V.T.,** 2021, Treatment of patients with deforming polyarthritis and spondyloarthritis with bee venom, *Kazan medical journal*, 43 (4): 73-75.
- Prasad, P., Craufurd, P., Summerfield, R. and Wheeler, T.,** 2000, Effects of short episodes of heat stress on flower production and fruit-set of groundnut (*Arachis hypogaea* L.), *Journal of experimental botany*, 51 345, 777-84 .
- Pucca, M. B., Cerni, F. A., Oliveira, I. S., Jenkins, T. P., Argemí, L., Sørensen, C. V., Ahmadi, S., Barbosa, J. E. and Laustsen, A. H.,** 2019, Bee Updated: Current Knowledge on Bee Venom and Bee Envenoming Therapy, *Frontiers in Immunology*, 10, 2090.
- Rady, I., Siddiqui, I., Rady, M. and Mukhtar, H.,** 2017, Melittin, a major peptide component of bee venom, and its conjugates in cancer therapy, *Cancer Letters*, 402, 16-31.
- Ramirez-Esquivel F., Ravi S.,** 2023, Functional anatomy of the worker honeybee stinger (*Apis mellifera*), *iScience*, 26(7): 107103.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Reed, H.C. and Landolt, P.C.**, 2019, Chapter 22- Ants, Wasps, and Bees (Hymenoptera), Editor(s): Gary R. Mullen, Lance A. Durden, Medical and Veterinary Entomology (Third Edition), Academic Press, 459-488, ISBN 9780128140437.
- Reinhard, A., Janke, M., Ohe, W., Kempf, M., Theuring, C., Hartmann, T., Schreier, P. and Beuerle, T.**, 2009, Feeding Deterrence and Detrimental Effects of Pyrrolizidine Alkaloids Fed to Honey Bees (*Apis mellifera*), *Journal of Chemical Ecology*, 35: 1086-1095.
- Resende, V.M., Vasilj, A., Santos, K., Palma, M., Shevchenko, A.**, 2013, Proteome and phosphoproteome of Africanized and European honeybee venoms, *Proteomics*, 13.
- Rodrigues, P.J., Gomes, W. and Pinto, M.A.**, 2022, DeepWings©: Automatic Wing Geometric Morphometrics Classification of Honey Bee (*Apis mellifera*) Subspecies Using Deep Learning for Detecting Landmarks, *Big Data Cogn. Comput.*, 6, 70.
- Rozhkov, K., Lunegova, I., Kuznetsov, A.**, 2019, PSVI-20 Medicinal plants in adaptive feeding of honeybees, *Journal of Animal Science*, 97, 214-214.
- Ruttner, F.**, 1988, Biogeography and Taxonomy of Honeybees, 1th ed., Berlin, Germany: Springer.
- Sadek, K.M., Shib, N.A., Taher, E.S., Rashed, F., Shukry, M., Atia, G.A., Taymour, N., El-Nablaway, M., Ibrahim, A.M., Ramadan, M.M., Abdelkader, A., Abdo, M., Imbrea, I., Pet, E., Ali, L.S. and Abdeen, A.**, 2024, Harnessing the power of bee venom for therapeutic and regenerative medical applications: an updated review, *Frontiers in pharmacology*, 15, 1412245.
- Şahinler, N.**, 2000, Arı ürünleri ve insan sağlığı açısından önemi, *MKU Ziraat Fakültesi Dergisi*, 5 (1-2), 139-148.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Saini, S.S. and Peterson, J.W.**, 1999, Melittin activates endogenous phospholipase D during cytolysis of human monocytic leukemia cells, *Toxicon*, 37(11), 1605-19.
- Samancı, T. ve Kekeçoğlu, M.**, 2019, Comparison of Commercial and Anatolian Bee Venom in Terms of Chemical Composition, *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 19(1), 68-61.
- Sari, F. ve Kandemir, I.**, 2022, A geographic approach for determining honey bee conservation areas for sustainable ecosystem services, *Arabian Journal of Geosciences*, 15.
- Scaccabarozzi, D., Dods, K., Le, T., Gummer, J., Lussu, M., Milne, L., Campbell, T., Wafujian, B. and Priddis, C.**, 2021, Factors driving the compositional diversity of *Apis mellifera* bee venom from a *Corymbia calophylla* (marri) ecosystem, Southwestern Australia, *PLoS ONE*, 16.
- Schumacher, M., Schmidt, J., Egen, N. and Lowry, J.**, 1990, Quantity, analysis, and lethality of European and Africanized honey bee venoms, *The American journal of tropical medicine and hygiene*, 43(1): 79-86.
- Schumacher, M.J, Schmidt, J.O., Egen, N.B., Dillon, K.A.**, 1992, Biochemical variability of venoms from individual European and Africanized honeybees (*Apis mellifera*), *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 90(1): 59-65.
- Schumacher, M.J., Schmidt, J.O. and Egen, N.B.**, 1989, Lethality of ‘killer’ bee stings”, *Nature*, 37, 413-418.
- Sciani, J.M., Marques-Porto, R., Lourenço Junior, A., Orsi R de, O., Ferreira Junior, R.S., Barraviera, B.**, 2010, Identification of a novel melittin isoform from Africanized *Apis mellifera* venom, *Peptides*, 31, 1473–1479.
- Selçuk, M., Dinc, H. ve Karabağ, K.**, 2010, Bal arısı zehrinin biyokimyasal yapısı ve tıptaki yeri, MYO-OS Ulusal Meslek Yüksekokulları Öğrenci Sempozyumu.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Serrinha, V., Correia, S. D. and Marques, G.,** 2019, Productivity and Economic Analysis of a New Intensive Collector in the Portuguese Market with Implication of Open Innovation Perspective, *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 5, 71.
- Sharma, H.C. and Singh, O.P.,** 1983, Medicinal Properties of Some Lesser Known but Important Bee Products, *Proc. 2nd Int. Conf. Apiculture in Trop. Climates*, 694-702.
- Sheppard, W.S., Meixner, M.D.,** 2003, *Apis mellifera pomonella*, a new honey bee subspecies from the Tien Shan mountains of Central Asia, *Apidologie*, 34: 367-375.
- Shimpi, R., Chaudhari, P., Deshmukh, R., Devare, S., Bagad, Y. and Bhurat, M.,** 2016, A Review: Pharmacotherapeutics of Bee Venom”, *World Journal of Pharmacy And Pharmaceutical Sciences*, 5(7), 656-667.
- Simics, M.,** 1994, Bee Venom: Exploring the Healing Power - Age Old Remedies for Arthritis, Rheumatism and Other Ailments. Apitronic Publishing, ISBN 0-9697654-0-1, 80 pp.
- Simics, M.,** 1995, Bee Venom Collection- Past, Present and Future, *American Bee Journal*, 135(7): 489-491.
- Simics, M.,** 1996, Bee Venom - Frequently Asked Questions, *American Bee Journal*, 136 (2): 107-109.
- Smith, D.R., Slaymaker, A., Palmer M. and Kaftanoglu, O.,** 1997, Turkish honeybees belong to the east Mediterrian mitochondrial lineage, *Apidologie*, 28 (1), 269-274.
- Somwongin, S., Chantawannakul, P. and Chaiyana, W.,** 2018, Antioxidant activity and irritation property of venoms from *Apis* species, *Toxicon*, 145, 32-39.
- Stoevesandt, J. and Trautmann, A.,** 2021, Risk factors in bee and *Vespula* venom allergy: state of the art, *Allergo Journal International*, 31.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Sunay, A.E. ve Samancı, T.**, 2016, Arı ürünlerinin üretimi”. Erişim adresi: [http://www.ariplatformu.org /storage/ilgi_cekici_bilgiler.pdf](http://www.ariplatformu.org/storage/ilgi_cekici_bilgiler.pdf). Erişim tarihi: 20.04.2024.
- Sür, E.**, 2013, Arı zehirlemeleri ve arı venomunun analiz metotları”, Erciyes Üniversitesi Eczacılık Fakültesi.
- Tanuğur-Samancı, A.E. ve Kekeçoğlu, M.**, 2021, An evaluation of the chemical content and microbiological contamination of Anatolian bee venom, *PLoS ONE*, 16(7), e0255161.
- Tanuwidjaja, I., Svečnjak, L., Gugić, D., Levanić, M., Jurić, S., Vinceković, M. and Mrkonjić Fuka, M.**, 2021, Chemical Profiling and Antimicrobial Properties of Honey Bee (*Apis mellifera* L.) Venom, *Molecules*, 20, 26(10): 3049.
- Tanyüksel, M.**, 2015, Tıp Açısından Apiterapi, Arı Ürünleri ve Sağlık (Apiterapi), Editör: Akçiçek, E., Yücel, B. İzmir: Sidas Yayınları, p:29-35.
- Tekeoğlu, I., Akdoğan, M. ve Çelik, I.**, 2020, Investigation of anti-inflammatory effects of bee venom in experimentally induced adjuvant arthritis, *Reumatologia*, 58(5), 265–271.
- Temel, M., Tinmaz, A.B., Öztürk, M., Gündüz, O.**, 2018, Dünyada ve Türkiye’de Tıbbi -Aromatik Bitkilerin Üretimi ve Ticareti, *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım Ve Doğa Dergisi*, 21: 198-214.
- Tofilski, A.**, 2008, Using geometric morphometrics and standard morphometry to discriminate three honeybee subspecies, *Apidologie*, 39: 558–563.
- Tolon, B.**, 2000, Arı zehiri üretme teknolojisi, muhafaza ve pazarlama, TYUAP, Ege-Marmara Dilimi Hayvancılık Bilgi Alışveriş Toplantısı Kitapçığı, 97, 1-12.
- Topal, E., Yücel, B., Kösoğlu, M.**, 2015, Arı ürünlerinin hayvancılık sektöründe kullanımı, *Hayvansal Üretim*, 56(2), 48-53.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Tunca, R., Kence, M.**, 2011, Genetic diversity of honey bee (*Apis mellifera* L.: Hymenoptera: Apidae) populations in Turkey revealed by RAPD markers, *African Journal of Agricultural Research*, 6.
- Turan, H.**, 2011, Trakya bölgesi balarısında (*Apis mellifera* L.) geometrik morfometrik çalışmalar, Yüksek lisans tezi, Zootekni Bölümü, Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ, Türkiye.
- Tymochko, L., Cherevatov, O., Cherevatov, V.**, 2023, Races Composition of The Colonies of Honey Bee (*Apis Mellifera* L.) in the Apiaries of the Northern Bukovina, *Biologichni systemy*, 15(1):70-78
- Vaerenbergh, M., Cardoen, D., Formesyn, E., Brunain, M., Driessche, G., Blank, S., Spillner, E., Verleyen, P., Wenseleers, T., Schoofs, L., Devreese, B. and Graaf, D.**, 2013, Extending the honey bee venom with the antimicrobial peptide apidaecin and a protein resembling wasp antigen 5, *Insect Molecular Biology*, 22.
- Vaerenbergh, M., Debyser, G., Devreese, B. and Graaf, D.**, 2014, Exploring the hidden honeybee (*Apis mellifera*) venom proteome by integrating a combinatorial peptide ligand library approach with FTMS, *Journal of proteomics*, 99: 169-78.
- Vega-Castro, A., Rodríguez-Gil, D., Martínez-Gomariz, M., Gallego, R., Peña, M. and Palacios, R.**, 2020, Api m 6 and Api m 10 as Major Allergens in Patients with Honeybee Venom Allergy, *Journal of investigational allergology & clinical immunology*, 32(2): 116-123
- Wada, H., Hyun, H., Bao, K., Heon, J. and El, G.**, 2018, Multivalent mannose-decorated NIR nanoprobe for targeting pan lymph nodes, *Chemical Engineering Journal*, 340: 51-57.
- Wehbe, R., Frangieh, J., Rima, M., El Obeid, D., Sabatier, J. and Fajloun, Z.**, 2019, Bee Venom: Overview of Main Compounds and Bioactivities for Therapeutic Interests, *Molecules*, 24(16), 2997.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Wei, W. T., Hu, Y., Zheng, H., Cao, L., Hu, F. and Hepburn, H.,** 2013, Geographical influences on content of 10-hydroxy-trans-2-decenoic acid in royal jelly in China, *Journal of economic entomology*, 106(5), 1958–1963.
- Williamson, S.M. and Wright, G.A.,** 2013, Exposure to multiple cholinergic pesticides impairs olfactory learning and memory in honeybees, *The Journal of experimental biology*, 216, 1799–1807.
- Wu, J., Yan, S., Zhao, J., Ye, Y.,** 2014, Barbs Facilitate the Helical Penetration of Honeybee (*Apis mellifera ligustica*) Stingers, *PloS one*, 9. e103823.
- Wu-Smart, J., and Spivak, M.,** 2016, Sub-lethal effects of dietary neonicotinoid insecticide exposure on honey bee queen fecundity and colony development, *Sci. Rep.*, 6: 1–11.
- Yazgan, I., Noah, N.M., Toure, O., Zhang, S. and Sadik, O.A.,** 2014, Biosensor for selective detection of *E. coli* in spinach using the strong affinity of derivatized mannose with fimbrial lectin, *Biosensors and Bioelectronics*, 61, 266–273.
- Yazgan, I., Zhang, J., Kariuki, V. M., Akgul, A., Cronmiller, L., Akgul, A., McMahon, A., Gao, Y., Eshun, G., Choi, S. and Sadik, O.A.,** 2018, Selective Sensing and Imaging of *Penicillium italicum* Spores and Hyphae using Carbohydrate-Lectin Interactions, *ACS Sensors*, 3(3), 648–654.
- Yıldız, O., Şahin, H. ve Kolaylı, S.,** 2012, Arıcılıkta ihmal edilen ürün: arı zehiri, *Petek Dergisi*, 5, 16-17.
- Yousefpoor, Y., Amani, A., Divsalar, A., Mousavi, S., Eskandari Torbaghan, Y. and Emami, O.,** 2019, Assessment of hemolytic activity of bee venom against some physicochemical factors, *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 22(4): 1129-1135.
- Yu, L. G., Milton, J. D., Fernig, D. G. and Rhodes, J.M.,** 2001, Opposite effects on human colon cancer cell proliferation of two dietary Thomse-Friedenreich antigen-binding lectins, *Journal of Cellular Physiology*, 186(2), 282–287.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Yücel, B. ve Ceylan, H.**, 2015, Arı havası ve sesinin apiterapide kullanımı, Arı Ürünleri ve Sağlık (Apiterapi), Editör: Akçiçek, E., Yücel, B. İzmir: Sidas Yayınları, p: 177-182.
- Yücel, B. ve Varol, E.**, 2021, Bilimsel veriler ışığında apilarnilin apiterapide yeri, *Türkiye Klinikleri*, p.137-40.
- Yun, M., Huilan, R., Jianguo, N., Zhang, P.**, 2017, Functional Morphology and Bending Characteristics of the Honeybee Forewing, *Journal of Bionic Engineering*, 14, 111-118.
- Zalat, S., Abou-Zeid, A., Ibrahim, A. and El-Aal, M.**, 2002, Protein pattern of the honeybee venoms of Egypt, *Egyptian Journal of Biology*, 4: 142-146.
- Zhang, W., Wang, X., Yang, S., Niu, Q., Wu, L., Li, Y. and Zhou, J.**, 2019, Simultaneous quantification of five biogenic amines based on LC-MS/MS and its application in honeybee venom from different subspecies, *Biomedical chromatography: BMC*, 34(2), e4740.
- Zidan, H.A.E.G., Mostafa, Z.K., Ibrahim, M.A., Haggag, S.I., Darwish, D.A., Elfiky, AA.**, 2018, Venom composition of Egyptian and Carniolan honeybee, *Apis mellifera* L. affected by collection methods, *Egypt Acad J Biol Sci Entomol.*, 11:59–71.
- Zolfagharian, H., Mohajeri, M. and Babaie, M.**, 2015, Honey Bee Venom (*Apis mellifera*) Contains Anticoagulation Factors and Increases the Blood-clotting Time, *Journal of Pharmacopuncture*, 18, 7-11.

TEŞEKKÜR

Doktora tezimi tamamlarken, benim henüz lisans döneminde bal arılarına hayran olmamı sağlayan ve akademik yaşantıma yön veren, yolculuğumun her aşamasında bana rehberlik eden, her zaman sabrını ve bilgisini benimle paylaşan çok sevgili danışman hocam Prof. Dr. Banu YÜCEL'e en içten saygı, sevgi ve teşekkürlerimi sunarım. Sevgili hocamın yönlendirmeleri ve akademik bilgi birikimi, özellikle karşılaştığım zorluklar karşısında gösterdiği sonsuz desteği, hoşgörüsü ve teşviği, tez çalışmamın olgunlaşmasında ve sonuçlanmasında büyük bir katkı sağlamıştır.

Sadece akademik anlamda değil, aynı zamanda kişisel gelişimim açısından da önemli kazanımlar elde etmemi sağlayan, bana her zaman yönlendirmelerini sunan ve bilgi birikimini aktaran, daima yeni ve farklı bir bilimsel bakış açısı sunan, arazi çalışmalarında birlikte yol aldığımız ve inanılmaz anılar biriktirdiğimiz çok sevgili hocam Prof. Dr. Ayşe NALBANTSOY'a değerli zamanını, emeğini ve desteğini esirgemediği için sonsuz teşekkür ederim.

Doktora tez çalışmamın şekillenmesinde ve geliştirilmesinde emeği geçen tez izleme komitesinin değerli üyesi Prof. Dr. Çiğdem TAKMA'ya, tez çalışmam esnasında değerli bilgilerini esirgemeyen ve bana zamanını ayırarak sabırla yardımcı olan sevgili hocam Doç. Dr. Rahşan İVGİN TUNCA'ya teşekkürü bir borç bilirim.

Almanya'da gerçekleşen analizlerimiz aşamasında bana kimya laboratuvarını açarak analiz tekniklerini öğreten ve desteklerini esirgemeyen Berlin Freie Üniversitesi'nden araştırmacı Dr. Benjamin-Florian HEMPEL'e teşekkürlerimi sunarım.

Ülkemizde onlarca arıcıya ve arılığa ulaşmamızı sağlayan, arazi çalışmalarımızda ve bu çalışmaların planlanmasında desteklerini sunan Türkiye Arı Yetiştiricileri Merkez Birliği'ne çok teşekkür ederim.

Arazi çalışmalarımız esnasında birlikte çalıştığımız, beraberce gülüp, yine arılar tarafından beraber sokulup ağladığımız sevgili arkadaşım Dr. Zekiye ŞENGÜL'e, bana her aşamada ve her zaman elinden geldiğince destek ve yardımcı olan, fikirlerimizi bitmeyen bir heyecanla tartıştığımız sevgili arkadaşım Dr. Neslihan ÖZSOY'a, tüm bu süreçte ablalığını ve manevi desteğini hep hissettiğim hem hocam hem de arkadaşım Dr. Çiğdem ŞEREMET'e, her zaman yardıma koşmaya hazır olan sevgili Zir. Yük.Müh. Melis Şevval BAHAR'a çok teşekkür ederim.

Doktora sürecimin en önemli destekçileri olan, bana her zaman inanan ve sabırla destek veren sevgili annem Nurhan VAROL'a ve yol göstericim sevgili babam Zeki VAROL'a bu süreçteki anlayış, sabır ve sevgileri için ne kadar teşekkür etsem azdır.

Ege Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi'ne FOA-2021-22594 numaralı desteklerinden ötürü teşekkür ederim.

Son olarak bu projenin gerçekleşmesini sağlayan, ülkemizin zenginliğine hayran olmama neden olan, bize evlerini, aralıklarını ve hayatlarını açan onlarca arıcımıza ve ailelerine, gösterdikleri sonsuz misafirperverlik, hoşgörü ve destek için çok teşekkür ederim.

13/ 11 / 2024

Ekin VAROL

ÖZGEÇMİŞ

Ekin VAROL 2012 yılında Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi-Zootekni bölümünden mezun olmuştur. 2018 yılında Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Zootekni Anabilim Dalı'nda yüksek lisans eğitimini tamamlamış, yine aynı yıl aynı fakültenin Zootekni Anabilim Dalı'nda doktora eğitimine başlamıştır. 2020 yılında eğitim görmekte olduğu Zootekni Bölümü'ne Araştırma Görevlisi olarak atanmıştır. 2020 yılından bu yana Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü'nde çalışmaktadır.

Eğitim bilgileri

1. Doktora, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Türkiye, Türkçe
2. Yüksek Lisans, 2013 - 2018, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Türkiye, Türkçe
3. Lisans, 2007 - 2012, Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Türkiye, Türkçe

Yaptığı tezler

Yüksek Lisans, 2018, Bal arısı kolonilerinde varroa destructor mücadelesinde kullanılan bazı organik asitlerin ve uçucu yağların etkinlikleri ile koloni gelişim ve davranış parametreleri üzerine etkileri, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootekni, Hayvan Yetiştirme Anabilim Dalı, Türkiye

Akademi dışı deneyim

Konuk araştırmacı, 2022 - 2022, Free University Of Berlin, Freie Universitat Berlin Veterinary Centre for Resistance Research (TZR), Almanya

Yer Aldığı Projeler

- Yara tedavisinde podmor ve propolis ekstraktlarının gümüş sulfadiazin ile etkinliklerinin karşılaştırılması, 2023-2025, Diğer Resmi Kurumlarca Desteklenen Proje, AR-GE Projesi, Devam Ediyor

- Anadolu Arısı (*Apis Mellifera Anatoliaca*) zehirinin coğrafik bölgelere göre gözlenen farklılıklarına melittin gen mutasyonlarının etkisinin belirlenmesi., 2023-2024, Yükseköğretim Kurumları Destekli Proje, Diğer, Devam Ediyor
- Toplum Ruh Sağlığı Merkezi Hastalarının Arıcılık Eğitimi ve İstihdamına Yönelik Pilot Bir Çalışma, 2023-2024, TÜBİTAK Projesi, AR-GE Projesi, Devam Ediyor
- Efe (*Apis mellifera anatoliaca*) ve Efe F1 Arılarında Hijyenik Davranış Performansı Üzerine Oktopamin, Tyramine, Dopamin ve Adenozin Reseptör Genlerindeki SNP'lerin Seleksiyon Kriteri Olarak Araştırılması, 2022-2024, Yükseköğretim Kurumları Destekli Proje, AR-GE Projesi, Tamamlandı.
- Türkiye'nin farklı coğrafi bölgelerinden elde edilen Anadolu arısı (*Apis mellifera anatoliaca*) zehirinin kimyasal içeriğinin ve biyoaktivitesinin belirlenmesi, 2021-, Yükseköğretim Kurumları Destekli Proje, AR-GE Projesi, Tamamlandı.
- Bal Arısı Kolonilerinde *Varroa Destructor* Mücadelesinde Kullanılan Bazı Organik Asitlerin Ve Esansiyel Yağların Etkinliklerinin Koloni Gelişim Ve Davranış Parametreleri Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi 14-2016, Yükseköğretim Kurumları Destekli Proje, AR-GE Projesi, Tamamlandı

Makaleler

- Cytotoxic and apoptotic effectiveness of Cypriot honeybee (*Apis mellifera cypria*) venom on various cancer cells, TURKISH JOURNAL OF BIOCHEMISTRY-TURK BIYOKIMYA DERGISI, SCI Expanded İndekslerine Giren Dergi, Uluslararası, Wos, 2024, cilt 0, ss 10-18.
- Comparative Study of Antiviral, Cytotoxic, Antioxidant Activities, Total Phenolic Profile and Chemical Content of Propolis Samples in Different Colors from Türkiye, ANTIOXIDANTS, SCI Expanded İndekslerine Giren Dergi, Uluslararası, 2022, cilt 11, ss 2075-2085
- The Effects of Environmental Problems on Honey Bees in view of Sustainable Life, *Mellifera*, Diğer Kurumların Hakemli Dergileri, Uluslararası, Scopus, 2019

- *Bombus terrestris*'in Bitkisel Üretimde Kullanımı; Artıları ve Eksileri, Petek Dergisi, Hakemsiz Dergi, Ulusal, 2015, ss 6-8
- Arıcılıkta mobil veri kullanımı, Tarım Türk Hayvancılık, Hakemsiz Dergi, Ulusal, 2015, ss 72-74

Bildiriler

- *Apis mellifera* L. Türü Arı Zehirinin Enzimatik Aktivitelerinin Araştırılması, 7th International Eurasian Conference on Biological and Chemical Sciences (EurasianBioChem 2024), Türkiye, Ankara, Uluslararası, Sözlü Sunum, Özet Bildiri, 2024-2024, ss 106-106
- In silico synthesis of melittin determined by proteomic sequencing from *Apis mellifera anatoliaca* venom, which has lipotoxic potential in skin cancer cells, 2 nd International Congress European Venom Network, İtalya, Napoli, Uluslararası, Poster, Özet Bildiri, 2024-2024, ss 55-55
- Genomic and proteomic analysis of melittin structure of different honeybee species from Türkiye and Cyprus; Venom and venom gland samples, 2nd International Congress European Venom Network, İtalya, Napoli, Uluslararası, Poster, Özet Bildiri, 2024-2024, ss 56-56
- Toxicity and irritation potential of bee venoms collected from honeybee ecotypes from Türkiye and Cyprus, Third International Congress on Bee Sciences, Kırgızistan, Manas, Uluslararası, Poster, Yayınlanmadı, 2024-2024, ss 1-1
- Bee venom production: pros and cons, ICBEES - Third International Congress on Bee Sciences, Kırgızistan, , Uluslararası, Sözlü Sunum, Tam Metin Bildiri, 2024-2024, ss 168-168
- Understanding the importance of changes in honeybee populations and colony losses, International Conference of Farm Animal Diversity & 33rd Annual Meeting of the International Association for the Conservation of Animal Breeds in the Danube Region (DAGENE 2024), Bulgaristan, Stara Zagora, Uluslararası, Davetli Konuşmacı, Özet Bildiri, 2024-2024, ss 5-5
- Arıların ve Arı Ürünlerinin Adli Vakalarda Biyoindikatör Olarak Kullanım Potansiyeli, 1st International Forensic Agriculture Congress and Exhibition,

Türkiye, İzmir, Uluslararası, Sözlü Sunum, Tam Metin Bildiri, 2023-2024, ss 15-21

- Impact of environmental factors on bee venom production and quality, 5th International Conference on Global Practice of Multidisciplinary Scientific Studies, Azerbaijan, Bakü, Uluslararası, Sözlü Sunum, Özet Bildiri, 2023-2023, ss 5-5
- Impact of environmental factors on bee venom production and quality, 5th International Conference on Global Practice of Multidisciplinary Scientific Studies, Gana, BAKU, Uluslararası, Sözlü Sunum, Tam Metin Bildiri, 2023-2023, ss 1343-1352
- Honeybees as bioindicators and their potential for environmental monitoring, 5th International Conference on Global Practice of Multidisciplinary Scientific Studies, Azerbaijan, Uluslararası, Sözlü Sunum, Tam Metin Bildiri, 2023-2023, ss 1334-1342
- Apitherapeutic properties of bee venom in human and animal health, 2nd International Congress on Innovation Technologies & Engineering, Türkiye, İzmir, Uluslararası, Sözlü Sunum, Özet Bildiri, 2023-2023, ss 33-33
- New Approaches In Beehive Sensoring And Monitoring, International Ege Congresses-II, Türkiye, İzmir, Uluslararası, Sözlü Sunum, Özet Bildiri, 2023-2023, ss 32-32
- The importance of determining the production method and quality of bee products to be used in apitherapy, 1st International Congress of Apitheraphy, Türkiye, Düzce, Uluslararası, Sözlü Sunum, Özet Bildiri, 2023-2023, ss 1-1
- Opportunities Of Using Propolis In The Treatment Of Mastitis In Dairy Animals, 33rd International Scientific-Expert Conference of Agriculture and Food Industry, Türkiye, İzmir, Uluslararası, Sözlü Sunum, Özet Bildiri, 2023-2023, ss 36-36
- Effect of plant volatile components on honeybee flower visitation, Dr. Mirza Gökgöl International Plant Genetic Resources Symposium, Kıbrıs (KKTC), İZMİR, Ulusal, Poster, Özet Bildiri, 2023-, ss 123-123

- Short and long term effects of pesticide use on honey bees, 3rd Apimondia Africa Regional Symposium, Güney Afrika, Durban, Uluslararası, Sözlü Sunum, Özet Bildiri, 2023-2023, ss 16-16
- Innovative using facilities of bee venom, 32nd International Scientific Experts Conference on Agriculture and Food Industry, Bosna Hersek, Sarajevo, Uluslararası, Sözlü Sunum, Tam Metin Bildiri, 2022-2022, ss 185-191
- Cytotoxic and Apoptotic Potentials of Anatolian Bee Venom Samples Belonging to Regional Races and Ecotypes in Türkiye, 7. Uluslararası Muğla Arıcılık ve Çam Balı Kongresi, Türkiye, Muğla, Uluslararası, Sözlü Sunum, Özet Bildiri, 2022-2022, ss 1-1
- Effects of Pesticide Use on Honey Bees, 7. Uluslararası Muğla Arıcılık ve Çam Balı Kongresi, Türkiye, Muğla, Uluslararası, Sözlü Sunum, Özet Bildiri, 2022-2022, ss 1-5
- Determination of Beekeepers' Preference Toward Bee Venom Production in Turkey, 7. Uluslararası Muğla Arıcılık ve Çam Balı Kongresi, Türkiye, Muğla, Uluslararası, Sözlü Sunum, Özet Bildiri, 2022-2022, ss 2-2
- Effects of Hygienic Behavior on Colony Health and Production in Honeybees (*Apis mellifera* L.), 7. Uluslararası Muğla Arıcılık ve Çam Balı Kongresi, Türkiye, Muğla, Uluslararası, Sözlü Sunum, Özet Bildiri, 2022-2022, ss 1-5
- The Effects of Body Symmetry and Asymmetry Formations on Yield in Honey Bees, 7. Uluslararası Muğla Arıcılık ve Çam Balı Kongresi, Türkiye, Muğla, Uluslararası, Sözlü Sunum, Özet Bildiri, 2022-2022, ss 10-10
- Effects of Environmental Pollutants on Bee Products and Human Health, 7. Uluslararası Muğla Arıcılık ve Çam Balı Kongresi, Türkiye, Muğla, Uluslararası, Poster, Özet Bildiri, 2022-2022, ss 1-1
- Morphometric characterization of bee races (*Apis mellifera* L.) from different regions of Turkey and their venom potential for Apitherapy according to geographical differences, 47th Apimondia International Apicultural Congress, Türkiye, İstanbul, Uluslararası, Sözlü Sunum, Özet Bildiri, 2022-2022, ss 82-82

- Morphometric Characterization of Cypriot Honeybee (*Apis mellifera cypriaca*) and Its Venom Cytotoxic Effectiveness against Cancer Cells, 47th Apimondia International Apicultural Congress, Türkiye, İstanbul, Uluslararası, Sözlü Sunum, Özet Bildiri, 2022-2022, ss 75-75
- Investigation of Photosensitive Mesoporous Silica Nanoparticles Combined With Apitherapy on Breast Cancer Treatment, 26th International Biomedical Science and Technology Symposium, Kıbrıs (KKTC), Ankara, Uluslararası, Sözlü Sunum, Özet Bildiri, 2022- 28. Using bee products on apitherapy applications for animals., Australian Apitherapy Association Conference, Avustralya, Uluslararası, Sözlü Sunum, Özet Bildiri, 2021-2021
- Opportunities and Restrictions of Pine Honeydew Honey in the World Honey Market, 31st International Scientific-Expert Conference of Agriculture and Food Industry, Türkiye, İzmir, Uluslararası, Sözlü Sunum, Özet Bildiri, 2021-2021
- Sürdürülebilir Arıcılık Açısından Çevresel Sorunların Bal Arıları Üzerine Etkileri, 1st International Symposium on Agriculture and Food in Turkish World, Türkiye, İzmir, Uluslararası, Sözlü Sunum, Tam Metin Bildiri, 2019-2019, ss 11-16
- Assurance of Healthy and Sustainable Production in Bee Products “Good Manufacturing Practises (GMP)”, 29th International Scientific-Expert Conference of Agriculture and Food Industry, Uluslararası, Sözlü Sunum, Tam Metin Bildiri, 2018-2018, ss 33-35
- The using facilities of mobile data in beekeeping practises., 5th International Muğla Beekeeping and Pine Honey Congress, Türkiye, Muğla, Uluslararası, Poster, Özet Bildiri, 2016-2016, cilt, ss 10-12

Kitapta bölümler

- Encouragement of Organic and Biodynamic beekeeping facilities for sustainable beekeeping, Organic Agriculture Plant & Livestock Production, Mesleki Kitap, İksad Yayınevi, B, Uluslararası, 2021, ss 184-205, Türkiye, Ankara

- Organik Hayvansal Üretim - Dünden Yarına Türkiye'de Organik Arıcılık, Organik Tarım, Diğer, ETO, Diğer Ulusal, Ulusal, 2024, ss 292-299, Kıbrıs (KKTC), İZMİR
- Bilimsel Veriler Işığında Apilarnilin Apiterapi'de Yeri, Türkiye Klinikleri Geleneksel ve Tamamlayıcı Tıp - Özel Konular Apiterapi, Mesleki Kitap, Türkiye Klinikleri Geleneksel ve Tamamlayıcı Tıp, Ulusal, 2021, ss 137-140, Türkiye, Ankara

Etkinlik organizasyonlarındaki görevler

- 33rd International Scientific-Expert Conference of Agriculture and Food Industry, 2023-2023, Bilimsel Kongre/Sempozyum Organizasyonu, Konferans, Türkiye, İzmir

Araştırma grubu üyelikleri

- WG2 - WG3 - WG4, 2023-, Üye, COST Action - CA22105, BEekeeping products valorization and biomonitoring for the SAFETY of BEEs and HONEY (BeSafeBeeHoney), Belçika
- WG1 - WG2, 2022-, Üye, European Venom Network (EUVEN) – COST Action CA19144, Belçika

Ödüller

- En iyi sözlü sunum birincilik ödülü, 2023, Diğer Ödüller, Başarı Ödülü, Duzce University 1st International Congress Of Apitherapy

Burslar

- Short Term Scientific Mission, 2022-2022, Yurtdışında Araştırma Amaçlı Bulunmaya Yönelik, Belçika, COST Action CA19144

Davetli konuşmalar

- International Conference of Farm Animal Diversity 33rd Annual Meeting of the International Association for the Conservation of Animal Breeds in the Danube Region / Understanding the importance of changes in honeybee populations and colony losses, 2024, Konferans, Bulgaristan, Trakia University
- Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Eğitimi/ Arıların TAB Üretiminde Önemi ve Kullanım Olanakları, 2023, Konferans, Türkiye, Antalya İl Tarım ve Orman Müdürlüğü
- EUVEN Monthly Seminar Series/ Bee venom: production methods and field of usage, 2022, Seminer, Belçika, European Venom Network (EUVEN) – COST Action CA19144
- Honey bee venom: All stages from collecting to areas of use, 2022, Seminer, Almanya, ITT European Research Seminar 5. Ülkemizde Apiterapi Amaçlı Arı Zehri Üretim Potansiyeli, 2021, Seminer, Türkiye, Ege Üniversitesi

Ek 1. Arı örneklerinde diskriminant fonksiyon analizi sonuçları.

Comparison	Procrustes distance	Procrustes distance (P)	T-square (P)	Mahalanobis distance	T-square (value)	P- value (parametric)
Adana - Adana Kılıç	1.05*10 ⁻²	0.0030	0.0030	4.22	267	0.0040
Adana - Adıyaman	1.10*10 ⁻²	0.0020	0.0440	3.47	180	0.0427
Adana - Alanya	1.17*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	6.29	593	<0.0001
Adana - Ankara	1.51*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	6.06	552	<0.0001
Adana - Antakya	1.32*10 ⁻²	<0.0001	0.0300	3.60	194	0.0287
Adana – Antakya Yeni	1.82*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	8.26	1024	<0.0001
Adana - Antalya	1.57*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	5.49	452	<0.0001
Adana - Ardahan	1.49*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	5.01	377	0.0003
Adana – Artvin	2.07*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	8.05	973	<0.0001
Adana – Artvin Maçahel	2.52*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	12.9	2498	<0.0001
Adana - Aydın	1.75*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	4.88	357	0.0005
Adana - Balıkesir	1.59*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	6.32	599	<0.0001
Adana - Bolu	2.20*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	6.38	611	<0.0001
Adana - Burdur	1.37*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	7.51	847	<0.0001
Adana - Bursa	1.71*10 ⁻²	<0.0001	0.0010	5.43	443	<0.0001
Adana - Bingöl	1.59*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	7.94	946	<0.0001
Adana - Düzce	1.71*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	6.33	602	<0.0001
Adana - Diyarbakır	1.61*10 ⁻²	<0.0001	0.0010	4.74	337	0.0008
Adana - Elazığ	1.36*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	7.34	809	<0.0001
Adana - Erzurum	2.30*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	10.68	1712	<0.0001
Adana - Eskişehir	1.87*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	5.73	494	<0.0001
Adana - Gaziantep	1.80*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	7.12	762	<0.0001
Adana - Gökçeada	2.20*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	6.05	550	<0.0001
Adana – Hakkari Bayköy	1.77*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	5.21	402	0.0002
Adana – Hakkari Mela	1.73*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	5.99	538	<0.0001
Adana – Hakkari Yüksekova	2.27*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	10.29	1590	<0.0001
Adana - Isparta	1.83*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	7.50	843	<0.0001
Adana - Iğdır	2.48*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	7.19	777	<0.0001
Adana - Kars	2.41*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	6.64	662	<0.0001
Adana - Kayseri	2.02*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	7.56	858	<0.0001
Adana – Kıbrıs Lefkoşa	1.96*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	6.41	617	<0.0001
Adana – Kıbrıs Malhdağ	2.22*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	8.27	1027	<0.0001
Adana - Kırklareli	1.98*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	9.20	1271	<0.0001
Adana - Kırşehir	2.00*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	6.51	636	<0.0001
Adana – Konya	2.45*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	8.12	990	<0.0001
Adana - Kütahya	2.55*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	9.41	1329	<0.0001

Comparison	Procrustes distance	Procrustes distance (P)	T-square (P)	Mahalanobis distance	T-square (value)	P- value (parametric)
Adana - Manisa	2.60*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	11.69	2051	<0.0001
Adana - Mersin	2.56*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	7.74	899	<0.0001
Adana – Muğla Döğüşbelen	2.16*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	7.18	774	<0.0001
Adana – Muğla İkizce	2.55*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	11.95	2144	<0.0001
Adana – Muğla İncirköy	2.38*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	9.01	1217	<0.0001
Adana - Niğde	2.96*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	11.81	2092	<0.0001
Adana - Ordu	3.11*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	14.07	2971	<0.0001
Adana – Rize Fındıklı	2.38*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	9.30	1299	<0.0001
Adana – Rize Çat	2.21*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	6.24	585	<0.0001
Adana - Samsun	2.74*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	8.94	1199	<0.0001
Adana - Sivas	3.31*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	9.93	1480	<0.0001
Adana - Tunceli	2.81*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	9.59	1381	<0.0001
Adana - Van	2.50*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	8.36	1048	<0.0001
Adana - Yozgat	2.79*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	11.17	1873	<0.0001
Adana - Çanakkale	1.64*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	8.15	997	<0.0001
Adana - İstanbul	2.07*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	7.63	874	<0.0001
Adana – İzmir Ege	2.31*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	8.14	995	<0.0001
Adana – İzmir Sasalı	2.49*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	8.04	970	<0.0001
Adana - Şanlıurfa	2.94*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	9.29	1296	<0.0001
Adana – Şırnak Faraşın	2.20*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	7.69	887	<0.0001
Adana Kılıç - Adıyaman	0.94*10 ⁻²	0.0180	0,0430	3.54	188	0.0342
Adana Kılıç - Alanya	1.37*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	5.53	460	<0.0001
Adana Kılıç - Ankara	1.27*10 ⁻²	<0.0001	0.0010	5.07	386	0.0003
Adana Kılıç - Antakya	1.24*10 ⁻²	<0.0001	0.0040	4.03	244	0.0074
Adana Kılıç – Antakya Yeni	1.45*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	6.83	699	<0.0001
Adana Kılıç - Antalya	1.49*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	8.49	1082	<0.0001
Adana Kılıç - Ardahan	1.69*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	7.96	952	<0.0001
Adana Kılıç - Artvin	2.09*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	8.06	976	<0.0001
Adana Kılıç – Artvin Maçahel	2.53*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	11.15	1856	<0.0001
Adana Kılıç - Aydın	1.83*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	6.23	582	<0.0001
Adana Kılıç - Balıkesir	1.65*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	14.0	2940	<0.0001
Adana Kılıç - Bolu	2.03*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	8.84	1173	<0.0001
Adana Kılıç - Burdur	1.62*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	8.59	1107	<0.0001
Adana Kılıç - Bursa	1.88*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	8.83	1170	<0.0001
Adana Kılıç- Bingöl	1.85*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	8.11	988	<0.0001
Adana Kılıç - Düzce	1.99*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	10.08	1527	<0.0001
Adana Kılıç - Diyarbakır	1.80*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	8.54	1095	<0.0001
Adana Kılıç - Elazığ	1.43*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	10.72	1725	<0.0001

Comparison	Procrustes distance	Procrustes distance (P)	T-square (P)	Mahalanobis distance	T-square (value)	P- value (parametric)
Adana Kılıç - Erzurum	2.35*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	10.30	1592	<0.0001
Adana Kılıç - Eskişehir	1.88*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	7.96	952	<0.0001
Adana Kılıç - Gaziantep	2.16*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	9.01	1218	<0.0001
Adana Kılıç - Gökçeada	2.36*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	9.87	1462	<0.0001
Adana Kılıç - Hakkari Bayköy	1.93*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	6.76	686	<0.0001
Adana Kılıç - Hakkari Mela	1.80*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	9.28	1292	<0.0001
Adana Kılıç - Hakkari Yüksekova	2.13*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	8.88	1183	<0.0001
Adana Kılıç - Isparta	1.99*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	8.36	1048	<0.0001
Adana Kılıç - Iğdır	2.55*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	7.92	940	<0.0001
Adana Kılıç - Kars	2.53*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	8.02	965	<0.0001
Adana Kılıç - Kayseri	1.87*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	8.12	990	<0.0001
Adana Kılıç - Kıbrıs Lefkoşa	2.01*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	9.14	1255	<0.0001
Adana Kılıç - Kıbrıs Mallıdağ	2.49*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	9.14	1253	<0.0001
Adana Kılıç - Kırklareli	2.19*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	9.60	1382	<0.0001
Adana Kılıç - Kırşehir	2.32*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	7.40	822	<0.0001
Adana Kılıç - Konya	2.40*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	8.57	1102	<0.0001
Adana Kılıç - Kütahya	2.71*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	11.40	1952	<0.0001
Adana Kılıç - Manisa	2.56*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	9.69	1411	<0.0001
Adana Kılıç - Mersin	2.60*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	10.02	1508	<0.0001
Adana Kılıç - Muğla Döğüşbelen	2.32*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	10.38	1618	<0.0001
Adana Kılıç - Muğla İkizce	2.79*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	11.49	1983	<0.0001
Adana Kılıç - Muğla İncirköy	2.58*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	9.80	1440	<0.0001
Adana Kılıç - Niğde	3.00*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	10.22	1568	<0.0001
Adana Kılıç - Ordu	3.05*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	14.37	3100	<0.0001
Adana Kılıç - Rize Fındıklı	2.44*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	11.81	2093	<0.0001
Adana Kılıç - Rize Çat	2.13*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	8.57	1103	<0.0001
Adana Kılıç - Samsun	2.77*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	9.85	1455	<0.0001
Adana Kılıç - Sivas	3.32*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	9.01	1220	<0.0001
Adana Kılıç - Tunceli	2.91*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	10.41	1626	<0.0001
Adana Kılıç - Van	2.60*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	10.45	1638	<0.0001
Adana Kılıç - Yozgat	2.90*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	13.60	2775	<0.0001
Adana Kılıç - Çanakkale	1.78*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	14.45	3135	<0.0001
Adana Kılıç - İstanbul	2.05*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	9.54	1365	<0.0001
Adana Kılıç - İzmir Ege	2.45*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	13.17	2602	<0.0001
Adana Kılıç - İzmir Sasalı	2.46*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	11.88	2119	<0.0001
Adana Kılıç - Şanlıurfa	3.10*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	14.46	3140	<0.0001
Adana Kılıç - Şırnak Faraşın	2.48*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	9.70	1412	<0.0001

Comparison	Procrustes distance	Procrustes distance (P)	T-square (P)	Mahalanobis distance	T-square (value)	P- value (parametric)
Adıyaman - Alanya	1.08*10 ⁻²	<0.0001	0.0030	4.47	300	0.0018
Adıyaman - Ankara	1.23*10 ⁻²	<0.0001	0.0350	3.58	192	0.0307
Adıyaman - Antakya	0.95*10 ⁻²	0.0090	0.0090	3.95	234	0.0095
Adıyaman – Antakya yeni	1.47*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	7.33	806	<0.0001
Adıyaman - Antalya	0.93*10 ⁻²	0.0040	<0.0001	4.85	352	0.0005
Adıyaman - Ardahan	1.19*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	5.51	456	<0.0001
Adıyaman - Artvin	1.70*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	6.59	652	<0.0001
Adıyaman – Artvin Maçahel	1.88*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	9.84	1454	<0.0001
Adıyaman - Aydın	1.51*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	5.52	458	<0.0001
Adıyaman - Balıkesir	1.27*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	6.36	608	<0.0001
Adıyaman - Bolu	1.71*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	6.54	643	<0.0001
Adıyaman - Burdur	1.17*10 ⁻²	<0.0001	0.0360	3.61	196	0.0273
Adıyaman - Bursa	1.47*10 ⁻²	<0.0001	0.0020	5.06	385	0.0003
Adıyaman - Bingöl	1.39*10 ⁻²	<0.0001	0.0010	4.90	361	0.0004
Adıyaman - Düzce	1.69*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	6.90	715	<0.0001
Adıyaman – Diyarbakır	1.52*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	7.09	756	<0.0001
Adıyaman - Elazığ	1.30*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	4.73	336	0.0008
Adıyaman - Erzurum	1.91*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	6.97	728	<0.0001
Adıyaman - Eskişehir	1.72*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	6.10	558	<0.0001
Adıyaman – Gaziantep	2.09*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	8.85	1175	<0.0001
Adıyaman - Gökçeada	2.37*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	10.12	1536	<0.0001
Adıyaman – Hakkari Bayköy	1.58*10 ⁻²	<0.0001	0.0010	5.20	406	0.0002
Adıyaman – Hakkari Mela	1.45*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	6.93	720	<0.0001
Adıyaman – Hakkari Yüksekova	1.73*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	7.94	947	<0.0001
Adıyaman - Isparta	1.59*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	7.12	761	<0.0001
Adıyaman - Iğdır	2.47*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	7.34	808	<0.0001
Adıyaman - Kars	2.33*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	7.70	890	<0.0001
Adıyaman - Kayseri	1.40*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	7.24	787	<0.0001
Adıyaman – Kıbrıs Lefkoşa	1.85*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	8.45	1073	<0.0001
Adıyaman – Kıbrıs Mallıdağ	2.16*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	7.74	899	<0.0001
Adıyaman - Kırklareli	1.78*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	5.47	450	<0.0001
Adıyaman - Kırşehir	1.89*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	5.79	503	<0.0001
Adıyaman - Konya	2.26*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	8.71	1138	<0.0001
Adıyaman - Kütahya	2.33*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	13.00	2535	<0.0001
Adıyaman - Manisa	2.39*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	13.61	2781	<0.0001
Adıyaman – Mersin	2.25*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	7.77	907	<0.0001
Adıyaman – Muğla Döğüşbelen	2.04*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	7.60	868	<0.0001
Adıyaman – Muğla İkizce	2.35*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	10.14	1544	<0.0001

Comparison	Procrustes distance	Procrustes distance (P)	T-square (P)	Mahalanobis distance	T-square (value)	P- value (parametric)
Adıyaman – Muğla İncirköy	2.24*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	9.97	1492	<0.0001
Adıyaman - Niğde	2.68*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	11.30	1917	<0.0001
Adıyaman - Ordu	2.95*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	11.68	2049	<0.0001
Adıyaman – Rize Fındıklı	2.17*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	12.28	2261	<0.0001
Adıyaman – Rize Çat	1.87*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	9.14	1253	<0.0001
Adıyaman - Samsun	2.52*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	7.51	846	<0.0001
Adıyaman - Sivas	2.92*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	7.99	958	<0.0001
Adıyaman - Tunceli	2.56*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	14.21	3031	<0.0001
Adıyaman - Van	2.28*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	8.27	1026	<0.0001
Adıyaman - Yozgat	2.76*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	14.04	2960	<0.0001
Adıyaman - Çanakkale	1.55*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	7.23	784	<0.0001
Adıyaman - İstanbul	1.90*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	10.17	1554	<0.0001
Adıyaman – İzmir Ege	1.99*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	7.78	909	<0.0001
Adıyaman – İzmir Sasalı	2.16*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	7.66	880	<0.0001
Adıyaman - Şanlıurfa	2.76*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	12.98	2528	<0.0001
Adıyaman – Şırnak Faraşın	2.22*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	7.71	892	<0.0001
Alanya - Ankara	1.48*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	7.02	740	<0.0001
Alanya - Antakya	1.51*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	4.84	351	0.0006
Alanya – Antakya Yeni	1.50*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	5.59	468	<0.0001
Alanya - Antalya	1.45*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	6.72	677	<0.0001
Alanya - Ardahan	1.55*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	7.76	904	<0.0001
Alanya - Artvin	1.71*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	6.85	704	<0.0001
Alanya – Artvin Maçahel	1.98*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	7.97	953	<0.0001
Alanya - Aydın	1.48*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	5.02	378	0.0003
Alanya - Balıkesir	1.39*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	7.71	892	<0.0001
Alanya - Bolu	1.65*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	7.74	899	<0.0001
Alanya - Burdur	1.34*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	5.49	453	<0.0001
Alanya - Bursa	1.54*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	5.71	489	<0.0001
Alanya - Bingöl	1.73*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	7.72	894	<0.0001
Alanya - Düzce	1.74*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	6.68	670	<0.0001
Alanya - Diyarbakır	1.52*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	6.97	730	<0.0001
Alanya - Elazığ	1.34*10 ⁻²	<0.0001	0.0010	5.31	423	0.0001
Alanya - Erzurum	1.82*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	8.14	995	<0.0001
Alanya - Eskişehir	1.67*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	8.12	991	<0.0001
Alanya - Gaziantep	2.48*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	10.26	1579	<0.0001
Alanya - Gökçeada	2.30*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	9.21	1273	<0.0001
Alanya – Hakkari Bayköy	1.96*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	6.09	556	<0.0001
Alanya – Hakkari Mela	1.55*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	7.31	802	<0.0001

Comparison	Procrustes distance	Procrustes distance (P)	T-square (P)	Mahalanobis distance	T-square (value)	P- value (parametric)
Alanya – Hakkari Yüksekova	1.97*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	6.58	651	<0.0001
Alanya - Isparta	1.77*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	10.57	1678	<0.0001
Alanya - Iğdır	2.24*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	7.24	786	<0.0001
Alanya - Kars	2.51*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	9.10	1243	<0.0001
Alanya - Kayseri	1.36*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	8.72	1142	<0.0001
Alanya – Kıbrıs Lefkoşa	1.95*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	7.09	755	<0.0001
Alanya – Kıbrıs Mallıdağ	2.35*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	9.87	1462	<0.0001
Alanya – Kırklareli	2.15*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	7.41	825	<0.0001
Alanya - Kırşehir	2.01*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	8.48	1078	<0.0001
Alanya - Konya	2.08*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	9.52	1361	<0.0001
Alanya - Kütahya	2.39*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	10.43	1634	<0.0001
Alanya - Manisa	2.25*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	11.25	1898	<0.0001
Alanya – Mersin	2.14*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	7.61	868	<0.0001
Alanya – Muğla Döğüşbelen	2.02*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	8.09	984	<0.0001
Alanya – Muğla İkizce	2.46*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	9.89	1468	<0.0001
Alanya – Muğla İncirköy	2.39*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	9.31	1302	<0.0001
Alanya - Niğde	2.75*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	16.29	3982	<0.0001
Alanya - Ordu	2.84*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	11.84	2103	<0.0001
Alanya – Rize Fındıklı	2.21*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	9.42	1332	<0.0001
Alanya – Rize Çat	1.84*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	7.13	762	<0.0001
Alanya - Samsun	2.48*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	9.62	1388	<0.0001
Alanya - Sivas	2.80*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	8.37	1052	<0.0001
Alanya – Tunceli	2.53*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	9.70	1412	<0.0001
Alanya - Van	2.31*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	10.53	1666	<0.0001
Alanya - Yozgat	2.71*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	12.49	2343	<0.0001
Alanya - Çanakkale	1.62*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	9.33	1306	<0.0001
Alanya - İstanbul	1.67*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	10.14	1544	<0.0001
Alanya – İzmir Ege	2.03*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	10.32	1599	<0.0001
Alanya – İzmir Sasalı	1.73*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	8.39	1056	<0.0001
Alanya - Şanlıurfa	2.81*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	9.93	1480	<0.0001
Alanya – Şırnak Faraşın	2.20*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	8.42	1065	<0.0001
Ankara - Antakya	1.45*10 ⁻²	<0.0001	0.0060	4.08	250	0.0062
Ankara – Antakya Yeni	1.69*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	6.66	666	<0.0001
Ankara - Antalya	1.59*10 ⁻²	<0.0001	0.0010	4.50	304	0.0016
Ankara - Ardahan	1.66*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	6.81	696	<0.0001
Ankara - Artvin	1.87*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	6.51	636	<0.0001
Ankara – Artvin Maçahel	2.23*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	10.52	1662	<0.0001
Ankara - Aydın	2.15*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	5.86	515	<0.0001

Comparison	Procrustes distance	Procrustes distance (P)	T-square (P)	Mahalanobis distance	T-square (value)	P- value (parametric)
Ankara - Balıkesir	1.39*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	9.36	1316	<0.0001
Ankara - Bolu	2.12*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	8.21	1011	<0.0001
Ankara - Burdur	1.64*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	6.46	626	<0.0001
Ankara - Bursa	1.67*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	7.07	751	<0.0001
Ankara - Bingöl	1.70*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	6.12	562	<0.0001
Ankara - Düzce	2.00*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	7.54	853	<0.0001
Ankara - Diyarbakır	1.74*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	9.21	1274	<0.0001
Ankara - Elazığ	1.46*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	6.27	590	<0.0001
Ankara - Erzurum	2.11*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	8.44	1069	<0.0001
Ankara - Eskişehir	1.56*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	6.04	547	<0.0001
Ankara - Gaziantep	2.16*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	8.73	1143	<0.0001
Ankara - Gökçeada	1.88*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	8.70	1136	<0.0001
Ankara - Hakkari Bayköy	1.79*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	8.89	1186	<0.0001
Ankara - Hakkari Mela	1.50*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	6.95	725	<0.0001
Ankara - Hakkari Yüksekova	2.37*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	9.09	1241	<0.0001
Ankara - Isparta	1.88*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	7.65	878	<0.0001
Ankara - Iğdır	2.35*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	9.44	1337	<0.0001
Ankara - Kars	2.91*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	11.64	2034	<0.0001
Ankara - Kayseri	1.84*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	9.08	1238	<0.0001
Ankara - Kıbrıs Lefkoşa	2.19*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	8.75	1150	<0.0001
Ankara - Kıbrıs Mallıdağ	2.52*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	9.44	1338	<0.0001
Ankara - Kırklareli	2.52*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	9.35	1312	<0.0001
Ankara - Kırşehir	2.43*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	9.19	1268	<0.0001
Ankara - Konya	2.49*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	10.95	1798	<0.0001
Ankara - Kütahya	2.72*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	13.79	2852	<0.0001
Ankara - Manisa	2.67*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	11.64	2034	<0.0001
Ankara - Mersin	2.56*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	8.56	1099	<0.0001
Ankara - Muğla Döğüşbelen	2.46*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	9.03	1223	<0.0001
Ankara - Muğla İkizce	2.77*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	13.60	2776	<0.0001
Ankara - Muğla İncirköy	2.69*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	13.21	2618	<0.0001
Ankara - Niğde	3.11*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	12.58	2376	<0.0001
Ankara - Ordu	3.15*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	9.81	1445	<0.0001
Ankara - Rize Fındıklı	2.26*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	10.90	1782	<0.0001
Ankara - Rize Çat	2.40*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	9.65	1397	<0.0001
Ankara - Samsun	2.75*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	13.20	2613	<0.0001
Ankara - Sivas	3.26*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	9.21	1272	<0.0001
Ankara - Tunceli	2.97*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	13.19	2610	<0.0001
Ankara - Van	2.68*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	9.02	1222	<0.0001

Comparison	Procrustes distance	Procrustes distance (P)	T-square (P)	Mahalanobis distance	T-square (value)	P- value (parametric)
Ankara - Yozgat	2.80*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	12.75	2439	<0.0001
Ankara - Çanakkale	1.88*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	8.04	971	<0.0001
Ankara - İstanbul	1.96*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	10.38	1619	<0.0001
Ankara – İzmir Ege	2.59*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	11.79	2086	<0.0001
Ankara – İzmir Sasalı	2.18*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	10.53	1664	<0.0001
Ankara - Şanlıurfa	3.02*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	11.69	2052	<0.0001
Ankara – Şırnak Faraşın	2.48*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	10.04	1513	<0.0001
Antakya – Antakya Yeni	1.28*10 ⁻²	<0.0001	0,0010	4.81	347	0,0006
Antakya - Alanya	1.35*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	5.73	433	<0.0001
Antakya - Ardahan	1.69*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	5.41	440	0,0001
Antakya - Artvin	2.01*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	6.52	638	<0.0001
Antakya – Artvin Maçahel	1.98*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	9.27	1289	<0.0001
Antakya - Aydın	2.02*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	5.92	526	<0.0001
Antakya - Balıkesir	1.60*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	5.56	464	<0.0001
Antakya - Bolu	2.33*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	7.02	739	<0.0001
Antakya - Burdur	1.53*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	6.41	616	<0.0001
Antakya - Bursa	1.52*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	5.74	494	<0.0001
Antakya - Bingöl	1.59*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	5.57	466	<0.0001
Antakya - Düzce	1.93*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	7.58	862	<0.0001
Antakya - Diyarbakır	1.71*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	6.34	604	<0.0001
Antakya - Elazığ	1.58*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	6.06	551	<0.0001
Antakya - Erzurum	2.20*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	8.87	1181	<0.0001
Antakya - Eskişehir	2.08*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	6.18	572	<0.0001
Antakya - Gaziantep	2.39*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	7.92	941	<0.0001
Antakya - Gökçeada	2.63*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	9.98	1495	<0.0001
Antakya – Hakkari Bayköy	1.69*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	5.43	443	<0.0001
Antakya – Hakkari Mela	1.78*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	7.97	953	<0.0001
Antakya – Hakkari Yüksekova	2.16*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	7.90	937	<0.0001
Antakya - Isparta	1.85*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	9.14	1253	<0.0001
Antakya - Iğdır	2.79*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	9.06	1231	<0.0001
Antakya - Kars	2.63*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	8.66	1125	<0.0001
Antakya - Kayseri	1.99*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	8.14	994	<0.0001
Antakya – Kıbrıs Lefkoşa	2.33*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	8.00	960	<0.0001
Antakya – Kıbrıs Mallıdağ	2.61*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	9.70	1413	<0.0001
Antakya - Kırklareli	2.13*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	6.18	573	<0.0001
Antakya - Kırşehir	2.21*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	6.99	733	<0.0001
Antakya - Konya	2.76*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	7.78	908	<0.0001
Antakya - Kütahya	2.70*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	13.58	2768	<0.0001

Comparison	Procrustes distance	Procrustes distance (P)	T-square (P)	Mahalanobis distance	T-square (value)	P- value (parametric)
Antakya - Manisa	2.94*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	10.79	1747	<0.0001
Antakya - Mersin	2.59*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	11.56	2004	<0.0001
Antakya – Muğla Döğüşbelen	2.53*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	9.20	1269	<0.0001
Antakya – Muğla İkizce	2.73*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	13.73	2831	<0.0001
Antakya – Muğla İncirköy	2.74*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	10.35	1607	<0.0001
Antakya - Niğde	3.21*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	10.81	1755	<0.0001
Antakya - Ordu	3.42*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	9.66	1401	<0.0001
Antakya – Rize Fındıklı	2.52*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	11.59	2016	<0.0001
Antakya – Rize Çat	2.44*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	8.50	1086	<0.0001
Antakya - Samsun	2.89*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	9.48	1349	<0.0001
Antakya - Sivas	3.36*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	9.32	1305	<0.0001
Antakya - Tunceli	3.11*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	10.53	1664	<0.0001
Antakya - Van	2.74*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	9.73	1421	<0.0001
Antakya - Yozgat	3.24*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	14.11	2989	<0.0001
Antakya - Çanakkale	1.91*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	8.26	1023	<0.0001
Antakya - İstanbul	2.20*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	10.32	1600	<0.0001
Antakya – İzmir Ege	2.38*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	9.39	1324	<0.0001
Antakya – İzmir Sasalı	2.54*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	10.71	1722	<0.0001
Antakya - Şanlıurfa	3.21*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	13.76	2842	<0.0001
Antakya – Şırnak Faraşın	2.57*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	8.49	1081	<0.0001
Antakya Yeni - Antalya	1.99*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	8.72	1141	<0.0001
Antakya Yeni - Ardahan	2.08*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	7.79	911	<0.0001
Antakya Yeni - Artvin	2.63*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	11.29	1914	<0.0001
Antakya Yeni – Artvin Maçahel	2.70*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	10.70	1718	<0.0001
Antakya Yeni - Aydın	2.16*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	6.50	635	<0.0001
Antakya Yeni - Balıkesir	1.96*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	8.27	1027	<0.0001
Antakya Yeni - Bolu	2.41*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	7.64	875	<0.0001
Antakya Yeni - Burdur	1.82*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	6.70	675	<0.0001
Antakya Yeni - Bursa	2.23*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	6.98	731	<0.0001
Antakya Yeni - Bingöl	2.48*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	9.57	1374	<0.0001
Antakya Yeni - Düzce	2.39*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	10.27	1584	<0.0001
Antakya Yeni - Diyarbakır	2.07*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	9.51	1356	<0.0001
Antakya Yeni - Elazığ	1.88*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	8.44	1070	<0.0001
Antakya Yeni - Erzurum	2.75*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	10.35	1609	<0.0001
Antakya Yeni - Eskişehir	2.40*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	9.27	1290	<0.0001
Antakya Yeni - Gaziantep	2.96*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	12.14	2213	<0.0001
Antakya Yeni - Gökçeada	2.66*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	10.34	1605	<0.0001

Comparison	Procrustes distance	Procrustes distance (P)	T-square (P)	Mahalanobis distance	T-square (value)	P- value (parametric)
Antakya Yeni – Hakkari Bayköy	2.68*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	7.90	938	<0.0001
Antakya Yeni – Hakkari Mela	2.35*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	9.35	1312	<0.0001
Antakya Yeni – Hakkari Yüksekova	2.73*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	10.80	1750	<0.0001
Antakya Yeni - Isparta	2.54*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	11.24	1895	<0.0001
Antakya Yeni - Iğdır	3.11*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	9.58	1378	<0.0001
Antakya Yeni - Kars	3.28*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	9.63	1392	<0.0001
Antakya Yeni - Kayseri	2.14*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	12.97	2524	<0.0001
Antakya Yeni – Kıbrıs Lefkoşa	2.68*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	8.72	1143	<0.0001
Antakya Yeni – Kıbrıs Malhdağ	3.30*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	14.37	3099	<0.0001
Antakya Yeni - Kırklareli	2.95*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	10.22	1567	<0.0001
Antakya Yeni – Kırşehir	2.91*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	9.43	1335	<0.0001
Antakya Yeni – Konya	2.56*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	13.98	2935	<0.0001
Antakya Yeni – Kütahya	3.31*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	15.80	3745	<0.0001
Antakya Yeni – Manisa	3.08*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	15.08	3412	<0.0001
Antakya Yeni – Mersin	3.13*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	12.02	2170	<0.0001
Antakya Yeni – Muğla Döğüşbelen	2.76*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	11.16	1868	<0.0001
Antakya Yeni – Muğla İkizce	3.29*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	14.33	3083	<0.0001
Antakya Yeni – Muğla İncirköy	3.16*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	14.57	3187	<0.0001
Antakya Yeni – Niğde	3.62*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	13.33	2667	<0.0001
Antakya Yeni – Ordu	3.83*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	17.88	4800	<0.0001
Antakya Yeni – Rize Fındıklı	2.97*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	12.14	2211	<0.0001
Antakya Yeni – Rize Çat	2.61*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	10.36	1612	<0.0001
Antakya Yeni – Samsun	3.34*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	11.92	2134	<0.0001
Antakya Yeni – Sivas	3.79*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	12.30	2272	<0.0001
Antakya Yeni – Tunceli	3.42*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	19.90	5945	<0.0001
Antakya Yeni – Van	3.23*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	11.75	2071	<0.0001
Antakya Yeni – Yozgat	3.39*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	16.55	4110	<0.0001
Antakya Yeni - Çanakkale	2.35*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	10.97	1805	<0.0001
Antakya Yeni - İstanbul	2.29*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	10.80	1751	<0.0001
Antakya Yeni – İzmir Ege	2.79*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	10.63	1695	<0.0001
Antakya Yeni – İzmir Sasalı	2.90*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	13.94	2915	<0.0001
Antakya Yeni - Şanlıurfa	3.73*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	14.38	3102	<0.0001
Antakya Yeni – Şırnak Faraşın	3.06*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	13.55	2756	<0.0001
Antalya - Ardahan	1.25*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	5.58	467	<0.0001
Antalya - Artvin	1.64*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	7.50	844	<0.0001
Antalya – Artvin Maçahel	1.76*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	9.14	1253	<0.0001
Antalya - Aydın	1.65*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	5.47	450	<0.0001

Comparison	Procrustes distance	Procrustes distance (P)	T-square (P)	Mahalanobis distance	T-square (value)	P- value (parametric)
Antalya - Balıkesir	1.39*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	6.18	574	<0.0001
Antalya - Bolu	1.64*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	6.37	609	<0.0001
Antalya - Burdur	1.40*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	5.01	377	0.0003
Antalya - Bursa	1.59*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	8.08	979	<0.0001
Antalya - Bingöl	1.31*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	6.39	612	<0.0001
Antalya - Düzce	1.80*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	8.79	1161	<0.0001
Antalya - Diyarbakır	1.80*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	5.90	523	<0.0001
Antalya - Elazığ	1.42*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	5.82	509	<0.0001
Antalya - Erzurum	1.95*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	8.70	1136	<0.0001
Antalya - Eskişehir	1.94*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	5.37	433	0.0001
Antalya - Gaziantep	1.99*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	7.93	945	<0.0001
Antalya - Gökçeada	2.57*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	9.36	1316	<0.0001
Antalya – Hakkari Bayköy	1.49*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	7.31	802	<0.0001
Antalya – Hakkari Mela	1.41*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	6.06	552	<0.0001
Antalya – Hakkari Yüksekova	1.51*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	8.03	967	<0.0001
Antalya - Isparta	1.59*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	9.85	1457	<0.0001
Antalya - Iğdır	2.59*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	10.68	1711	<0.0001
Antalya - Kars	2.15*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	9.44	1339	<0.0001
Antalya - Kayseri	1.38*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	8.73	1143	<0.0001
Antalya – Kıbrıs Lefkoşa	1.75*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	6.85	704	<0.0001
Antalya – Kıbrıs Mallıdağ	2.00*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	8.01	964	<0.0001
Antalya - Kırklareli	1.66*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	9.60	1383	<0.0001
Antalya - Kırşehir	1.86*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	7.76	904	<0.0001
Antalya - Konya	2.22*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	8.91	1191	<0.0001
Antalya - Kütahya	2.15*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	9.99	1498	<0.0001
Antalya - Manisa	2.31*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	13.83	2871	<0.0001
Antalya - Mersin	2.12*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	6.81	696	<0.0001
Antalya – Muğla Döğüşbelen	2.02*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	9.03	1224	<0.0001
Antalya – Muğla İkizce	2.16*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	15.13	3434	<0.0001
Antalya – Muğla İncirköy	2.21*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	10.23	1572	<0.0001
Antalya - Niğde	2.43*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	11.49	1982	<0.0001
Antalya - Ordu	2.68*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	10.91	1788	<0.0001
Antalya – Rize Fındıklı	2.02*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	9.79	1440	<0.0001
Antalya – Rize Çat	1.75*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	7.33	807	<0.0001
Antalya - Samsun	2.38*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	10.09	1528	<0.0001
Antalya - Sivas	2.66*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	8.72	1143	<0.0001
Antalya - Tunceli	2.43*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	8.92	1193	<0.0001
Antalya - Van	2.07*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	9.95	1486	<0.0001

Comparison	Procrustes distance	Procrustes distance (P)	T-square (P)	Mahalanobis distance	T-square (value)	P- value (parametric)
Antalya - Yozgat	2.55*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	12.27	2260	<0.0001
Antalya - Çanakkale	1.60*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	8.63	1117	<0.0001
Antalya - İstanbul	2.05*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	8.06	974	<0.0001
Antalya – İzmir Ege	1.82*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	8.79	1159	<0.0001
Antalya – İzmir Sasalı	2.08*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	12.11	2202	<0.0001
Antalya - Şanlıurfa	2.55*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	11.40	1950	<0.0001
Antalya – Şırnak Faraşın	2.19*10 ⁻²	<0.0001	<0.0001	12.87	2486	<0.0001
Ardahan - Artvin	1.17	<0.0001	<0.0001	5.48	451	<0.0001
Ardahan – Artvin Maçahel	1.37	<0.0001	<0.0001	6.75	648	<0.0001
Ardahan - Aydın	1.45	<0.0001	<0.0001	5.92	526	<0.0001
Ardahan - Balıkesir	1.21	<0.0001	<0.0001	7.27	792	<0.0001
Ardahan - Bolu	1.97	<0.0001	<0.0001	5.06	384	0.0003
Ardahan - Burdur	1.29	<0.0001	<0.0001	6.97	729	<0.0001
Ardahan - Bursa	1.06	<0.0001	<0.0001	4.86	355	0.0005
Ardahan - Bingöl	1.03	<0.0001	<0.0001	5.11	392	0.0002
Ardahan - Düzce	1.20	<0.0001	<0.0001	6.02	544	<0.0001
Ardahan – Diyarbakır*	2.33	<0.0001	<0.0001	9.14	1255	<0.0001
Ardahan - Elazığ	1.21	<0.0001	<0.0001	5.34	427	0.0001
Ardahan - Erzurum	1.51	<0.0001	<0.0001	10.30	1591	<0.0001
Ardahan – Eskişehir	1.53	<0.0001	<0.0001	7.49	841	<0.0001
Ardahan - Gaziantep	1.95	<0.0001	<0.0001	8.33	1042	<0.0001
Ardahan - Gökçeada	2.21	<0.0001	<0.0001	7.82	919	<0.0001
Ardahan – Hakkari Bayköy	1.41	<0.0001	<0.0001	5.72	491	<0.0001
Ardahan – Hakkari Mela	1.29	<0.0001	<0.0001	6.05	550	<0.0001
Ardahan – Hakkari Yüksekova	1.85	<0.0001	<0.0001	7.00	736	<0.0001
Ardahan - Isparta	1.33	<0.0001	<0.0001	8.45	1073	<0.0001
Ardahan - Iğdır	2.25	<0.0001	<0.0001	7.92	942	<0.0001
Ardahan – Kars*	1.20	<0.0001	0.0010	4.97	371	0.0004
Ardahan - Kayseri	1.77	<0.0001	<0.0001	8.52	1090	<0.0001
Ardahan – Kıbrıs Lefkoşa	1.69	<0.0001	<0.0001	6.01	542	<0.0001
Ardahan – Kıbrıs Mallıdağ	1.94	<0.0001	<0.0001	9.40	1325	<0.0001
Ardahan - Kırklareli	1.64	<0.0001	<0.0001	7.68	885	<0.0001
Ardahan - Kırşehir	1.62	<0.0001	<0.0001	6.67	668	<0.0001
Ardahan - Konya	2.23	<0.0001	<0.0001	7.62	872	<0.0001
Ardahan - Kütahya	2.01	<0.0001	<0.0001	10.55	1672	<0.0001
Ardahan - Manisa	2.41	<0.0001	<0.0001	11.04	1892	<0.0001
Ardahan - Mersin	2.00	<0.0001	<0.0001	8.99	1213	<0.0001
Ardahan – Muğla Döğüşbelen	1.94	<0.0001	<0.0001	8.25	1022	<0.0001

Comparison	Procrustes distance	Procrustes distance (P)	T-square (P)	Mahalanobis distance	T-square (value)	P- value (parametric)
Ardahan – Muğla İkizce	1.90	<0.0001	<0.0001	10.42	1631	<0.0001
Ardahan – Muğla İncirköy	2.12	<0.0001	<0.0001	9.21	1274	<0.0001
Ardahan - Niğde	2.63	<0.0001	<0.0001	8.55	1097	<0.0001
Ardahan - Ordu	2.87	<0.0001	<0.0001	9.49	1352	<0.0001
Ardahan – Rize Fındıklı	1.99	<0.0001	<0.0001	9.08	1237	<0.0001
Ardahan – Rize Çat	1.94	<0.0001	<0.0001	6.36	606	<0.0001
Ardahan - Samsun	2.31	<0.0001	<0.0001	8.87	1181	<0.0001
Ardahan - Sivas	2.68	<0.0001	<0.0001	8.68	1130	<0.0001
Ardahan - Tunceli	2.46	<0.0001	<0.0001	11.24	1897	<0.0001
Ardahan - Van	2.10	<0.0001	<0.0001	8.23	1017	<0.0001
Ardahan - Yozgat	2.61	<0.0001	<0.0001	12.08	2190	<0.0001
Ardahan - Çanakkale	1.41	<0.0001	<0.0001	6.92	719	<0.0001
Ardahan - İstanbul	1.79	<0.0001	<0.0001	8.29	1030	<0.0001
Ardahan – İzmir Ege	1.68	<0.0001	<0.0001	10.13	1539	<0.0001
Ardahan – İzmir Sasalı	2.19	<0.0001	<0.0001	14.37	3097	<0.0001
Ardahan - Şanlıurfa	2.44	<0.0001	<0.0001	11.61	2024	<0.0001
Ardahan – Şırnak Faraşın	1.94	<0.0001	<0.0001	8.96	1206	<0.0001
Artvin – Artvin Maçahel	1.33	0.0020	<0.0001	4.96	370	0.0004
Artvin - Aydın	1.51	<0.0001	<0.0001	5.40	437	<0.0001
Artvin - Balıkesir	1.19	<0.0001	<0.0001	7.74	899	<0.0001
Artvin - Bolu	1.61	<0.0001	<0.0001	6.35	605	<0.0001
Artvin - Burdur	1.64	<0.0001	<0.0001	7.03	742	<0.0001
Artvin - Bursa	1.43	<0.0001	<0.0001	6.01	543	<0.0001
Artvin - Bingöl	1.10	<0.0001	0.0010	4.28	275	0.0033
Artvin - Düzce	1.24	<0.0001	<0.0001	4.70	332	0.0009
Artvin - Diyarbakır	1.51	<0.0001	<0.0001	5.53	460	<0.0001
Artvin - Elazığ	1.41	<0.0001	<0.0001	6.49	632	<0.0001
Artvin - Erzurum	1.40	<0.0001	<0.0001	6.69	672	<0.0001
Artvin - Eskişehir	1.36	<0.0001	<0.0001	6.89	712	<0.0001
Artvin - Gaziantep	1.87	<0.0001	<0.0001	8.77	1153	<0.0001
Artvin - Gökçeada	2.16	<0.0001	<0.0001	7.15	766	<0.0001
Artvin – Hakkari Bayköy	1.53	<0.0001	<0.0001	5.92	526	<0.0001
Artvin – Hakkari Mela	1.32	<0.0001	<0.0001	6.82	698	<0.0001
Artvin – Hakkari Yüksekova	1.76	<0.0001	<0.0001	7.75	902	<0.0001
Artvin - Isparta	1.50	<0.0001	<0.0001	10.52	1662	<0.0001
Artvin - Iğdır	1.99	<0.0001	<0.0001	7.46	835	<0.0001
Artvin - Kars	2.26	<0.0001	<0.0001	9.15	1256	<0.0001
Artvin - Kayseri	1.64	<0.0001	<0.0001	11.40	1949	<0.0001

Comparison	Procrustes distance	Procrustes distance (P)	T-square (P)	Mahalanobis distance	T-square (value)	P- value (parametric)
Artvin – Kıbrıs Lefkoşa	1.39	<0.0001	<0.0001	5.19	404	0.0002
Artvin – Kıbrıs Malıdağ	1.47	<0.0001	<0.0001	9.58	1377	<0.0001
Artvin - Kırklareli	1.48	<0.0001	<0.0001	6.85	704	<0.0001
Artvin - Kırşehir	1.59	<0.0001	<0.0001	8.40	1060	<0.0001
Artvin - Konya	2.06	<0.0001	<0.0001	6.43	620	<0.0001
Artvin - Kütahya	1.55	<0.0001	<0.0001	8.10	985	<0.0001
Artvin - Manisa	1.93	<0.0001	<0.0001	11.14	1863	<0.0001
Artvin - Mersin	1.74	<0.0001	<0.0001	7.80	913	<0.0001
Artvin – Muğla Döğüşbelen	1.69	<0.0001	<0.0001	7.78	908	<0.0001
Artvin – Muğla İkizce	1.47	<0.0001	<0.0001	9.49	1351	<0.0001
Artvin – Muğla İncirköy	1.72	<0.0001	<0.0001	9.17	1262	<0.0001
Artvin - Niğde	2.08	<0.0001	<0.0001	7.82	917	<0.0001
Artvin – Ordu	2.28	<0.0001	<0.0001	7.98	956	<0.0001
Artvin – Rize Fındıklı	1.82	<0.0001	<0.0001	7.78	910	<0.0001
Artvin – Rize Çat	1.68	<0.0001	<0.0001	7.28	796	<0.0001
Artvin - Samsun	2.03	<0.0001	<0.0001	6.82	699	<0.0001
Artvin - Sivas	2.13	<0.0001	<0.0001	7.28	796	<0.0001
Artvin - Tunceli	1.79	<0.0001	<0.0001	10.50	1654	<0.0001
Artvin - Van	1.65	<0.0001	<0.0001	7.29	797	<0.0001
Artvin - Yozgat	2.19	<0.0001	<0.0001	11.14	1864	<0.0001
Artvin - Çanakkale	1.33	<0.0001	<0.0001	6.30	595	<0.0001
Artvin - İstanbul	1.91	<0.0001	<0.0001	12.23	2245	<0.0001
Artvin – İzmir Ege	1.66	<0.0001	<0.0001	10.55	1670	<0.0001
Artvin – İzmir Sasalı	1.79	<0.0001	<0.0001	9.09	1241	<0.0001
Artvin – Şanlıurfa	1.79	<0.0001	<0.0001	9.07	1236	<0.0001
Artvin – Şırnak Faraşın	1.69	<0.0001	<0.0001	10.51	1658	<0.0001
Artvin Maçahel - Aydın	2.10	<0.0001	<0.0001	7.21	780	<0.0001
Artvin Maçahel - Balıkesir	1.76	<0.0001	<0.0001	6.64	662	<0.0001
Artvin Maçahel - Bolu	2.15	<0.0001	<0.0001	7.54	852	<0.0001
Artvin Maçahel - Burdur	2.07	<0.0001	<0.0001	11.25	1900	<0.0001
Artvin Maçahel - Bursa	1.74	<0.0001	<0.0001	7.87	931	<0.0001
Artvin Maçahel - Bingöl	1.63	<0.0001	<0.0001	7.72	895	<0.0001
Artvin Maçahel - Düzce	1.86	<0.0001	<0.0001	6.96	727	<0.0001
Artvin Maçahel - Diyarbakır	1.88	<0.0001	<0.0001	8.64	1120	<0.0001
Artvin Maçahel - Elazığ	1.94	<0.0001	<0.0001	7.53	851	<0.0001
Artvin Maçahel - Erzurum	1.68	<0.0001	<0.0001	7.47	838	<0.0001
Artvin Maçahel - Eskişehir	1.99	<0.0001	<0.0001	8.17	1003	<0.0001
Artvin Maçahel - Gaziantep	2.53	<0.0001	<0.0001	11.15	1866	<0.0001

Comparison	Procrustes distance	Procrustes distance (P)	T-square (P)	Mahalanobis distance	T-square (value)	P- value (parametric)
Artvin Maçahel - Gökçeada	2.74	<0.0001	<0.0001	11.29	1913	<0.0001
Artvin Maçahel – Hakkari Bayköy	1.67	<0.0001	<0.0001	9.60	1383	<0.0001
Artvin Maçahel – Hakkari Mela	1.66	<0.0001	<0.0001	8.71	1139	<0.0001
Artvin Maçahel – Hakkari Yüksekova	2.03	<0.0001	<0.0001	8.06	975	<0.0001
Artvin Maçahel – Isparta	1.65	<0.0001	<0.0001	9.54	1367	<0.0001
Artvin Maçahel – Iğdır	2.62	<0.0001	<0.0001	10.02	1506	<0.0001
Artvin Maçahel – Kars	2.74	<0.0001	<0.0001	14.28	3062	<0.0001
Artvin Maçahel – Kayseri	1.80	<0.0001	<0.0001	9.74	1425	<0.0001
Artvin Maçahel – Kıbrıs Lefkoşa	2.20	<0.0001	<0.0001	10.17	1552	<0.0001
Artvin Maçahel – Kıbrıs Mallıdağ	2.20	<0.0001	<0.0001	11.99	2156	<0.0001
Artvin Maçahel – Kırklareli	1.92	<0.0001	<0.0001	7.67	884	<0.0001
Artvin Maçahel – Kırşehir	1.88	<0.0001	<0.0001	9.54	1366	<0.0001
Artvin Maçahel – Konya	2.57	<0.0001	<0.0001	9.13	1250	<0.0001
Artvin Maçahel – Kütahya	1.97	<0.0001	<0.0001	9.20	1270	<0.0001
Artvin Maçahel – Manisa	2.71	<0.0001	<0.0001	14.51	3162	<0.0001
Artvin Maçahel – Mersin	2.02	<0.0001	<0.0001	7.58	861	<0.0001
Artvin Maçahel – Muğla Doğuşbelen	2.24	<0.0001	<0.0001	9.43	1335	<0.0001
Artvin Maçahel – Muğla İkizce	1.85	<0.0001	<0.0001	9.88	1464	<0.0001
Artvin Maçahel – Muğla İncirköy	2.23	<0.0001	<0.0001	9.93	1479	<0.0001
Artvin Maçahel – Niğde	2.56	<0.0001	<0.0001	11.11	1852	<0.0001
Artvin Maçahel – Ordu	3.01	<0.0001	<0.0001	12.31	2276	<0.0001
Artvin Maçahel – Rize Fındıklı	2.12	<0.0001	<0.0001	8.98	1209	<0.0001
Artvin Maçahel – Rize Çat	2.24	<0.0001	<0.0001	7.44	831	<0.0001
Artvin Maçahel – Samsun	2.29	<0.0001	<0.0001	8.77	1156	<0.0001
Artvin Maçahel – Sivas	2.26	<0.0001	<0.0001	9.64	1395	<0.0001
Artvin Maçahel – Tunceli	2.32	<0.0001	<0.0001	11.54	1999	<0.0001
Artvin Maçahel – Van	2.16	<0.0001	<0.0001	9.70	1412	<0.0001
Artvin Maçahel – Yozgat	2.77	<0.0001	<0.0001	12.96	2522	<0.0001
Artvin Maçahel – Çanakkale	1.94	<0.0001	<0.0001	9.74	1424	<0.0001
Artvin Maçahel – İstanbul	2.27	<0.0001	<0.0001	10.34	1604	<0.0001
Artvin Maçahel – İzmir Ege	1.77	<0.0001	<0.0001	10.42	1629	<0.0001
Artvin Maçahel – İzmir Sasalı	2.16	<0.0001	<0.0001	10.22	1569	<0.0001
Artvin Maçahel - Şanlıurfa	2.41	<0.0001	<0.0001	11.37	1939	<0.0001
Artvin Maçahel – Şırnak Faraşın	2.25	<0.0001	<0.0001	9.45	1342	<0.0001
Aydın - Balıkesir	1.32	<0.0001	0.0010	4.81	347	0.0006
Aydın - Bolu	1.62	<0.0001	0.0010	4.60	318	0.0012

Comparison	Procrustes distance	Procrustes distance (P)	T-square (P)	Mahalanobis distance	T-square (value)	P- value (parametric)
Aydın - Burdur	1.33	<0.0001	0.0260	3.67	202	0.0227
Aydın - Bursa	1.47	<0.0001	<0.0001	5.62	475	<0.0001
Aydın - Bingöl	1.54	<0.0001	<0.0001	5.14	379	0.0002
Aydın - Düzce	1.37	<0.0001	<0.0001	4.94	366	0.0004
Aydın - Diyarbakır	1.37	<0.0001	<0.0001	5.00	376	0.0003
Aydın - Elazığ	1.55	<0.0001	<0.0001	5.52	457	<0.0001
Aydın - Erzurum	1.71	<0.0001	<0.0001	6.07	553	<0.0001
Aydın - Eskişehir	1.69	<0.0001	<0.0001	5.49	453	<0.0001
Aydın - Gaziantep	2.40	<0.0001	<0.0001	8.28	1030	<0.0001
Aydın - Gökçeada	2.50	<0.0001	<0.0001	6.97	729	<0.0001
Aydın - Hakkari Bayköy	1.94	<0.0001	<0.0001	7.03	742	<0.0001
Aydın - Hakkari Mela	1.65	<0.0001	<0.0001	5.81	506	<0.0001
Aydın - Hakkari Yüksekova	1.81	<0.0001	<0.0001	6.66	666	<0.0001
Aydın - Isparta	1.76	<0.0001	<0.0001	7.30	800	<0.0001
Aydın - Iğdır	2.12	<0.0001	<0.0001	6.85	703	<0.0001
Aydın - Kars	2.13	<0.0001	<0.0001	6.24	585	<0.0001
Aydın - Kayseri	1.74	<0.0001	<0.0001	7.27	794	<0.0001
Aydın - Kıbrıs Lefkoşa	1.50	<0.0001	<0.0001	5.13	395	0.0002
Aydın - Kıbrıs Mallıdağ	1.86	<0.0001	<0.0001	6.48	630	<0.0001
Aydın - Kırklareli	1.66	<0.0001	<0.0001	7.15	768	<0.0001
Aydın - Kırşehir	1.49	<0.0001	<0.0001	5.80	504	<0.0001
Aydın - Konya	1.83	<0.0001	<0.0001	6.36	608	<0.0001
Aydın - Kütahya	1.92	<0.0001	<0.0001	8.48	1080	<0.0001
Aydın - Manisa	1.78	<0.0001	<0.0001	7.82	919	<0.0001
Aydın - Mersin	2.05	<0.0001	<0.0001	6.59	650	<0.0001
Aydın - Muğla Döğüşbelen	1.50	<0.0001	<0.0001	6.28	591	<0.0001
Aydın - Muğla İkizce	1.79	<0.0001	<0.0001	7.73	898	<0.0001
Aydın - Muğla İncirköy	1.80	<0.0001	<0.0001	7.68	885	<0.0001
Aydın - Niğde	2.23	<0.0001	<0.0001	8.46	1073	<0.0001
Aydın - Ordu	2.56	<0.0001	<0.0001	11.62	2027	<0.0001
Aydın - Rize Fındıklı	2.15	<0.0001	0.0010	6.35	605	<0.0001
Aydın - Rize Çat	1.43	<0.0001	<0.0001	6.57	649	<0.0001
Aydın - Samsun	2.36	<0.0001	<0.0001	8.35	1047	<0.0001
Aydın - Sivas	2.59	<0.0001	<0.0001	6.62	658	<0.0001
Aydın - Tunceli	2.06	<0.0001	<0.0001	7.92	941	<0.0001
Aydın - Van	1.90	<0.0001	<0.0001	8.30	1035	<0.0001
Aydın - Yozgat	2.48	<0.0001	<0.0001	10.50	1655	<0.0001
Aydın - Çanakkale	1.50	<0.0001	<0.0001	7.37	816	<0.0001

Comparison	Procrustes distance	Procrustes distance (P)	T-square (P)	Mahalanobis distance	T-square (value)	P- value (parametric)
Aydın – İstanbul	1.67	<0.0001	<0.0001	5.77	499	<0.0001
Aydın – İzmir Ege	1.53	<0.0001	<0.0001	6.11	561	<0.0001
Aydın – İzmir Sasalı	1.99	<0.0001	<0.0001	11.31	1920	<0.0001
Aydın – Şanlıurfa	2.37	<0.0001	<0.0001	8.35	1046	<0.0001
Aydın – Şırnak Faraşın	1.73	<0.0001	<0.0001	7.71	893	<0.0001
Balıkesir - Bolu	1.72	<0.0001	<0.0001	7.23	784	<0.0001
Balıkesir - Burdur	1.12	<0.0001	0.0010	4.60	318	0.0012
Balıkesir - Bursa	1.21	<0.0001	<0.0001	6.26	588	<0.0001
Balıkesir - Bingöl	1.21	<0.0001	0.0010	5.97	535	<0.0001
Balıkesir - Düzce	1.17	<0.0001	<0.0001	6.56	647	<0.0001
Balıkesir - Diyarbakır	1.26	<0.0001	<0.0001	5.42	441	<0.0001
Balıkesir - Elazığ	1.14	<0.0001	0.0010	4.59	316	0.0012
Balıkesir - Erzurum	1.77	<0.0001	<0.0001	7.64	875	<0.0001
Balıkesir - Eskişehir	1.43	<0.0001	<0.0001	6.40	616	<0.0001
Balıkesir - Gaziantep	1.96	<0.0001	<0.0001	8.68	1132	<0.0001
Balıkesir - Gökçeada	1.97	<0.0001	<0.0001	6.60	653	<0.0001
Balıkesir – Hakkari Bayköy	1.67	<0.0001	<0.0001	6.80	694	<0.0001
Balıkesir – Hakkari Mela	1.24	<0.0001	<0.0001	6.76	687	<0.0001
Balıkesir – Hakkari Yüksekova	1.82	<0.0001	<0.0001	7.10	756	<0.0001
Balıkesir – Isparta	1.73	<0.0001	<0.0001	8.80	1163	<0.0001
Balıkesir – Iğdır	2.23	<0.0001	<0.0001	7.66	882	<0.0001
Balıkesir – Kars	2.43	<0.0001	<0.0001	7.56	857	<0.0001
Balıkesir – Kayseri	1.54	<0.0001	<0.0001	9.25	1285	<0.0001
Balıkesir – Kıbrıs Lefkoşa	1.55	<0.0001	<0.0001	7.48	840	<0.0001
Balıkesir – Kıbrıs Malıdağ	1.89	<0.0001	<0.0001	8.44	1069	<0.0001
Balıkesir – Kırklareli	1.88	<0.0001	<0.0001	7.11	760	<0.0001
Balıkesir – Kırşehir	1.83	<0.0001	<0.0001	6.03	564	<0.0001
Balıkesir – Konya	2.13	<0.0001	<0.0001	8.28	1029	<0.0001
Balıkesir – Kütahya	2.11	<0.0001	<0.0001	9.42	1331	<0.0001
Balıkesir – Manisa	2.11	<0.0001	<0.0001	8.14	995	<0.0001
Balıkesir – Mersin	2.20	<0.0001	<0.0001	7.49	841	<0.0001
Balıkesir – Muğla Döğüşbelen	1.90	<0.0001	<0.0001	6.56	647	<0.0001
Balıkesir – Muğla İkizce	2.06	<0.0001	<0.0001	8.43	1068	<0.0001
Balıkesir – Muğla İncirköy	2.10	<0.0001	<0.0001	9.21	1274	<0.0001
Balıkesir – Niğde	2.59	<0.0001	<0.0001	10.01	1503	<0.0001
Balıkesir – Ordu	2.79	<0.0001	<0.0001	10.83	1759	<0.0001
Balıkesir – Rize Fındıklı	2.05	<0.0001	<0.0001	9.21	1272	<0.0001
Balıkesir – Rize Çat	1.76	<0.0001	<0.0001	7.50	845	<0.0001

Comparison	Procrustes distance	Procrustes distance (P)	T-square (P)	Mahalanobis distance	T-square (value)	P- value (parametric)
Balıkesir – Samsun	2.52	<0.0001	<0.0001	9.46	1344	<0.0001
Balıkesir – Sivas	2.82	<0.0001	<0.0001	8.75	1150	<0.0001
Balıkesir – Tunceli	2.33	<0.0001	<0.0001	10.98	1811	<0.0001
Balıkesir – Van	2.17	<0.0001	<0.0001	8.36	1048	<0.0001
Balıkesir – Yozgat	2.53	<0.0001	<0.0001	10.63	1696	<0.0001
Balıkesir – Çanakkale	1.38	<0.0001	<0.0001	8.50	1084	<0.0001
Balıkesir – İstanbul	1.68	<0.0001	<0.0001	9.29	1296	<0.0001
Balıkesir – İzmir Ege	1.95	<0.0001	<0.0001	8.24	1018	<0.0001
Balıkesir – İzmir Sasalı	1.94	<0.0001	<0.0001	6.89	714	<0.0001
Balıkesir – Şanlıurfa	2.43	<0.0001	<0.0001	7.59	865	<0.0001
Balıkesir – Şırnak Faraşın	2.03	<0.0001	<0.0001	9.56	1372	<0.0001
Bolu - Burdur	1.72	<0.0001	<0.0001	6.05	549	<0.0001
Bolu - Bursa	1.98	<0.0001	<0.0001	5.06	385	0.0003
Bolu - Bingöl	1.85	<0.0001	<0.0001	6.25	587	<0.0001
Bolu - Düzce	1.94	<0.0001	<0.0001	6.33	601	<0.0001
Bolu - Diyarbakır	1.95	<0.0001	<0.0001	5.28	419	0.0001
Bolu - Elazığ	1.80	<0.0001	<0.0001	5.22	409	0.0002
Bolu - Erzurum	1.99	<0.0001	<0.0001	5.87	517	<0.0001
Bolu - Eskişehir	1.78	<0.0001	0.0070	4.37	287	0.0025
Bolu - Gaziantep	2.40	<0.0001	<0.0001	5.97	534	<0.0001
Bolu - Gökçeada	2.75	<0.0001	<0.0001	6.78	690	<0.0001
Bolu – Hakkari Bayköy	1.90	<0.0001	<0.0001	4.68	329	0.0009
Bolu – Hakkari Mela	1.72	<0.0001	<0.0001	4.85	353	0.0005
Bolu – Hakkari Yüksekova	1.28	<0.0001	0.0020	4.56	313	0.0013
Bolu - Isparta	1.92	<0.0001	<0.0001	5.54	461	<0.0001
Bolu - Iğdır	2.22	<0.0001	<0.0001	7.59	864	<0.0001
Bolu - Kars	1.86	<0.0001	<0.0001	6.21	578	<0.0001
Bolu - Kayseri	1.21	<0.0001	<0.0001	5.64	477	<0.0001
Bolu – Kıbrıs Lefkoşa	1.57	<0.0001	0.0020	4.65	325	0.0010
Bolu – Kıbrıs Mallıdağ	1.79	<0.0001	<0.0001	5.86	516	<0.0001
Bolu - Kırklareli	1.67	<0.0001	0.0010	5.28	419	0.0001
Bolu - Kırşehir	2.00	<0.0001	<0.0001	5.79	503	<0.0001
Bolu - Konya	1.69	<0.0001	<0.0001	5.83	509	<0.0001
Bolu - Kütahya	1.79	<0.0001	<0.0001	7.51	847	<0.0001
Bolu - Manisa	1.29	<0.0001	<0.0001	9.09	1240	<0.0001
Bolu - Mersin	1.90	<0.0001	<0.0001	6.30	596	<0.0001
Bolu – Muğla Döğüşbelen	1.60	<0.0001	<0.0001	6.26	589	<0.0001
Bolu – Muğla İkizce	2.02	<0.0001	<0.0001	7.84	923	<0.0001

Comparison	Procrustes distance	Procrustes distance (P)	T-square (P)	Mahalanobis distance	T-square (value)	P- value (parametric)
Bolu – Muğla İncirköy	1.68	<0.0001	<0.0001	6.91	716	<0.0001
Bolu - Niğde	1.67	<0.0001	<0.0001	6.85	704	<0.0001
Bolu - Ordu	2.20	<0.0001	<0.0001	6.78	689	<0.0001
Bolu – Rize Fındıklı	2.07	<0.0001	<0.0001	6.84	702	<0.0001
Bolu – Rize Çat	1.20	0.0040	<0.0001	4.77	342	0.0007
Bolu – Samsun	2.07	<0.0001	<0.0001	7.32	804	<0.0001
Bolu - Sivas	2.07	<0.0001	<0.0001	8.56	1099	<0.0001
Bolu - Tunceli	1.74	<0.0001	<0.0001	8.56	1099	<0.0001
Bolu - Van	1.59	<0.0001	0.0010	5.26	415	0.0001
Bolu - Yozgat	2.10	<0.0001	<0.0001	8.41	1062	<0.0001
Bolu – Çanakkale	1.54	<0.0001	<0.0001	5.58	467	<0.0001
Bolu - İstanbul	2.06	<0.0001	<0.0001	5.41	439	<0.0001
Bolu – İzmir Ege	1.86	<0.0001	<0.0001	8.63	1118	<0.0001
Bolu – İzmir Sasalı	1.89	<0.0001	<0.0001	8.41	1062	<0.0001
Bolu - Şanlıurfa	2.06	<0.0001	<0.0001	6.38	611	<0.0001
Bolu – Şırnak Faraşın	2.05	<0.0001	<0.0001	6.72	678	<0.0001
Burdur - Bursa	1.11	<0.0001	0.0240	3.61	195	0.0277
Burdur - Bingöl	1.28	<0.0001	0.0360	3.56	191	0.0317
Burdur - Düzce	2.25	<0.0001	<0.0001	5.32	425	0.0001
Burdur - Diyarbakır	1.03	0.0010	0.0010	4.74	338	0.0007
Burdur - Elazığ	1.26	<0.0001	0.0010	4.62	321	0.0011
Burdur - Erzurum	1.61	<0.0001	<0.0001	7.43	828	<0.0001
Burdur - Eskişehir	1.51	<0.0001	<0.0001	5.77	500	<0.0001
Burdur - Gaziantep	2.12	<0.0001	<0.0001	7.36	813	<0.0001
Burdur - Gökçeada	2.06	<0.0001	<0.0001	6.86	706	<0.0001
Burdur – Hakkari Bayköy	1.74	<0.0001	<0.0001	6.68	617	<0.0001
Burdur – Hakkari Mela	1.39	<0.0001	<0.0001	6.37	610	<0.0001
Burdur – Hakkari Yüksekova	1.95	<0.0001	<0.0001	7.00	736	<0.0001
Burdur - Isparta	1.59	<0.0001	<0.0001	7.84	922	<0.0001
Burdur - Iğdır	2.14	<0.0001	<0.0001	8.74	1147	<0.0001
Burdur - Kars	2.25	<0.0001	<0.0001	7.76	904	<0.0001
Burdur - Kayseri	1.56	<0.0001	<0.0001	7.27	794	<0.0001
Burdur – Kıbrıs Lefkoşa	1.70	<0.0001	<0.0001	6.51	636	<0.0001
Burdur – Kıbrıs Malıdağ	1.98	<0.0001	<0.0001	6.79	693	<0.0001
Burdur - Kırklareli	1.80	<0.0001	<0.0001	5.32	425	0.0001
Burdur - Kırşehir	1.64	<0.0001	<0.0001	7.30	801	<0.0001
Burdur - Konya	2.07	<0.0001	<0.0001	7.54	855	<0.0001
Burdur - Kütahya	2.26	<0.0001	<0.0001	8.90	1188	<0.0001

Comparison	Procrustes distance	Procrustes distance (P)	T-square (P)	Mahalanobis distance	T-square (value)	P- value (parametric)
Burdur - Manisa	2.14	<0.0001	<0.0001	9.11	1247	<0.0001
Burdur - Mersin	2.17	<0.0001	<0.0001	9.65	1398	<0.0001
Burdur – Muğla Döğüşbelen	1.74	<0.0001	<0.0001	7.15	767	<0.0001
Burdur – Muğla İkizce	2.19	<0.0001	<0.0001	11.74	2068	<0.0001
Burdur – Muğla İncirköy	2.06	<0.0001	<0.0001	7.70	889	<0.0001
Burdur - Niğde	2.68	<0.0001	<0.0001	9.09	1240	<0.0001
Burdur - Ordu	3.02	<0.0001	<0.0001	11.16	1869	<0.0001
Burdur – Rize Fındıklı	2.10	<0.0001	<0.0001	9.99	1497	<0.0001
Burdur – Rize Çat	1.82	<0.0001	<0.0001	7.47	837	<0.0001
Burdur - Samsun	2.46	<0.0001	<0.0001	11.40	1951	<0.0001
Burdur - Sivas	2.92	<0.0001	<0.0001	9.57	1376	<0.0001
Burdur - Tunceli	2.43	<0.0001	<0.0001	10.14	1542	<0.0001
Burdur - Van	2.19	<0.0001	<0.0001	7.40	822	<0.0001
Burdur - Yozgat	2.67	<0.0001	<0.0001	9.85	1456	<0.0001
Burdur - Çanakkale	1.33	<0.0001	<0.0001	5.75	497	<0.0001
Burdur - İstanbul	1.59	<0.0001	<0.0001	9.55	1370	<0.0001
Burdur – İzmir Ege	1.83	<0.0001	<0.0001	7.28	795	<0.0001
Burdur – İzmir Sasalı	2.14	<0.0001	<0.0001	10.42	1630	<0.0001
Burdur - Şanlıurfa	2.59	<0.0001	<0.0001	9.34	1310	<0.0001
Burdur – Şırnak Faraşın	1.91	<0.0001	<0.0001	8.76	1152	<0.0001
Bursa - Bingöl	1.21	<0.0001	<0.0001	4.92	363	0.0004
Bursa - Düzce	1.16	<0.0001	<0.0001	5.10	391	0.0002
Bursa - Diyarbakır	0.79	0.0920	0.2230	2.90	126	0.2027
Bursa - Elazığ	1.37	<0.0001	0.0140	3.82	219	0.0143
Bursa - Erzurum	1.14	<0.0001	<0.0001	6.37	608	<0.0001
Bursa - Eskişehir	1.34	<0.0001	<0.0001	4.99	374	0.0003
Bursa - Gaziantep	2.25	<0.0001	<0.0001	6.06	552	<0.0001
Bursa - Gökçeada	2.00	<0.0001	<0.0001	6.34	603	<0.0001
Bursa – Hakkari Bayköy	1.35	<0.0001	0.0060	4.33	281	0.0028
Bursa – Hakkari Mela	1.04	0.0020	0.0030	4.33	282	0.0028
Bursa – Hakkari Yüksekova	2.00	<0.0001	<0.0001	6.34	603	<0.0001
Bursa - Isparta	1.28	<0.0001	<0.0001	6.09	558	<0.0001
Bursa - Iğdır	1.82	<0.0001	<0.0001	6.41	616	<0.0001
Bursa - Kars	2.32	<0.0001	<0.0001	7.90	936	<0.0001
Bursa - Kayseri	1.80	<0.0001	<0.0001	7.46	836	<0.0001
Bursa – Kıbrıs Lefkoşa	1.69	<0.0001	<0.0001	5.90	522	<0.0001
Bursa – Kıbrıs Mıllıdağ	1.92	<0.0001	<0.0001	7.73	897	<0.0001
Bursa - Kırklareli	1.91	<0.0001	<0.0001	6.51	636	<0.0001

Comparison	Procrustes distance	Procrustes distance (P)	T-square (P)	Mahalanobis distance	T-square (value)	P- value (parametric)
Bursa - Kırşehir	1.50	<0.0001	0.0010	5.24	413	0.0002
Bursa - Konya	2.12	<0.0001	<0.0001	6.27	590	<0.0001
Bursa - Kütahya	1.92	<0.0001	<0.0001	7.53	850	<0.0001
Bursa - Manisa	2.17	<0.0001	<0.0001	9.96	1489	<0.0001
Bursa - Mersin	1.82	<0.0001	0.0010	5.47	449	<0.0001
Bursa – Muğla Doğuşbelen	1.79	<0.0001	<0.0001	6.95	725	<0.0001
Bursa – Muğla İkizce	1.92	<0.0001	<0.0001	9.37	1319	<0.0001
Bursa – Muğla İncirköy	2.12	<0.0001	<0.0001	7.29	798	<0.0001
Bursa - Niğde	2.63	<0.0001	<0.0001	8.32	1039	<0.0001
Bursa - Ordu	2.89	<0.0001	<0.0001	10.47	1644	<0.0001
Bursa – Rize Fındıklı	1.81	<0.0001	<0.0001	8.36	1049	<0.0001
Bursa – Rize Çat	2.00	<0.0001	<0.0001	6.27	591	<0.0001
Bursa - Samsun	2.27	<0.0001	<0.0001	7.15	767	<0.0001
Bursa - Sivas	2.73	<0.0001	<0.0001	7.27	793	<0.0001
Bursa - Tunceli	2.50	<0.0001	<0.0001	9.35	1312	<0.0001
Bursa - Van	2.08	<0.0001	<0.0001	7.97	954	<0.0001
Bursa - Yozgat	2.58	<0.0001	<0.0001	8.68	1132	<0.0001
Bursa - Çanakkale	1.37	<0.0001	<0.0001	5.71	490	<0.0001
Bursa - İstanbul	1.24	<0.0001	<0.0001	6.43	620	<0.0001
Bursa – İzmir Ege	1.73	<0.0001	<0.0001	7.72	894	<0.0001
Bursa – İzmir Sasalı	1.86	<0.0001	<0.0001	7.74	900	<0.0001
Bursa - Şanlıurfa	2.44	<0.0001	<0.0001	10.01	1503	<0.0001
Bursa – Şırnak Faraşın	1.67	<0.0001	<0.0001	6.06	552	<0.0001
Bingöl - Düzce	1.28	<0.0001	<0.0001	5.32	452	0.0001
Bingöl - Diyarbakır	1.43	<0.0001	<0.0001	5.92	526	<0.0001
Bingöl - Elazığ	1.23	<0.0001	<0.0001	5.15	399	0.0002
Bingöl - Erzurum	1.58	<0.0001	<0.0001	8.40	1060	<0.0001
Bingöl - Eskişehir	1.46	<0.0001	<0.0001	6.30	596	<0.0001
Bingöl - Gaziantep	1.68	<0.0001	<0.0001	6.38	612	<0.0001
Bingöl - Gökçeada	2.20	<0.0001	<0.0001	6.99	734	<0.0001
Bingöl – Hakkari Bayköy	1.08	<0.0001	<0.0001	7.09	755	<0.0001
Bingöl – Hakkari Mela	1.20	<0.0001	<0.0001	5.80	505	<0.0001
Bingöl – Hakkari Yüksekova	1.84	<0.0001	<0.0001	7.89	933	<0.0001
Bingöl - Isparta	1.25	<0.0001	<0.0001	7.79	911	<0.0001
Bingöl - Iğdır	2.03	<0.0001	<0.0001	9.39	1323	<0.0001
Bingöl - Kars	2.03	<0.0001	<0.0001	8.59	1108	<0.0001
Bingöl - Kayseri	1.82	<0.0001	<0.0001	10.03	1511	<0.0001
Bingöl – Kıbrıs Lefkoşa	1.63	<0.0001	<0.0001	7.15	768	<0.0001

Comparison	Procrustes distance	Procrustes distance (P)	T-square (P)	Mahalanobis distance	T-square (value)	P- value (parametric)
Bingöl – Kıbrıs Malhıdağ	1.51	<0.0001	<0.0001	8.13	993	<0.0001
Bingöl – Kırklareli	1.40	<0.0001	<0.0001	6.39	613	<0.0001
Bingöl - Kırşehir	1.42	<0.0001	<0.0001	8.17	1003	<0.0001
Bingöl – Konya	2.33	<0.0001	<0.0001	8.56	1099	<0.0001
Bingöl - Kütahya	1.80	<0.0001	<0.0001	9.00	1217	<0.0001
Bingöl – Manisa	2.17	<0.0001	<0.0001	10.99	1813	<0.0001
Bingöl – Mersin	1.80	<0.0001	<0.0001	8.39	1055	<0.0001
Bingöl – Muğla Döğüşbelen	1.79	<0.0001	<0.0001	9.33	1306	<0.0001
Bingöl – Muğla İkizce	1.79	<0.0001	<0.0001	10.80	1749	<0.0001
Bingöl – Muğla İncirköy	1.85	<0.0001	<0.0001	9.70	1413	<0.0001
Bingöl - Niğde	2.36	<0.0001	<0.0001	8.99	1214	<0.0001
Bingöl – Ordu	2.55	<0.0001	<0.0001	10.73	1728	<0.0001
Bingöl – Rize Fındıklı	1.77	<0.0001	<0.0001	9.62	1389	<0.0001
Bingöl – Rize Çat	1.85	<0.0001	<0.0001	7.94	946	<0.0001
Bingöl - Samsun	2.17	<0.0001	<0.0001	7.89	935	<0.0001
Bingöl - Sivas	2.47	<0.0001	<0.0001	8.86	1178	<0.0001
Bingöl - Tunceli	2.24	<0.0001	<0.0001	10.67	1710	<0.0001
Bingöl - Van	1.83	<0.0001	<0.0001	9.33	1307	<0.0001
Bingöl - Yozgat	2.44	<0.0001	<0.0001	12.23	2244	<0.0001
Bingöl – Çanakkale	1.36	<0.0001	<0.0001	6.27	590	<0.0001
Bingöl – İstanbul	1.94	<0.0001	<0.0001	11.02	1822	<0.0001
Bingöl – İzmir Ege	1.77	<0.0001	<0.0001	11.95	2143	<0.0001
Bingöl – İzmir Sasalı	1.88	<0.0001	<0.0001	7.24	787	<0.0001
Bingöl – Şanlıurfa	2.18	<0.0001	<0.0001	10.86	1769	<0.0001
Bingöl – Şırnak Faraşın	1.73	<0.0001	<0.0001	9.36	1316	<0.0001
Düzce - Diyarbakır	0.92	0.0110	0.0020	4.24	270	0.0038
Düzce - Elazığ	1.13	<0.0001	<0.0001	4.93	364	0.0004
Düzce - Erzurum	1.63	<0.0001	<0.0001	6.96	728	<0.0001
Düzce - Eskişehir	1.35	<0.0001	0.0030	4.62	320	0.0011
Düzce - Gaziantep	1.76	<0.0001	<0.0001	6.07	553	<0.0001
Düzce - Gökçeada	1.75	<0.0001	<0.0001	6.72	677	<0.0001
Düzce – Hakkari Bayköy	1.66	<0.0001	<0.0001	6.38	611	<0.0001
Düzce – Hakkari Mela	1.35	<0.0001	<0.0001	6.78	690	<0.0001
Düzce – Hakkari Yüksekova	1.93	<0.0001	0.0050	4.44	296	0.0020
Düzce - Isparta	1.49	<0.0001	<0.0001	8.45	1072	<0.0001
Düzce - Iğdır	1.99	<0.0001	<0.0001	7.34	808	<0.0001
Düzce - Kars	2.35	<0.0001	<0.0001	7.77	906	<0.0001
Düzce - Kayseri	1.83	<0.0001	<0.0001	8.88	1184	<0.0001

Comparison	Procrustes distance	Procrustes distance (P)	T-square (P)	Mahalanobis distance	T-square (value)	P- value (parametric)
Düzce – Kıbrıs Lefkoşa	1.20	<0.0001	<0.0001	7.00	736	<0.0001
Düzce – Kıbrıs Mallıdağ	1.57	<0.0001	<0.0001	6.10	558	<0.0001
Düzce - Kırklareli	1.70	<0.0001	<0.0001	6.42	619	<0.0001
Düzce - Kırşehir	1.43	<0.0001	<0.0001	6.23	583	<0.0001
Düzce - Konya	1.98	<0.0001	<0.0001	6.96	728	<0.0001
Düzce - Kütahya	1.68	<0.0001	<0.0001	7.89	934	<0.0001
Düzce - Manisa	2.10	<0.0001	<0.0001	10.85	1768	<0.0001
Düzce - Mersin	1.78	<0.0001	<0.0001	7.52	849	<0.0001
Düzce – Muğla Doğuşbelen	1.54	<0.0001	<0.0001	5.86	515	<0.0001
Düzce – Muğla İkizce	1.70	<0.0001	<0.0001	8.05	973	<0.0001
Düzce – Muğla İncirköy	1.73	<0.0001	<0.0001	7.44	830	<0.0001
Düzce – Niğde	2.48	<0.0001	<0.0001	10.99	1814	<0.0001
Düzce – Ordu	2.72	<0.0001	<0.0001	9.51	1357	<0.0001
Düzce – Rize Fındıklı	1.76	<0.0001	<0.0001	7.28	795	<0.0001
Düzce – Rize Çat	1.71	<0.0001	<0.0001	7.97	952	<0.0001
Düzce – Samsun	2.18	<0.0001	<0.0001	8.95	1204	<0.0001
Düzce – Sivas	2.64	<0.0001	<0.0001	8.14	996	<0.0001
Düzce – Tunceli	2.05	<0.0001	<0.0001	7.22	782	<0.0001
Düzce – Van	1.83	<0.0001	<0.0001	8.29	1032	<0.0001
Düzce – Yozgat	2.24	<0.0001	<0.0001	11.00	1817	<0.0001
Düzce – Çanakkale	0.97	0.0020	0.0010	5.24	412	0.0002
Düzce – İstanbul	1.41	<0.0001	<0.0001	7.26	791	<0.0001
Düzce – İzmir Ege	1.54	<0.0001	<0.0001	7.22	782	<0.0001
Düzce – İzmir Sasalı	2.05	<0.0001	<0.0001	7.37	815	<0.0001
Düzce – Şanlıurfa	2.15	<0.0001	<0.0001	8.04	971	<0.0001
Düzce – Şırnak Faraşın	1.64	<0.0001	<0.0001	8.21	1011	<0.0001
Diyarbakır - Elazığ	1.24	<0.0001	0.0250	3.69	204	0.0218
Diyarbakır - Erzurum	1.27	<0.0001	0.0020	4.99	374	0.0003
Diyarbakır - Eskişehir	1.14	<0.0001	0.0040	4.42	294	0.0021
Diyarbakır - Gaziantep	2.20	<0.0001	<0.0001	7.27	793	<0.0001
Diyarbakır - Gökçeada	1.74	<0.0001	<0.0001	5.93	528	<0.0001
Diyarbakır – Hakkari Bayköy	1.55	<0.0001	0.0110	3.98	238	0.0086
Diyarbakır – Hakkari Mela	1.13	<0.0001	0.0040	4.11	254	0.0056
Diyarbakır – Hakkari Yüksekova	2.11	<0.0001	<0.0001	5.09	388	0.0003
Diyarbakır - Isparta	1.33	<0.0001		7.58	862	
Diyarbakır - Iğdır	1.71	<0.0001	0.0020	4.72	335	0.0008
Diyarbakır - Kars	2.43	<0.0001	<0.0001	9.76	1429	<0.0001
Diyarbakır - Kayseri	1.75	<0.0001	<0.0001	6.36	606	<0.0001

Comparison	Procrustes distance	Procrustes distance (P)	T-square (P)	Mahalanobis distance	T-square (value)	P- value (parametric)
Diyarbakır – Kıbrıs Lefkoşa	1.58	<0.0001	0.0010	4.39	290	0.0023
Diyarbakır – Kıbrıs Malıdığ	1.94	<0.0001	<0.0001	6.79	692	<0.0001
Diyarbakır - Kırklareli	1.97	<0.0001	<0.0001	5.57	465	<0.0001
Diyarbakır - Kırşehir	1.47	<0.0001	0.0040	4.18	262	0.0046
Diyarbakır - Konya	1.96	<0.0001	<0.0001	5.81	507	<0.0001
Diyarbakır - Kütahya	1.98	<0.0001	<0.0001	7.92	941	<0.0001
Diyarbakır - Manisa	2.19	<0.0001	<0.0001	10.41	1626	<0.0001
Diyarbakır – Mersin	1.87	<0.0001	<0.0001	5.88	519	<0.0001
Diyarbakır – Muğla Döğüşbelen	1.66	<0.0001	<0.0001	5.07	386	0.0003
Diyarbakır – Muğla İkizce	1.96	<0.0001	<0.0001	7.31	802	<0.0001
Diyarbakır – Muğla İncirköy	1.95	<0.0001	<0.0001	6.22	580	<0.0001
Diyarbakır - Niğde	2.67	<0.0001	<0.0001	7.17	772	<0.0001
Diyarbakır - Ordu	2.99	<0.0001	<0.0001	12.74	2435	<0.0001
Diyarbakır – Rize Fındıklı	1.82	<0.0001	<0.0001	6.69	672	<0.0001
Diyarbakır – Rize Çat	1.93	<0.0001	<0.0001	5.20	406	0.0002
Diyarbakır - Samsun	2.18	<0.0001	<0.0001	7.00	736	<0.0001
Diyarbakır - Sivas	2.74	<0.0001	<0.0001	7.25	788	<0.0001
Diyarbakır - Tunceli	2.38	<0.0001	<0.0001	10.13	1541	<0.0001
Diyarbakır - Van	2.08	<0.0001	<0.0001	5.82	508	<0.0001
Diyarbakır - Yozgat	2.50	<0.0001	<0.0001	9.86	1459	<0.0001
Diyarbakır - Çanakkale	1.13	<0.0001	<0.0001	6.55	644	<0.0001
Diyarbakır - İstanbul	0.96	<0.0001	<0.0001	5.72	491	<0.0001
Diyarbakır – İzmir Ege	1.62	<0.0001	<0.0001	6.81	696	<0.0001
Diyarbakır – İzmir Sasalı	1.99	<0.0001	<0.0001	6.42	618	<0.0001
Diyarbakır – Şanlıurfa	2.49	<0.0001	<0.0001	7.23	785	<0.0001
Diyarbakır – Şırnak Faraşın	1.62	<0.0001	<0.0001	6.26	589	<0.0001
Elazığ - Erzurum	1.93	<0.0001	<0.0001	5.30	422	0.0001
Elazığ - Eskişehir	1.39	<0.0001	<0.0001	5.64	477	<0.0001
Elazığ - Gaziantep	1.60	<0.0001	<0.0001	6.13	564	<0.0001
Elazığ - Gökçeada	1.72	<0.0001	<0.0001	6.14	567	<0.0001
Elazığ – Hakkari Bayköy	1.56	<0.0001	0.0180	3.78	215	0.0161
Elazığ – Hakkari Mela	1.31	<0.0001	<0.0001	4.95	368	0.0004
Elazığ – Hakkari Yüksekova	1.98	<0.0001	<0.0001	5.59	469	<0.0001
Elazığ - Isparta	1.50	<0.0001	<0.0001	8.41	1061	<0.0001
Elazığ - Iğdır	2.04	<0.0001	<0.0001	5.48	450	<0.0001
Elazığ - Kars	2.36	<0.0001	<0.0001	6.19	575	<0.0001
Elazığ - Kayseri	1.49	<0.0001	<0.0001	6.73	680	<0.0001
Elazığ – Kıbrıs Lefkoşa	1.39	<0.0001	<0.0001	5.20	406	0.0002

Comparison	Procrustes distance	Procrustes distance (P)	T-square (P)	Mahalanobis distance	T-square (value)	P- value (parametric)
Elazığ – Kıbrıs Mallıdağ	1.93	<0.0001	0.0020	4.65	324	0.0010
Elazığ - Kırklareli	1.87	<0.0001	<0.0001	6.17	572	<0.0001
Elazığ - Kırşehir	1.81	<0.0001	<0.0001	6.15	569	<0.0001
Elazığ - Konya	1.83	<0.0001	<0.0001	6.97	728	<0.0001
Elazığ - Kütahya	2.03	<0.0001	<0.0001	8.49	1082	<0.0001
Elazığ - Manisa	2.17	<0.0001	<0.0001	8.42	1064	<0.0001
Elazığ - Mersin	1.93	<0.0001	<0.0001	5.55	463	<0.0001
Elazığ – Muğla Doğuşbelen	1.72	<0.0001	<0.0001	6.43	620	<0.0001
Elazığ – Muğla İkizce	2.01	<0.0001	<0.0001	8.81	1166	<0.0001
Elazığ – Muğla İncirköy	2.00	<0.0001	<0.0001	7.37	814	<0.0001
Elazığ - Niğde	2.55	<0.0001	<0.0001	8.25	1023	<0.0001
Elazığ - Ordu	2.61	<0.0001	<0.0001	8.18	1004	<0.0001
Elazığ – Rize Fındıklı	1.73	<0.0001	<0.0001	8.07	978	<0.0001
Elazığ – Rize Çat	1.66	<0.0001	<0.0001	5.62	475	<0.0001
Elazığ - Samsun	2.19	<0.0001	<0.0001	7.54	854	<0.0001
Elazığ - Sivas	2.65	<0.0001	<0.0001	6.38	611	<0.0001
Elazığ - Tunceli	2.32	<0.0001	<0.0001	7.32	804	<0.0001
Elazığ - Van	1.98	<0.0001	<0.0001	6.73	681	<0.0001
Elazığ - Yozgat	2.18	<0.0001	<0.0001	11.09	1845	<0.0001
Elazığ - Çanakkale	1.12	0.0010	<0.0001	6.57	648	<0.0001
Elazığ - İstanbul	1.54	<0.0001	<0.0001	5.40	438	<0.0001
Elazığ – İzmir Ege	1.82	<0.0001	<0.0001	9.15	1257	<0.0001
Elazığ – İzmir Sasalı	1.87	<0.0001	<0.0001	6.08	555	<0.0001
Elazığ - Şanlıurfa	2.49	<0.0001	<0.0001	10.32	1600	<0.0001
Elazığ – Şırnak Faraşın	1.85	<0.0001	<0.0001	6.89	712	<0.0001
Erzurum - Eskişehir	1.33	<0.0001	<0.0001	6.09	556	<0.0001
Erzurum - Gaziantep	2.51	<0.0001	<0.0001	9.64	1395	<0.0001
Erzurum - Gökçeada	2.22	<0.0001	<0.0001	8.44	1070	<0.0001
Erzurum – Hakkari Bayköy	1.60	<0.0001	<0.0001	7.50	845	<0.0001
Erzurum – Hakkari Mela	1.23	<0.0001	0.0040	4.25	271	0.0037
Erzurum – Hakkari Yüksekova	2.14	<0.0001	<0.0001	6.81	697	<0.0001
Erzurum - Isparta	1.28	<0.0001	<0.0001	8.53	1091	<0.0001
Erzurum - Iğdır	1.58	<0.0001	<0.0001	6.96	727	<0.0001
Erzurum - Kars	2.46	<0.0001	<0.0001	8.93	1196	<0.0001
Erzurum - Kayseri	1.88	<0.0001	<0.0001	7.83	921	<0.0001
Erzurum – Kıbrıs Lefkoşa	1.84	<0.0001	<0.0001	7.77	907	<0.0001
Erzurum – Kıbrıs Mallıdağ	1.80	<0.0001	<0.0001	5.19	405	0.0002
Erzurum - Kırklareli	1.93	<0.0001	<0.0001	9.37	1319	<0.0001

Comparison	Procrustes distance	Procrustes distance (P)	T-square (P)	Mahalanobis distance	T-square (value)	P- value (parametric)
Erzurum - Kırşehir	1.40	<0.0001	<0.0001	7.59	864	<0.0001
Erzurum - Konya	2.21	<0.0001	<0.0001	7.50	844	<0.0001
Erzurum - Kütahya	1.80	<0.0001	<0.0001	6.84	703	<0.0001
Erzurum - Manisa	2.10	<0.0001	<0.0001	9.67	1405	<0.0001
Erzurum – Mersin	1.65	<0.0001	<0.0001	6.43	621	<0.0001
Erzurum – Muğla Döğüşbelen	1.75	<0.0001	<0.0001	10.01	1504	<0.0001
Erzurum – Muğla İkizce	1.75	<0.0001	<0.0001	10.09	1529	<0.0001
Erzurum – Muğla İncirköy	1.99	<0.0001	<0.0001	8.94	1200	<0.0001
Erzurum – Niğde	2.38	<0.0001	<0.0001	7.52	848	<0.0001
Erzurum – Ordu	2.74	<0.0001	<0.0001	9.33	1307	<0.0001
Erzurum – Rize Fındıklı	1.82	<0.0001	<0.0001	8.46	1074	<0.0001
Erzurum – Rize Çat	2.11	<0.0001	<0.0001	7.01	738	<0.0001
Erzurum – Samsun	2.00	<0.0001	<0.0001	8.90	1188	<0.0001
Erzurum – Sivas	2.32	<0.0001	<0.0001	9.92	1477	<0.0001
Erzurum - Tunceli	2.19	<0.0001	<0.0001	8.32	1039	<0.0001
Erzurum – Van	1.91	<0.0001	<0.0001	8.00	960	<0.0001
Erzurum – Yozgat	2.51	<0.0001	<0.0001	8.28	1029	<0.0001
Erzurum – Çanakkale	1.69	<0.0001	<0.0001	8.67	1128	<0.0001
Erzurum - İstanbul	1.53	<0.0001	<0.0001	6.81	695	<0.0001
Erzurum – İzmir Ege	1.64	<0.0001	<0.0001	8.46	1073	<0.0001
Erzurum – İzmir Sasalı	1.81	<0.0001	<0.0001	9.36	1316	<0.0001
Erzurum - Şanlıurfa	2.08	<0.0001	<0.0001	8.72	1141	<0.0001
Erzurum – Şırnak Faraşın	1.58	<0.0001	<0.0001	6.87	709	<0.0001
Eskişehir - Gaziantep	1.98	<0.0001	<0.0001	6.06	551	<0.0001
Eskişehir - Gökçeada	1.51	<0.0001	<0.0001	5.81	507	<0.0001
Eskişehir – Hakkari Bayköy	1.42	<0.0001	0.0030	4.34	282	0.0027
Eskişehir – Hakkari Mela	1.03	0.0020	0.0080	3.89	227	0.0116
Eskişehir – Hakkari Yüksekova	2.04	<0.0001	<0.0001	5.59	468	<0.0001
Eskişehir - Isparta	1.19	<0.0001	<0.0001	6.05	550	<0.0001
Eskişehir - Iğdır	1.21	<0.0001	<0.0001	7.01	737	<0.0001
Eskişehir - Kars	2.35	<0.0001	<0.0001	6.93	721	<0.0001
Eskişehir - Kayseri	1.73	<0.0001	<0.0001	7.79	912	<0.0001
Eskişehir – Kıbrıs Lefkoşa	1.48	<0.0001	<0.0001	5.74	494	<0.0001
Eskişehir – Kıbrıs Malıdağ	1.72	<0.0001	<0.0001	6.11	560	<0.0001
Eskişehir - Kırklareli	1.98	<0.0001	<0.0001	6.99	733	<0.0001
Eskişehir - Kırşehir	1.57	<0.0001	<0.0001	5.59	470	<0.0001
Eskişehir - Konya	1.89	<0.0001	<0.0001	7.39	819	<0.0001
Eskişehir - Kütahya	1.90	<0.0001	<0.0001	8.48	1079	<0.0001

Comparison	Procrustes distance	Procrustes distance (P)	T-square (P)	Mahalanobis distance	T-square (value)	P- value (parametric)
Eskişehir - Manisa	1.90	<0.0001	<0.0001	9.42	1282	<0.0001
Eskişehir – Mersin	1.70	<0.0001	<0.0001	6.51	636	<0.0001
Eskişehir – Muğla Döğüşbelen	1.61	<0.0001	<0.0001	7.23	786	<0.0001
Eskişehir – Muğla İkizce	1.98	<0.0001	<0.0001	9.64	1395	<0.0001
Eskişehir – Muğla İncirköy	1.75	<0.0001	<0.0001	6.93	721	<0.0001
Eskişehir – Niğde	2.36	<0.0001	<0.0001	8.19	1006	<0.0001
Eskişehir – Ordu	2.52	<0.0001	<0.0001	9.72	1419	<0.0001
Eskişehir – Rize Fındıklı	1.50	<0.0001	<0.0001	6.49	633	<0.0001
Eskişehir – Rize Çat	1.78	<0.0001	<0.0001	6.33	601	<0.0001
Eskişehir – Samsun	1.77	<0.0001	<0.0001	8.25	1021	<0.0001
Eskişehir – Sivas	2.40	<0.0001	<0.0001	7.38	818	<0.0001
Eskişehir – Tunceli	2.13	<0.0001	<0.0001	8.54	1094	<0.0001
Eskişehir - Van	1.81	<0.0001	<0.0001	6.66	667	<0.0001
Eskişehir – Yozgat	2.08	<0.0001	<0.0001	7.21	781	<0.0001
Eskişehir – Çanakkale	1.26	<0.0001	<0.0001	5.76	498	<0.0001
Eskişehir – İstanbul	1.33	<0.0001	<0.0001	6.65	664	<0.0001
Eskişehir – İzmir Ege	1.81	<0.0001	<0.0001	7.20	777	<0.0001
Eskişehir – İzmir Sasalı	1.69	<0.0001	<0.0001	6.97	730	<0.0001
Eskişehir – Şanlıurfa	2.13	<0.0001	<0.0001	8.51	1086	<0.0001
Eskişehir – Şırnak Faraşın	1.59	<0.0001	<0.0001	6.74	682	<0.0001
Gaziantep - Gökçeada	2.01	<0.0001	<0.0001	7.45	833	<0.0001
Gaziantep – Hakkari Bayköy	1.84	<0.0001	<0.0001	6.69	672	<0.0001
Gaziantep – Hakkari Mela	1.88	<0.0001	<0.0001	7.79	911	<0.0001
Gaziantep – Hakkari Yüksekova	2.35	<0.0001	<0.0001	7.21	781	<0.0001
Gaziantep - Isparta	1.93	<0.0001	<0.0001	9.27	1290	<0.0001
Gaziantep – Iğdır	2.54	<0.0001	<0.0001	9.67	1402	<0.0001
Gaziantep - Kars	2.52	<0.0001	<0.0001	7.13	762	<0.0001
Gaziantep - Kayseri	2.22	<0.0001	<0.0001	9.10	1243	<0.0001
Gaziantep – Kıbrıs Lefkoşa	1.64	<0.0001	<0.0001	8.72	1141	<0.0001
Gaziantep – Kıbrıs Mallıdağ	1.64	<0.0001	<0.0001	7.65	878	<0.0001
Gaziantep - Kırklareli	1.91	<0.0001	<0.0001	6.31	598	<0.0001
Gaziantep – Kırşehir	2.08	<0.0001	<0.0001	7.75	901	<0.0001
Gaziantep – Konya	2.49	<0.0001	<0.0001	10.61	1688	<0.0001
Gaziantep - Kütahya	2.13	<0.0001	<0.0001	8.48	1081	<0.0001
Gaziantep – Manisa	2.58	<0.0001	<0.0001	12.90	2496	<0.0001
Gaziantep - Mersin	2.28	<0.0001	<0.0001	9.57	1375	<0.0001
Gaziantep – Muğla Döğüşbelen	2.10	<0.0001	<0.0001	8.32	1039	<0.0001

Comparison	Procrustes distance	Procrustes distance (P)	T-square (P)	Mahalanobis distance	T-square (value)	P- value (parametric)
Gaziantep – Muğla İkizce	2.20	<0.0001	<0.0001	11.49	1981	<0.0001
Gaziantep – Muğla İncirköy	2.10	<0.0001	<0.0001	8.29	1031	<0.0001
Gaziantep - Niğde	2.56	<0.0001	<0.0001	8.00	961	<0.0001
Gaziantep - Ordu	2.51	<0.0001	<0.0001	9.45	1341	<0.0001
Gaziantep – Rize Fındıklı	1.99	<0.0001	<0.0001	12.08	2191	<0.0001
Gaziantep – Rize Çat	2.21	<0.0001	<0.0001	7.97	953	<0.0001
Gaziantep - Samsun	2.37	<0.0001	<0.0001	11.42	1958	<0.0001
Gaziantep – Sivas	2.83	<0.0001	<0.0001	8.17	1003	<0.0001
Gaziantep – Tunceli	2.25	<0.0001	<0.0001	7.63	874	<0.0001
Gaziantep - Van	2.09	<0.0001	<0.0001	7.33	807	<0.0001
Gaziantep – Yozgat	2.08	<0.0001	<0.0001	10.11	1534	<0.0001
Gaziantep – Çanakkale	1.66	<0.0001	<0.0001	6.09	557	<0.0001
Gaziantep – İstanbul	2.48	<0.0001	<0.0001	10.53	1664	<0.0001
Gaziantep – İzmir Ege	2.31	<0.0001	<0.0001	10.99	1813	<0.0001
Gaziantep – İzmir Sasalı	2.48	<0.0001	<0.0001	11.63	2030	<0.0001
Gaziantep – Şanlıurfa	2.20	<0.0001	<0.0001	8.43	1067	<0.0001
Gaziantep – Şırnak Faraşın	2.14	<0.0001	<0.0001	9.64	1396	<0.0001
Gökçeada – Hakkari Bayköy	2.32	<0.0001	<0.0001	6.35	605	<0.0001
Gökçeada – Hakkari Mela	1.78	<0.0001	<0.0001	6.41	617	<0.0001
Gökçeada – Hakkari Yüksekova	2.98	<0.0001	<0.0001	6.97	729	<0.0001
Gökçeada – Isparta	2.01	<0.0001	<0.0001	7.43	828	<0.0001
Gökçeada – Iğdır	2.03	<0.0001	<0.0001	8.25	1020	<0.0001
Gökçeada - Kars	3.29	<0.0001	<0.0001	8.82	1169	<0.0001
Gökçeada – Kayseri	2.40	<0.0001	<0.0001	8.22	1014	<0.0001
Gökçeada – Kıbrıs Lefkoşa	1.99	<0.0001	<0.0001	5.96	533	<0.0001
Gökçeada – Kıbrıs Malıdağ	2.46	<0.0001	<0.0001	8.42	1063	<0.0001
Gökçeada – Kırklareli	2.87	<0.0001	<0.0001	7.18	773	<0.0001
Gökçeada – Kırşehir	2.38	<0.0001	<0.0001	8.61	1114	<0.0001
Gökçeada – Konya	2.43	<0.0001	<0.0001	8.60	1110	<0.0001
Gökçeada – Kütahya	2.70	<0.0001	<0.0001	10.40	1625	<0.0001
Gökçeada – Manisa	2.81	<0.0001	<0.0001	10.28	1587	<0.0001
Gökçeada - Mersin	2.44	<0.0001	<0.0001	8.17	1003	<0.0001
Gökçeada – Muğla Doğuşbelen	2.31	<0.0001	<0.0001	9.45	1340	<0.0001
Gökçeada – Muğla İkizce	2.61	<0.0001	<0.0001	12.73	2431	<0.0001
Gökçeada - Muğla İncirköy	2.60	<0.0001	<0.0001	7.92	942	<0.0001
Gökçeada – Niğde	3.26	<0.0001	<0.0001	9.55	1369	<0.0001
Gökçeada – Ordu	3.22	<0.0001	<0.0001	13.38	2686	<0.0001

Comparison	Procrustes distance	Procrustes distance (P)	T-square (P)	Mahalanobis distance	T-square (value)	P- value (parametric)
Gökçeada – Rize Fındıklı	1.94	<0.0001	<0.0001	5.90	522	<0.0001
Gökçeada – Rize Çat	2.59	<0.0001	<0.0001	6.37	609	<0.0001
Gökçeada - Samsun	2.53	<0.0001	<0.0001	10.83	1761	<0.0001
Gökçeada – Sivas	3.30	<0.0001	<0.0001	8.68	1131	<0.0001
Gökçeada – Tunceli	2.86	<0.0001	<0.0001	10.28	1587	<0.0001
Gökçeada – Van	2.66	<0.0001	<0.0001	8.30	1034	<0.0001
Gökçeada - Yozgat	2.41	<0.0001	<0.0001	10.84	1763	<0.0001
Gökçeada – Çanakkale	1.94	<0.0001	<0.0001	9.47	1347	<0.0001
Gökçeada – İstanbul	1.63	<0.0001	<0.0001	5.85	513	<0.0001
Gökçeada – İzmir Ege	2.55	<0.0001	<0.0001	8.85	1174	<0.0001
Gökçeada – İzmir Sasalı	2.37	<0.0001	<0.0001	8.89	1187	<0.0001
Gökçeada – Şanlıurfa	2.75	<0.0001	<0.0001	8.17	1002	<0.0001
Gökçeada – Şırnak Faraşın	2.20	<0.0001	<0.0001	8.26	1024	<0.0001
Hakkari Bayköy – Hakkari Mela	1.05	0.0010	<0.0001	4.83	351	0.0006
Hakkari Bayköy – Hakkari Yüksekova	1.77	<0.0001	<0.0001	7.24	787	<0.0001
Hakkari Bayköy – Isparta	1.02	<0.0001	<0.0001	6.16	570	<0.0001
Hakkari Bayköy - Iğdır	1.84	<0.0001	<0.0001	7.44	831	<0.0001
Hakkari Bayköy - Kars	1.91	<0.0001	<0.0001	5.67	483	<0.0001
Hakkari Bayköy - Kayseri	1.81	<0.0001	<0.0001	7.40	822	<0.0001
Hakkari Bayköy – Kıbrıs Lefkoşa	1.73	<0.0001	<0.0001	6.59	652	<0.0001
Hakkari Bayköy – Kıbrıs Mallıdağ	1.58	<0.0001	<0.0001	6.76	686	<0.0001
Hakkari Bayköy - Kırklareli	1.54	<0.0001	<0.0001	7.11	759	<0.0001
Hakkari Bayköy – Kırşehir	1.41	<0.0001	0.0010	4.48	301	0.0018
Hakkari Bayköy – Konya	2.32	<0.0001	<0.0001	8.09	982	<0.0001
Hakkari Bayköy – Kütahya	1.67	<0.0001	<0.0001	8.02	964	<0.0001
Hakkari Bayköy – Manisa	2.21	<0.0001	<0.0001	11.05	1831	<0.0001
Hakkari Bayköy – Mersin	1.63	<0.0001	<0.0001	6.29	593	<0.0001
Hakkari Bayköy – Muğla Döğüşbelen	1.82	<0.0001	<0.0001	7.72	894	<0.0001
Hakkari Bayköy – Muğla İkizce	1.84	<0.0001	<0.0001	9.29	1296	<0.0001
Hakkari Bayköy – Muğla İncirköy	1.79	<0.0001	<0.0001	7.30	800	<0.0001
Hakkari Bayköy – Niğde	2.19	<0.0001	<0.0001	9.35	1311	<0.0001
Hakkari Bayköy – Ordu	2.48	<0.0001	<0.0001	7.97	954	<0.0001
Hakkari Bayköy – Rize Fındıklı	1.53	<0.0001	<0.0001	9.22	1276	<0.0001
Hakkari Bayköy – Rize Çat	1.96	<0.0001	<0.0001	6.22	581	<0.0001
Hakkari Bayköy – Samsun	1.76	<0.0001	<0.0001	5.77	500	<0.0001
Hakkari Bayköy – Sivas	2.25	<0.0001	<0.0001	7.66	881	<0.0001
Hakkari Bayköy – Tunceli	2.28	<0.0001	<0.0001	13.86	2883	<0.0001

Comparison	Procrustes distance	Procrustes distance (P)	T-square (P)	Mahalanobis distance	T-square (value)	P- value (parametric)
Hakkari Bayköy - Van	1.71	<0.0001	<0.0001	6.45	625	<0.0001
Hakkari Bayköy – Yozgat	2.28	<0.0001	<0.0001	10.05	1517	<0.0001
Hakkari Bayköy – Çanakkale	1.39	<0.0001	<0.0001	6.25	587	<0.0001
Hakkari Bayköy – İstanbul	1.86	<0.0001	<0.0001	7.81	915	<0.0001
Hakkari Bayköy – İzmir Ege	1.73	<0.0001	<0.0001	6.71	677	<0.0001
Hakkari Bayköy – İzmir Sasalı	1.82	<0.0001	<0.0001	5.67	482	<0.0001
Hakkari Bayköy - Şanlıurfa	2.20	<0.0001	<0.0001	10.36	1612	<0.0001
Hakkari Bayköy – Şırnak Faraşın	1.70	<0.0001	<0.0001	6.27	590	<0.0001
Hakkari Mela – Hakkari Yüksekova	1.76	<0.0001	<0.0001	8.12	989	<0.0001
Hakkari Mela – Isparta	0.91	0.0080	0.0010	4.92	363	0.0004
Hakkari Mela - Iğdır	1.67	<0.0001	<0.0001	6.78	690	<0.0001
Hakkari Mela - Kars	2.12	<0.0001	<0.0001	6.19	575	<0.0001
Hakkari Mela - Kayseri	1.49	<0.0001	<0.0001	5.85	513	<0.0001
Hakkari Mela – Kıbrıs Lefkoşa	1.41	<0.0001	0.0010	4.48	301	0.0017
Hakkari Mela – Kıbrıs Mallıdağ	1.57	<0.0001	0.0060	4.06	248	0.0066
Hakkari Mela - Kırklareli	1.73	<0.0001	0.0010	4.34	283	0.0027
Hakkari Mela – Kırşehir	1.35	<0.0001	0.0040	4.15	258	0.0051
Hakkari Mela – Konya	2.00	<0.0001	<0.0001	5.34	428	0.0001
Hakkari Mela – Kütahya	1.71	<0.0001	<0.0001	5.90	522	<0.0001
Hakkari Mela – Manisa	1.94	<0.0001	<0.0001	8.14	994	<0.0001
Hakkari Mela – Mersin	1.54	<0.0001	<0.0001	5.40	438	<0.0001
Hakkari Mela – Muğla Döğüşbelen	1.67	<0.0001	<0.0001	5.33	427	0.0001
Hakkari Mela – Muğla İkizce	1.82	<0.0001	<0.0001	7.08	752	<0.0001
Hakkari Mela – Muğla İncirköy	1.89	<0.0001	<0.0001	4.79	345	0.0006
Hakkari Mela – Niğde	2.28	<0.0001	<0.0001	5.78	502	<0.0001
Hakkari Mela – Ordu	2.44	<0.0001	<0.0001	8.24	1020	<0.0001
Hakkari Mela – Rize Fındıklı	1.33	<0.0001	<0.0001	6.12	561	<0.0001
Hakkari Mela – Rize Çat	1.70	<0.0001	<0.0001	4.95	367	0.0004
Hakkari Mela – Samsun	1.88	<0.0001	<0.0001	6.56	646	<0.0001
Hakkari Mela – Sivas	2.32	<0.0001	<0.0001	6.22	581	<0.0001
Hakkari Mela – Tunceli	2.17	<0.0001	<0.0001	6.47	628	<0.0001
Hakkari Mela – Van	1.73	<0.0001	<0.0001	5.28	419	0.0001
Hakkari Mela – Yozgat	2.14	<0.0001	<0.0001	6.22	518	<0.0001
Hakkari Mela – Çanakkale	1.21	<0.0001	0.0050	4.09	251	0.0061
Hakkari Mela – İstanbul	1.22	<0.0001	<0.0001	5.60	471	<0.0001
Hakkari Mela – İzmir Ege	1.58	<0.0001	<0.0001	5.71	490	<0.0001
Hakkari Mela – İzmir Sasalı	1.45	<0.0001	<0.0001	7.29	798	<0.0001

Comparison	Procrustes distance	Procrustes distance (P)	T-square (P)	Mahalanobis distance	T-square (value)	P- value (parametric)
Hakkari Mela – Şanlıurfa	2.04	<0.0001	<0.0001	7.38	817	<0.0001
Hakkari Mela – Şırnak Faraşın	1.47	<0.0001	<0.0001	5.78	501	<0.0001
Hakkari Yüksekova – Isparta	1.83	<0.0001	<0.0001	8.89	1186	<0.0001
Hakkari Yüksekova – Iğdır	2.55	<0.0001	<0.0001	7.00	736	<0.0001
Hakkari Yüksekova - Kars	1.75	<0.0001	<0.0001	6.01	541	<0.0001
Hakkari Yüksekova - Kayseri	1.53	<0.0001	<0.0001	6.96	727	<0.0001
Hakkari Yüksekova – Kıbrıs Lefkoşa	1.51	<0.0001	<0.0001	5.91	524	<0.0001
Hakkari Yüksekova – Kıbrıs Mallıdağ	1.66	<0.0001	<0.0001	7.34	810	<0.0001
Hakkari Yüksekova - Kırklareli	1.40	<0.0001	<0.0001	5.99	539	<0.0001
Hakkari Yüksekova - Kırşehir	1.87	<0.0001	<0.0001	7.04	744	<0.0001
Hakkari Yüksekova – Konya	2.18	<0.0001	<0.0001	6.87	709	<0.0001
Hakkari Yüksekova - Kütahya	1.69	<0.0001	<0.0001	7.69	951	<0.0001
Hakkari Yüksekova – Manisa	1.69	<0.0001	<0.0001	10.48	1649	<0.0001
Hakkari Yüksekova - Mersin	1.78	<0.0001	<0.0001	5.63	476	<0.0001
Hakkari Yüksekova – Muğla Doğuşbelen	1.81	<0.0001	<0.0001	8.04	971	<0.0001
Hakkari Yüksekova – Muğla İkizce	2.01	<0.0001	<0.0001	10.73	1727	<0.0001
Hakkari Yüksekova – Muğla İncirköy	1.75	<0.0001	<0.0001	6.49	633	<0.0001
Hakkari Yüksekova - Niğde	1.78	<0.0001	<0.0001	8.36	1048	<0.0001
Hakkari Yüksekova - Ordu	2.32	<0.0001	<0.0001	10.10	1532	<0.0001
Hakkari Yüksekova – Rize Fındıklı	1.96	<0.0001	<0.0001	6.88	710	<0.0001
Hakkari Yüksekova – Rize Çat	1.22	<0.0001	<0.0001	6.01	542	<0.0001
Hakkari Yüksekova - Samsun	2.12	<0.0001	<0.0001	7.33	807	<0.0001
Hakkari Yüksekova - Sivas	2.20	<0.0001	<0.0001	9.24	1282	<0.0001
Hakkari Yüksekova - Tunceli	1.94	<0.0001	<0.0001	11.56	2005	<0.0001
Hakkari Yüksekova - Van	1.58	<0.0001	<0.0001	5.43	442	<0.0001
Hakkari Yüksekova - Yozgat	2.27	<0.0001	<0.0001	9.57	1375	<0.0001
Hakkari Yüksekova - Çanakkale	1.76	<0.0001	<0.0001	6.93	722	<0.0001
Hakkari Yüksekova - İstanbul	2.26	<0.0001	<0.0001	6.50	634	<0.0001
Hakkari Yüksekova – İzmir Ege	1.76	<0.0001	<0.0001	8.24	1018	<0.0001
Hakkari Yüksekova – İzmir Sasalı	2.16	<0.0001	<0.0001	8.29	1031	<0.0001
Hakkari Yüksekova - Şanlıurfa	1.92	<0.0001	<0.0001	7.48	839	<0.0001
Hakkari Yüksekova – Şırnak Faraşın	2.24	<0.0001	<0.0001	9.17	1263	<0.0001
Isparta - Iğdır	1.65	<0.0001	<0.0001	9.30	1299	<0.0001
Isparta - Kars	2.06	<0.0001	<0.0001	8.75	1149	<0.0001
Isparta - Kayseri	1.61	<0.0001	<0.0001	6.14	567	<0.0001
Isparta – Kıbrıs Lefkoşa	1.51	<0.0001	<0.0001	5.49	453	<0.0001

Comparison	Procrustes distance	Procrustes distance (P)	T-square (P)	Mahalanobis distance	T-square (value)	P- value (parametric)
Isparta – Kıbrıs Mallıdağ	1.53	<0.0001	<0.0001	9.23	1279	<0.0001
Isparta - Kırklareli	1.54	<0.0001	<0.0001	7.10	757	<0.0001
Isparta - Kırşehir	1.05	<0.0001	<0.0001	5.79	504	<0.0001
Isparta – Konya	1.98	<0.0001	<0.0001	8.95	1202	<0.0001
Isparta - Kütahya	1.54	<0.0001	<0.0001	7.64	876	<0.0001
Isparta – Manisa	2.07	<0.0001	<0.0001	10.81	1752	<0.0001
Isparta – Mersin	1.22	<0.0001	0.0010	5.23	410	0.0002
Isparta – Muğla Döğüşbelen	1.46	<0.0001	<0.0001	7.07	750	<0.0001
Isparta – Muğla İkizce	1.61	<0.0001	<0.0001	8.86	1176	<0.0001
Isparta – Muğla İncirköy	1.62	<0.0001	<0.0001	8.19	1007	<0.0001
Isparta – Niğde	2.11	<0.0001	<0.0001	10.22	1568	<0.0001
Isparta – Ordu	2.43	<0.0001	<0.0001	10.65	1701	<0.0001
Isparta – Rize Fındıklı	1.09	<0.0001	<0.0001	4.82	349	0.0006
Isparta – Rize Çat	1.73	<0.0001	<0.0001	6.00	540	<0.0001
Isparta – Samsun	1.55	<0.0001	<0.0001	6.41	617	<0.0001
Isparta – Sivas	2.09	<0.0001	<0.0001	6.91	717	<0.0001
Isparta – Tunceli	2.04	<0.0001	<0.0001	9.36	1316	<0.0001
Isparta – Van	1.49	<0.0001	<0.0001	5.19	405	0.0002
Isparta – Yozgat	2.03	<0.0001	<0.0001	7.57	860	<0.0001
Isparta – Çanakkale	1.39	<0.0001	<0.0001	7.55	855	<0.0001
Isparta - İstanbul	1.49	<0.0001	<0.0001	6.78	690	<0.0001
Isparta – İzmir Ege	1.26	<0.0001	<0.0001	7.12	761	<0.0001
Isparta – İzmir Sasalı	1.56	<0.0001	<0.0001	8.95	1201	<0.0001
Isparta – Şanlıurfa	1.95	<0.0001	<0.0001	9.28	1294	<0.0001
Isparta – Şırnak Faraşın	1.30	<0.0001	<0.0001	7.50	844	<0.0001
Iğdır - Kars	2.34	<0.0001	<0.0001	7.90	938	<0.0001
Iğdır - Kayseri	2.34	<0.0001	<0.0001	8.90	1189	<0.0001
Iğdır – Kıbrıs Lefkoşa	1.92	<0.0001	<0.0001	5.71	490	<0.0001
Iğdır – Kıbrıs Mallıdağ	1.93	<0.0001	<0.0001	5.81	506	<0.0001
Iğdır - Kırklareli	2.39	<0.0001	<0.0001	8.56	1099	<0.0001
Iğdır - Kırşehir	1.76	<0.0001	<0.0001	5.58	468	<0.0001
Iğdır - Konya	1.98	<0.0001	<0.0001	7.58	862	<0.0001
Iğdır - Kütahya	2.04	<0.0001	<0.0001	8.06	974	<0.0001
Iğdır - Manisa	1.84	<0.0001	<0.0001	8.09	982	<0.0001
Iğdır - Mersin	1.68	<0.0001	<0.0001	6.44	623	<0.0001
Iğdır – Muğla Döğüşbelen	1.62	<0.0001	<0.0001	5.98	537	<0.0001
Iğdır – Muğla İkizce	2.11	<0.0001	<0.0001	9.69	1408	<0.0001
Iğdır – Muğla İncirköy	1.87	<0.0001	<0.0001	5.73	493	<0.0001

Comparison	Procrustes distance	Procrustes distance (P)	T-square (P)	Mahalanobis distance	T-square (value)	P- value (parametric)
Iğdır - Niğde	2.31	<0.0001	<0.0001	8.98	1211	<0.0001
Iğdır - Ordu	2.33	<0.0001	<0.0001	8.05	973	<0.0001
Iğdır – Rize Fındıklı	1.62	<0.0001	<0.0001	8.09	982	<0.0001
Iğdır – Rize Çat	2.12	<0.0001	<0.0001	7.53	852	<0.0001
Iğdır - Samsun	1.63	<0.0001	<0.0001	8.38	1053	<0.0001
Iğdır - Sivas	2.28	<0.0001	<0.0001	7.20	778	<0.0001
Iğdır - Tunceli	2.30	<0.0001	<0.0001	8.33	1042	<0.0001
Iğdır - Van	1.83	<0.0001	<0.0001	7.86	928	<0.0001
Iğdır - Yozgat	2.03	<0.0001	<0.0001	7.16	769	<0.0001
Iğdır - Çanakkale	1.88	<0.0001	<0.0001	6.74	682	<0.0001
Iğdır - İstanbul	1.65	<0.0001	<0.0001	6.37	610	<0.0001
Iğdır - İzmir Ege	2.04	<0.0001	<0.0001	9.92	1477	<0.0001
Iğdır - İzmir Sasalı	1.69	<0.0001	<0.0001	8.15	997	<0.0001
Iğdır - Şanlıurfa	2.20	<0.0001	<0.0001	9.03	1225	<0.0001
Iğdır – Şırnak Faraşın	1.53	<0.0001	<0.0001	9.64	1395	<0.0001
Kars - Kayseri	2.37	<0.0001	<0.0001	8.78	1158	<0.0001
Kars – Kıbrıs Lefkoşa	1.99	<0.0001	<0.0001	5.07	385	0.0003
Kars – Kıbrıs Mallıdağ	1.82	<0.0001	<0.0001	6.85	704	<0.0001
Kars – Kırklareli	1.47	<0.0001	<0.0001	6.02	544	<0.0001
Kars – Kırşehir	1.77	<0.0001	<0.0001	8.44	1070	<0.0001
Kars - Konya	2.23	<0.0001	<0.0001	7.40	821	<0.0001
Kars – Kütahya	2.06	<0.0001	<0.0001	7.05	747	<0.0001
Kars – Manisa	1.75	<0.0001	<0.0001	8.11	988	<0.0001
Kars - Mersin	2.00	<0.0001	<0.0001	7.98	957	<0.0001
Kars – Muğla Döğüşbelen	1.79	<0.0001	0.0020	4.58	315	0.0013
Kars – Muğla İkizce	2.24	<0.0001	<0.0001	7.65	878	<0.0001
Kars – Muğla İncirköy	1.81	<0.0001	<0.0001	5.53	458	<0.0001
Kars – Niğde	1.78	<0.0001	<0.0001	7.79	912	<0.0001
Kars – Ordu	2.01	<0.0001	<0.0001	8.56	1100	<0.0001
Kars – Rize Fındıklı	2.14	<0.0001	<0.0001	7.03	742	<0.0001
Kars – Rize Çat	1.67	<0.0001	<0.0001	5.62	474	<0.0001
Kars – Samsun	1.92	<0.0001	<0.0001	6.53	640	<0.0001
Kars – Sivas	2.18	<0.0001	<0.0001	7.00	736	<0.0001
Kars – Tunceli	2.21	<0.0001	<0.0001	5.91	524	<0.0001
Kars – Van	1.63	<0.0001	<0.0001	6.28	592	<0.0001
Kars - Yozgat	2.43	<0.0001	<0.0001	8.55	1097	<0.0001
Kars – Çanakkale	1.97	<0.0001	<0.0001	7.88	932	<0.0001
Kars – İstanbul	2.58	<0.0001	<0.0001	6.15	567	<0.0001

Comparison	Procrustes distance	Procrustes distance (P)	T-square (P)	Mahalanobis distance	T-square (value)	P- value (parametric)
Kars – İzmir Ege	1.94	<0.0001	<0.0001	8.20	1010	<0.0001
Kars – İzmir Sasalı	2.30	<0.0001	<0.0001	11.29	1913	<0.0001
Kars – Şanlıurfa	2.16	<0.0001	<0.0001	7.71	893	<0.0001
Kars – Şırnak Faraşın	1.86	<0.0001	<0.0001	8.88	1183	<0.0001
Kayseri – Kıbrıs Lefkoşa	1.55	<0.0001	<0.0001	6.86	705	<0.0001
Kayseri – Kıbrıs Mallıdağ	1.91	<0.0001	<0.0001	6.82	699	<0.0001
Kayseri - Kırklareli	1.78	<0.0001	<0.0001	6.89	712	<0.0001
Kayseri - Kırşehir	1.89	<0.0001	<0.0001	5.96	532	<0.0001
Kayseri – Konya	1.74	<0.0001	<0.0001	6.57	649	<0.0001
Kayseri – Kütahya	1.86	<0.0001	<0.0001	7.37	815	<0.0001
Kayseri – Manisa	1.90	<0.0001	<0.0001	8.91	1192	<0.0001
Kayseri – Mersin	1.86	<0.0001	<0.0001	8.46	1074	<0.0001
Kayseri – Muğla Döğüşbelen	1.69	<0.0001	<0.0001	6.42	619	<0.0001
Kayseri – Muğla İkizce	1.92	<0.0001	<0.0001	7.93	943	<0.0001
Kayseri – Muğla İncirköy	1.85	<0.0001	<0.0001	9.45	1339	<0.0001
Kayseri – Niğde	2.03	<0.0001	<0.0001	6.40	615	<0.0001
Kayseri – Ordu	2.52	<0.0001	<0.0001	9.47	1347	<0.0001
Kayseri – Rize Fındıklı	1.82	<0.0001	<0.0001	6.09	557	<0.0001
Kayseri – Rize Çat	1.40	<0.0001	<0.0001	5.51	455	<0.0001
Kayseri – Samsun	2.10	<0.0001	<0.0001	8.48	1079	<0.0001
Kayseri – Sivas	2.21	<0.0001	<0.0001	7.35	812	<0.0001
Kayseri – Tunceli	1.89	<0.0001	<0.0001	7.07	751	<0.0001
Kayseri – Van	1.77	<0.0001	<0.0001	6.18	574	<0.0001
Kayseri – Yozgat	2.15	<0.0001	<0.0001	8.35	1046	<0.0001
Kayseri – Çanakkale	1.52	<0.0001	<0.0001	10.07	1522	<0.0001
Kayseri – İstanbul	1.81	<0.0001	<0.0001	6.38	611	<0.0001
Kayseri – İzmir Ege	1.68	<0.0001	<0.0001	7.07	750	<0.0001
Kayseri – İzmir Sasalı	1.71	<0.0001	<0.0001	7.41	824	<0.0001
Kayseri – Şanlıurfa	2.24	<0.0001	<0.0001	7.81	916	<0.0001
Kayseri – Şırnak Faraşın	2.02	<0.0001	<0.0001	8.15	998	<0.0001
Kıbrıs Lefkoşa - Kıbrıs Mallıdağ	1.18	<0.0001	<0.0001	5.51	456	<0.0001
Kıbrıs Lefkoşa – Kırklareli	1.44	<0.0001	0.0210	3.73	209	0.0191
Kıbrıs Lefkoşa – Kırşehir	1.49	<0.0001	<0.0001	5.14	397	0.0002
Kıbrıs Lefkoşa – Konya	1.54	<0.0001	0.0010	5.04	381	0.0003
Kıbrıs Lefkoşa - Kütahya	1.35	<0.0001	<0.0001	5.32	424	0.0001
Kıbrıs Lefkoşa – Manisa	1.46	<0.0001	<0.0001	6.53	640	<0.0001
Kıbrıs Lefkoşa - Mersin	1.55	<0.0001	<0.0001	6.23	582	<0.0001
Kıbrıs Lefkoşa – Muğla Döğüşbelen	1.15	<0.0001	0.0010	4.58	315	0.0012

Comparison	Procrustes distance	Procrustes distance (P)	T-square (P)	Mahalanobis distance	T-square (value)	P- value (parametric)
Kıbrıs Lefkoşa – Muğla İkizce	1.42	<0.0001	<0.0001	6.00	541	<0.0001
Kıbrıs Lefkoşa – Muğla İncirköy	1.36	<0.0001	0.0030	4.36	285	0.0026
Kıbrıs Lefkoşa - Niğde	1.71	<0.0001	<0.0001	5.05	382	0.0003
Kıbrıs Lefkoşa - Ordu	1.92	<0.0001	<0.0001	7.07	749	<0.0001
Kıbrıs Lefkoşa – Rize Fındıklı	1.43	<0.0001	<0.0001	7.32	805	<0.0001
Kıbrıs Lefkoşa – Rize Çat	1.03	0.0240	0.0820	3.25	158	0.0799
Kıbrıs Lefkoşa - Samsun	1.82	<0.0001	<0.0001	6.10	559	<0.0001
Kıbrıs Lefkoşa – Sivas	2.23	<0.0001	<0.0001	6.94	723	<0.0001
Kıbrıs Lefkoşa - Tunceli	1.56	<0.0001	<0.0001	7.13	762	<0.0001
Kıbrıs Lefkoşa – Van	1.27	<0.0001	<0.0001	5.70	488	<0.0001
Kıbrıs Lefkoşa - Yozgat	1.57	<0.0001	<0.0001	7.09	755	<0.0001
Kıbrıs Lefkoşa - Çanakkale	1.14	0.0010	<0.0001	7.65	879	<0.0001
Kıbrıs Lefkoşa - İstanbul	1.59	<0.0001	<0.0001	5.56	464	<0.0001
Kıbrıs Lefkoşa – İzmir Ege	1.42	<0.0001	<0.0001	7.05	746	<0.0001
Kıbrıs Lefkoşa – İzmir Sasalı	1.89	<0.0001	<0.0001	5.90	523	<0.0001
Kıbrıs Lefkoşa – Şanlıurfa	1.59	<0.0001	<0.0001	6.63	659	<0.0001
Kıbrıs Lefkoşa – Şırnak Faraşın	1.51	<0.0001	<0.0001	5.88	519	<0.0001
Kıbrıs Mallıdağ – Kırklareli	1.19	<0.0001	<0.0001	4.96	369	0.0004
Kıbrıs Mallıdağ – Kırşehir	1.27	<0.0001	0.0040	4.16	260	0.0049
Kıbrıs Mallıdağ – Konya	2.18	<0.0001	<0.0001	7.82	917	<0.0001
Kıbrıs Mallıdağ - Kütahya	1.08	<0.0001	0.0010	4.68	328	0.0009
Kıbrıs Mallıdağ - Manisa	1.61	<0.0001	<0.0001	8.00	962	<0.0001
Kıbrıs Mallıdağ - Mersin	1.45	<0.0001	<0.0001	7.77	907	<0.0001
Kıbrıs Mallıdağ – Muğla Döğüşbelen	1.37	<0.0001	<0.0001	5.33	426	0.0001
Kıbrıs Mallıdağ – Muğla İkizce	1.36	<0.0001	<0.0001	7.27	792	<0.0001
Kıbrıs Mallıdağ – Muğla İncirköy	1.17	<0.0001	0.0030	4.83	350	0.0006
Kıbrıs Mallıdağ - Niğde	1.50	<0.0001	<0.0001	7.05	746	<0.0001
Kıbrıs Mallıdağ - Ordu	1.84	<0.0001	<0.0001	6.46	626	<0.0001
Kıbrıs Mallıdağ – Rize Fındıklı	1.59	<0.0001	<0.0001	7.00	736	<0.0001
Kıbrıs Mallıdağ – Rize Çat	1.56	<0.0001	0.0020	4.92	363	0.0004
Kıbrıs Mallıdağ – Samsun	1.81	<0.0001	<0.0001	7.24	787	<0.0001
Kıbrıs Mallıdağ - Sivas	1.95	<0.0001	<0.0001	6.94	722	<0.0001
Kıbrıs Mallıdağ - Tunceli	1.34	<0.0001	<0.0001	5.72	491	<0.0001
Kıbrıs Mallıdağ - Van	1.10	<0.0001	<0.0001	4.94	366	0.0004
Kıbrıs Mallıdağ - Yozgat	1.77	<0.0001	<0.0001	5.58	467	<0.0001
Kıbrıs Mallıdağ - Çanakkale	1.51	<0.0001	<0.0001	6.23	583	<0.0001

Comparison	Procrustes distance	Procrustes distance (P)	T-square (P)	Mahalanobis distance	T-square (value)	P- value (parametric)
Kıbrıs Mallıdağ - İstanbul	2.17	<0.0001	<0.0001	6.51	637	<0.0001
Kıbrıs Mallıdağ - İzmir Ege	1.59	<0.0001	<0.0001	5.66	481	<0.0001
Kıbrıs Mallıdağ - İzmir Sasalı	1.86	<0.0001	<0.0001	7.91	940	<0.0001
Kıbrıs Mallıdağ - Şanlıurfa	1.14	0.0010	<0.0001	5.48	451	<0.0001
Kıbrıs Mallıdağ - Şırnak Faraşın	1.47	<0.0001	<0.0001	6.69	672	<0.0001
Kırklareli - Kırşehir	1.22	<0.0001	<0.0001	4.80	346	0.0006
Kırklareli - Konya	2.21	<0.0001	<0.0001	5.77	499	<0.0001
Kırklareli - Kütahya	1.41	<0.0001	<0.0001	5.63	476	<0.0001
Kırklareli - Manisa	1.84	<0.0001	<0.0001	6.35	605	<0.0001
Kırklareli - Mersin	1.76	<0.0001	<0.0001	6.66	665	<0.0001
Kırklareli - Muğla Döğüşbelen	1.51	<0.0001	0.0010	4.56	312	0.0014
Kırklareli - Muğla İkizce	1.42	<0.0001	<0.0001	6.79	691	<0.0001
Kırklareli - Muğla İncirköy	1.37	<0.0001	<0.0001	5.30	422	0.0001
Kırklareli - Niğde	1.62	<0.0001	<0.0001	5.71	489	<0.0001
Kırklareli - Ordu	2.14	<0.0001	<0.0001	8.50	1084	<0.0001
Kırklareli - Rize Fındıklı	1.95	<0.0001	<0.0001	6.14	566	<0.0001
Kırklareli - Rize Çat	1.43	<0.0001	<0.0001	4.51	306	<0.0001
Kırklareli - Samsun	2.00	<0.0001	<0.0001	6.51	635	<0.0001
Kırklareli - Sivas	2.08	<0.0001	<0.0001	5.52	457	<0.0001
Kırklareli - Tunceli	1.59	<0.0001	<0.0001	8.84	1174	<0.0001
Kırklareli - Van	1.33	<0.0001	<0.0001	4.89	358	0.0005
Kırklareli - Yozgat	2.28	<0.0001	<0.0001	8.28	1029	<0.0001
Kırklareli - Çanakkale	1.54	<0.0001	<0.0001	7.07	751	<0.0001
Kırklareli - İstanbul	2.37	<0.0001	<0.0001	7.22	782	<0.0001
Kırklareli - İzmir Ege	1.47	<0.0001	<0.0001	7.64	877	<0.0001
Kırklareli - İzmir Sasalı	2.17	<0.0001	<0.0001	8.60	1110	<0.0001
Kırklareli - Şanlıurfa	1.67	<0.0001	<0.0001	6.02	544	<0.0001
Kırklareli - Şırnak Faraşın	1.62	<0.0001	0.0010	5.33	427	0.0001
Kırşehir - Konya	2.00	<0.0001	<0.0001	7.75	901	<0.0001
Kırşehir - Kütahya	1.35	<0.0001	<0.0001	5.19	405	0.0002
Kırşehir - Manisa	1.92	<0.0001	<0.0001	9.55	1370	<0.0001
Kırşehir - Mersin	1.39	<0.0001	<0.0001	5.31	423	0.0001
Kırşehir - Muğla Döğüşbelen	1.15	<0.0001	0.0020	4.39	289	0.0023
Kırşehir - Muğla İkizce	1.28	<0.0001	<0.0001	6.11	561	<0.0001
Kırşehir - Muğla İncirköy	1.25	<0.0001	<0.0001	5.46	448	<0.0001
Kırşehir - Niğde	1.89	<0.0001	<0.0001	8.92	1195	<0.0001
Kırşehir - Ordu	2.26	<0.0001	<0.0001	7.86	928	<0.0001

Comparison	Procrustes distance	Procrustes distance (P)	T-square (P)	Mahalanobis distance	T-square (value)	P- value (parametric)
Kırşehir – Rize Fındıklı	1.45	<0.0001	<0.0001	5.16	400	0.0002
Kırşehir – Rize Çat	1.60	<0.0001	<0.0001	5.06	384	0.0003
Kırşehir – Samsun	1.61	<0.0001	<0.0001	6.89	712	<0.0001
Kırşehir – Sivas	2.02	<0.0001	<0.0001	5.84	511	<0.0001
Kırşehir – Tunceli	1.66	<0.0001	<0.0001	6.39	612	<0.0001
Kırşehir – Van	1.27	<0.0001	0.0010	4.40	291	0.0022
Kırşehir – Yozgat	2.14	<0.0001	<0.0001	7.98	955	<0.0001
Kırşehir – Çanakkale	1.39	<0.0001	<0.0001	7.08	752	<0.0001
Kırşehir – İstanbul	1.74	<0.0001	<0.0001	6.23	584	<0.0001
Kırşehir – İzmir Ege	0.99	<0.0001	0.0240	3.59	193	0.0296
Kırşehir – İzmir Sasalı	1.67	<0.0001	<0.0001	5.64	478	<0.0001
Kırşehir – Şanlıurfa	1.78	<0.0001	<0.0001	6.73	680	<0.0001
Kırşehir – Şırnak Faraşın	0.96	0.0060	0.0010	4.42	293	0.0021
Konya – Kütahya	1.91	<0.0001	<0.0001	7.00	735	<0.0001
Konya - Manisa	1.55	<0.0001	<0.0001	6.37	610	<0.0001
Konya - Mersin	1.90	<0.0001	<0.0001	5.97	535	<0.0001
Konya – Muğla Döğüşbelen	1.18	<0.0001	<0.0001	4.55	311	0.0014
Konya – Muğla İkizce	1.84	<0.0001	<0.0001	6.85	705	<0.0001
Konya – Muğla İncirköy	1.70	<0.0001	<0.0001	6.54	641	<0.0001
Konya - Niğde	1.84	<0.0001	<0.0001	5.96	533	<0.0001
Konya - Ordu	2.06	<0.0001	<0.0001	9.62	1389	<0.0001
Konya – Rize Fındıklı	1.73	<0.0001	<0.0001	5.71	489	<0.0001
Konya – Rize Çat	1.33	<0.0001	<0.0001	6.02	544	<0.0001
Konya – Samsun	1.78	<0.0001	<0.0001	7.31	803	<0.0001
Konya – Sivas	2.10	<0.0001	<0.0001	7.17	772	<0.0001
Konya – Tunceli	1.79	<0.0001	<0.0001	8.32	1039	<0.0001
Konya – Van	1.57	<0.0001	<0.0001	7.53	851	<0.0001
Konya – Yozgat	1.52	<0.0001	<0.0001	8.45	1073	<0.0001
Konya – Çanakkale	1.68	<0.0001	<0.0001	5.50	455	<0.0001
Konya – İstanbul	1.79	<0.0001	<0.0001	6.11	561	<0.0001
Konya – İzmir Ege	1.52	<0.0001	<0.0001	8.22	1014	<0.0001
Konya – İzmir Sasalı	1.94	<0.0001	<0.0001	9.52	1360	<0.0001
Konya – Şanlıurfa	2.23	<0.0001	<0.0001	8.03	969	<0.0001
Konya – Şırnak Faraşın	1.64	<0.0001	<0.0001	6.77	688	<0.0001
Kütahya – Manisa	1.63	<0.0001	<0.0001	8.53	1093	<0.0001
Kütahya – Mersin	1.14	<0.0001	<0.0001	7.14	766	<0.0001
Kütahya – Muğla Döğüşbelen	1.27	<0.0001	<0.0001	7.54	854	<0.0001
Kütahya – Muğla İkizce	0.95	0.0010	<0.0001	6.56	646	<0.0001

Comparison	Procrustes distance	Procrustes distance (P)	T-square (P)	Mahalanobis distance	T-square (value)	P- value (parametric)
Kütahya – Muğla İncirköy	1.15	<0.0001	<0.0001	5.13	395	0.0002
Kütahya – Niğde	1.28	<0.0001	0.0120	4.03	244	0.0073
Kütahya – Ordu	1.85	<0.0001	<0.0001	8.01	963	<0.0001
Kütahya – Rize Fındıklı	1.49	<0.0001	<0.0001	6.27	589	<0.0001
Kütahya – Rize Çat	1.53	<0.0001	<0.0001	5.81	506	<0.0001
Kütahya – Samsun	1.70	<0.0001	<0.0001	7.17	771	<0.0001
Kütahya – Sivas	1.56	<0.0001	<0.0001	7.68	886	<0.0001
Kütahya – Tunceli	1.14	<0.0001	<0.0001	6.57	648	<0.0001
Kütahya – Van	0.82	0.0230	0.0520	3.41	175	0.0500
Kütahya – Yozgat	1.62	<0.0001	<0.0001	5.76	497	<0.0001
Kütahya – Çanakkale	1.57	<0.0001	<0.0001	7.39	820	<0.0001
Kütahya – İstanbul	2.07	<0.0001	<0.0001	8.79	1159	<0.0001
Kütahya – İzmir Ege	1.33	<0.0001	<0.0001	9.56	1371	<0.0001
Kütahya – İzmir Sasalı	1.73	<0.0001	<0.0001	9.81	1444	<0.0001
Kütahya – Şanlıurfa	1.24	<0.0001	<0.0001	6.30	597	<0.0001
Kütahya – Şırnak Faraşın	1.42	<0.0001	<0.0001	5.82	508	<0.0001
Manisa – Mersin	1.80	<0.0001	<0.0001	9.48	1349	<0.0001
Manisa – Muğla Döğüşbelen	1.29	<0.0001	<0.0001	5.31	423	0.0001
Manisa – Muğla İkizce	1.82	<0.0001	<0.0001	9.09	1241	<0.0001
Manisa – Muğla İncirköy	1.54	<0.0001	<0.0001	10.59	1682	<0.0001
Manisa – Niğde	1.33	<0.0001	<0.0001	5.45	445	<0.0001
Manisa – Ordu	1.67	<0.0001	<0.0001	8.81	1166	<0.0001
Manisa – Rize Fındıklı	1.93	<0.0001	<0.0001	6.72	678	<0.0001
Manisa – Rize Çat	1.17	<0.0001	<0.0001	6.62	658	<0.0001
Manisa – Samsun	2.02	<0.0001	<0.0001	10.93	1793	<0.0001
Manisa – Sivas	2.02	<0.0001	<0.0001	9.68	1407	<0.0001
Manisa – Tunceli	1.61	<0.0001	<0.0001	8.90	1190	<0.0001
Manisa – Van	1.34	<0.0001	<0.0001	7.06	747	<0.0001
Manisa – Yozgat	1.72	<0.0001	<0.0001	7.02	739	<0.0001
Manisa – Çanakkale	1.89	<0.0001	<0.0001	11.31	1921	<0.0001
Manisa – İstanbul	2.14	<0.0001	<0.0001	7.14	764	<0.0001
Manisa – İzmir Ege	1.90	<0.0001	<0.0001	8.46	1074	<0.0001
Manisa – İzmir Sasalı	1.84	<0.0001	<0.0001	10.62	1691	<0.0001
Manisa – Şanlıurfa	1.61	<0.0001	<0.0001	6.00	540	<0.0001
Manisa – Şırnak Faraşın	1.75	<0.0001	<0.0001	7.49	843	<0.0001
Mersin – Muğla Döğüşbelen	1.33	<0.0001	<0.0001	10.23	1570	<0.0001
Mersin – Muğla İkizce	1.56	<0.0001	<0.0001	8.90	1189	<0.0001
Mersin – Muğla İncirköy	1.45	<0.0001	<0.0001	6.73	681	<0.0001

Comparison	Procrustes distance	Procrustes distance (P)	T-square (P)	Mahalanobis distance	T-square (value)	P- value (parametric)
Mersin – Niğde	1.70	<0.0001	<0.0001	9.44	1338	<0.0001
Mersin – Ordu	2.02	<0.0001	<0.0001	7.72	894	<0.0001
Mersin – Rize Fındıklı	0.95	<0.0001	0.0030	4.18	262	0.0046
Mersin – Rize Çat	1.61	<0.0001	<0.0001	4.92	363	0.0004
Mersin – Samsun	1.29	<0.0001	<0.0001	6.94	722	<0.0001
Mersin – Sivas	1.48	<0.0001	<0.0001	6.94	722	<0.0001
Mersin – Tunceli	1.67	<0.0001	<0.0001	7.34	809	<0.0001
Mersin – Van	1.05	0.0010	0.0030	4.40	291	0.0022
Mersin – Yozgat	1.69	<0.0001	<0.0001	6.33	601	<0.0001
Mersin – Çanakkale	1.71	<0.0001	<0.0001	8.84	1173	<0.0001
Mersin – İstanbul	1.74	<0.0001	0.0020	4.74	337	0.0008
Mersin – İzmir Ege	1.32	<0.0001	<0.0001	5.70	488	<0.0001
Mersin – İzmir Sasalı	1.41	<0.0001	<0.0001	5.96	533	<0.0001
Mersin – Şanlıurfa	1.51	<0.0001	<0.0001	8.11	987	<0.0001
Mersin – Şırnak Faraşın	1.42	<0.0001	<0.0001	6.03	546	<0.0001
Muğla Döğüşbelen – Muğla İkizce	1.21	<0.0001	<0.0001	4.99	374	0.0003
Muğla Döğüşbelen – Muğla İncirköy	0.83	0.0240	0.0260	3.67	202	0.0231
Muğla Döğüşbelen – Niğde	1.42	<0.0001	0.0020	4.73	336	0.0008
Muğla Döğüşbelen – Ordu	1.90	<0.0001		6.16	570	
Muğla Döğüşbelen – Rize Fındıklı	1.34	<0.0001	0.0010	4.90	361	0.0004
Muğla Döğüşbelen – Rize Çat	1.15	<0.0001	<0.0001	4.80	345	0.0006
Muğla Döğüşbelen - Samsun	1.44	<0.0001	<0.0001	6.38	612	<0.0001
Muğla Döğüşbelen - Sivas	1.82	<0.0001	0.0020	4.58	315	0.0012
Muğla Döğüşbelen - Tunceli	1.23	<0.0001	<0.0001	6.42	618	<0.0001
Muğla Döğüşbelen – Van	0.92	<0.0001	0.0070	5.20	406	0.0070
Muğla Döğüşbelen – Yozgat	1.45	<0.0001	<0.0001	5.89	520	<0.0001
Muğla Döğüşbelen – Çanakkale	1.40	<0.0001	<0.0001	6.46	625	<0.0001
Muğla Döğüşbelen – İstanbul	1.72	<0.0001	<0.0001	6.87	709	<0.0001
Muğla Döğüşbelen – İzmir Ege	1.04	<0.0001	<0.0001	6.04	547	<0.0001
Muğla Döğüşbelen – İzmir Sasalı	1.68	<0.0001	<0.0001	7.58	862	<0.0001
Muğla Döğüşbelen – Şanlıurfa	1.57	<0.0001	<0.0001	6.74	682	<0.0001
Muğla Döğüşbelen – Şırnak Faraşın	1.12	<0.0001	<0.0001	5.94	530	<0.0001
Muğla İkizce – Muğla İncirköy	1.20	<0.0001	<0.0001	6.27	590	<0.0001
Muğla İkizce - Niğde	1.44	<0.0001	0.0010	4.87	356	0.0005
Muğla İkizce - Ordu	2.06	<0.0001	<0.0001	8.22	1015	<0.0001
Muğla İkizce – Rize Fındıklı	1.63	<0.0001	<0.0001	8.36	1050	<0.0001
Muğla İkizce – Rize Çat	1.63	<0.0001	<0.0001	6.91	716	<0.0001

Comparison	Procrustes distance	Procrustes distance (P)	T-square (P)	Mahalanobis distance	T-square (value)	P- value (parametric)
Muğla İkizce – Samsun	1.78	<0.0001	<0.0001	7.58	864	<0.0001
Muğla İkizce – Sivas	1.72	<0.0001	<0.0001	5.68	484	<0.0001
Muğla İkizce – Tunceli	1.25	<0.0001	<0.0001	7.59	864	<0.0001
Muğla İkizce – Van	1.12	<0.0001	0.0010	4.74	337	0.0008
Muğla İkizce – Yozgat	1.75	<0.0001	<0.0001	7.52	849	<0.0001
Muğla İkizce - Çanakkale	1.73	<0.0001	<0.0001	7.15	767	<0.0001
Muğla İkizce – İstanbul	2.13	<0.0001	<0.0001	8.75	1101	<0.0001
Muğla İkizce – İzmir Ege	1.17	<0.0001	<0.0001	5.53	459	<0.0001
Muğla İkizce – İzmir Sasalı	1.94	<0.0001	<0.0001	9.61	1385	<0.0001
Muğla İkizce – Şanlıurfa	1.39	<0.0001	<0.0001	6.50	633	<0.0001
Muğla İkizce – Şırnak Faraşın	1.29	<0.0001	<0.0001	7.28	797	<0.0001
Muğla İncirköy - Niğde	1.22	<0.0001	0.0070	4.10	252	0.0059
Muğla İncirköy - Ordu	1.98	<0.0001	<0.0001	7.24	787	<0.0001
Muğla İncirköy – Rize Fındıklı	1.52	<0.0001	<0.0001	5.08	388	0.0003
Muğla İncirköy – Rize Çat	1.33	<0.0001	<0.0001	4.98	372	0.0004
Muğla İncirköy – Samsun	1.38	<0.0001	<0.0001	6.78	690	<0.0001
Muğla İncirköy – Sivas	1.61	<0.0001	0.0090	3.93	232	0.0102
Muğla İncirköy – Tunceli	0.99	0.0010	<0.0001	6.26	588	<0.0001
Muğla İncirköy – Van	0.81	0.0480	0.0030	4.10	253	0.0058
Muğla İncirköy – Yozgat	1.60	<0.0001	<0.0001	5.20	406	0.0002
Muğla İncirköy - Çanakkale	1.52	<0.0001	<0.0001	7.97	953	<0.0001
Muğla İncirköy – İstanbul	2.14	<0.0001	<0.0001	6.42	618	<0.0001
Muğla İncirköy – İzmir Ege	1.26	<0.0001	<0.0001	6.65	663	<0.0001
Muğla İncirköy – İzmir Sasalı	1.96	<0.0001	<0.0001	8.74	1147	<0.0001
Muğla İncirköy – Şanlıurfa	1.43	<0.0001	<0.0001	5.93	528	<0.0001
Muğla İncirköy – Şırnak Faraşın	1.39	<0.0001	<0.0001	6.67	669	<0.0001
Niğde - Ordu	1.39	<0.0001	<0.0001	6.01	543	<0.0001
Niğde - Rize Fındıklı	1.89	<0.0001	<0.0001	6.29	595	<0.0001
Niğde - Rize Çat	1.42	<0.0001	0.0020	4.29	276	0.0032
Niğde - Samsun	1.67	<0.0001	<0.0001	7.45	834	<0.0001
Niğde - Sivas	1.31	<0.0001	<0.0001	5.07	386	0.0003
Niğde - Tunceli	1.11	<0.0001	<0.0001	4.48	302	0.0017
Niğde - Van	0.89	0.0050	0.0130	3.77	213	0.0168
Niğde - Yozgat	1.55	<0.0001	<0.0001	5.44	445	<0.0001
Niğde - Çanakkale	2.16	<0.0001	<0.0001	8.67	1127	<0.0001
Niğde - İstanbul	2.67	<0.0001	<0.0001	9.22	1277	<0.0001
Niğde - İzmir Ege	1.70	<0.0001	<0.0001	6.40	616	<0.0001

Comparison	Procrustes distance	Procrustes distance (P)	T-square (P)	Mahalanobis distance	T-square (value)	P- value (parametric)
Niğde - İzmir Sasalı	2.06	<0.0001	<0.0001	12.32	2279	<0.0001
Niğde - Şanlıurfa	1.31	<0.0001	<0.0001	6.63	659	<0.0001
Niğde - Şırnak Faraşın	1.80	<0.0001	<0.0001	6.20	577	<0.0001
Ordu – Rize Fındıklı	2.06	<0.0001	<0.0001	8.97	1209	<0.0001
Ordu – Rize Çat	1.74	<0.0001	<0.0001	5.42	441	<0.0001
Ordu – Samsun	1.96	<0.0001	<0.0001	8.85	1177	<0.0001
Ordu – Sivas	1.83	<0.0001	<0.0001	7.20	777	<0.0001
Ordu – Tunceli	1.77	<0.0001	<0.0001	9.28	1293	<0.0001
Ordu – Van	1.44	<0.0001	<0.0001	6.70	674	<0.0001
Ordu – Yozgat	1.67	<0.0001	<0.0001	8.84	1173	<0.0001
Ordu – Çanakkale	2.35	<0.0001	<0.0001	9.59	1381	<0.0001
Ordu – İstanbul	2.85	<0.0001	<0.0001	8.35	1046	<0.0001
Ordu – İzmir Ege	2.25	<0.0001	<0.0001	12.02	2169	<0.0001
Ordu – İzmir Sasalı	1.96	<0.0001	<0.0001	8.38	1053	<0.0001
Ordu – Şanlıurfa	1.80	<0.0001	<0.0001	8.32	1040	<0.0001
Ordu – Şırnak Faraşın	2.00	<0.0001	<0.0001	6.96	728	<0.0001
Rize Fındıklı - Rize Çat	1.61	<0.0001	<0.0001	4.86	355	0.0005
Rize Fındıklı - Samsun	1.20	<0.0001	<0.0001	7.34	808	<0.0001
Rize Fındıklı - Sivas	1.80	<0.0001	<0.0001	7.30	801	<0.0001
Rize Fındıklı - Tunceli	1.87	<0.0001	<0.0001	10.88	1777	<0.0001
Rize Fındıklı - Van	1.25	<0.0001	<0.0001	4.77	341	0.0007
Rize Fındıklı - Yozgat	1.44	<0.0001	<0.0001	5.55	462	<0.0001
Rize Fındıklı - Çanakkale	1.64	<0.0001	<0.0001	10.05	1517	<0.0001
Rize Fındıklı - İstanbul	1.58	<0.0001	<0.0001	5.31	424	0.0001
Rize Fındıklı - İzmir Ege	1.40	<0.0001	<0.0001	5.06	384	0.0003
Rize Fındıklı - İzmir Sasalı	1.45	<0.0001	<0.0001	6.50	634	<0.0001
Rize Fındıklı - Şanlıurfa	1.71	<0.0001	<0.0001	6.19	575	<0.0001
Rize Fındıklı - Şırnak Faraşın	1.34	<0.0001	<0.0001	6.19	576	<0.0001
Rize Çat - Samsun	1.79	<0.0001	0.0010	5.39	436	<0.0001
Rize Çat - Sivas	1.93	<0.0001	<0.0001	7.31	801	<0.0001
Rize Çat - Tunceli	1.48	<0.0001	<0.0001	6.77	689	<0.0001
Rize Çat - Van	1.15	0.0020	0.0290	3.69	204	0.0215
Rize Çat - Yozgat	1.73	<0.0001	<0.0001	6.59	652	<0.0001
Rize Çat - Çanakkale	1.49	<0.0001	<0.0001	6.95	725	<0.0001
Rize Çat - İstanbul	1.90	<0.0001	<0.0001	5.23	411	0.0002
Rize Çat - İzmir Ege	1.40	<0.0001	<0.0001	8.69	1133	<0.0001
Rize Çat - İzmir Sasalı	1.77	<0.0001	<0.0001	6.52	639	<0.0001
Rize Çat - Şanlıurfa	1.78	<0.0001	<0.0001	5.55	463	<0.0001

Comparison	Procrustes distance	Procrustes distance (P)	T-square (P)	Mahalanobis distance	T-square (value)	P- value (parametric)
Rize Çat - Şırnak Faraşın	1.68	<0.0001	<0.0001	4.95	367	0.0004
Samsun - Sivas	1.33	<0.0001	<0.0001	5.90	523	<0.0001
Samsun - Tunceli	1.76	<0.0001	<0.0001	7.68	886	<0.0001
Samsun - Van	1.19	<0.0001	<0.0001	5.97	535	<0.0001
Samsun - Yozgat	1.59	<0.0001	<0.0001	6.97	730	<0.0001
Samsun - Çanakkale	1.81	<0.0001	<0.0001	8.35	1047	<0.0001
Samsun - İstanbul	2.07	<0.0001	<0.0001	7.38	818	<0.0001
Samsun - İzmir Ege	1.47	<0.0001	<0.0001	7.28	795	<0.0001
Samsun - İzmir Sasalı	1.83	<0.0001	<0.0001	8.79	1161	<0.0001
Samsun - Şanlıurfa	1.85	<0.0001	<0.0001	8.60	1109	<0.0001
Samsun - Şırnak Faraşın	1.51	<0.0001	<0.0001	6.45	624	<0.0001
Sivas - Tunceli	1.50	<0.0001	<0.0001	6.01	543	<0.0001
Sivas - Van	1.24	<0.0001	0.0100	3.95	234	0.0096
Sivas - Yozgat	1.85	<0.0001	<0.0001	7.01	738	<0.0001
Sivas - Çanakkale	2.32	<0.0001	<0.0001	9.27	1289	<0.0001
Sivas - İstanbul	2.70	<0.0001	<0.0001	8.59	1108	<0.0001
Sivas - İzmir Ege	1.75	<0.0001	<0.0001	6.88	710	<0.0001
Sivas - İzmir Sasalı	1.91	<0.0001	<0.0001	8.81	1164	<0.0001
Sivas - Şanlıurfa	1.66	<0.0001	<0.0001	6.81	696	<0.0001
Sivas - Şırnak Faraşın	1.90	<0.0001	<0.0001	7.65	879	<0.0001
Tunceli - Van	0.96	0.0020	0.0210	3.68	204	0.0220
Tunceli - Yozgat	1.58	<0.0001	<0.0001	7.74	900	<0.0001
Tunceli - Çanakkale	1.84	<0.0001	<0.0001	6.96	727	<0.0001
Tunceli - İstanbul	2.48	<0.0001	<0.0001	11.73	2064	<0.0001
Tunceli - İzmir Ege	1.53	<0.0001	<0.0001	7.20	778	<0.0001
Tunceli - İzmir Sasalı	1.97	<0.0001	<0.0001	7.91	939	<0.0001
Tunceli - Şanlıurfa	1.23	<0.0001	<0.0001	6.15	567	<0.0001
Tunceli - Şırnak Faraşın	1.64	<0.0001	<0.0001	7.01	738	<0.0001
Van - Yozgat	1.29	<0.0001	0.0010	4.55	311	0.0014
Van - Çanakkale	1.56	<0.0001	<0.0001	9.14	1255	<0.0001
Van - İstanbul	2.10	<0.0001	<0.0001	7.77	907	<0.0001
Van - İzmir Ege	1.17	<0.0001	<0.0001	6.62	659	<0.0001
Van - İzmir Sasalı	1.60	<0.0001	<0.0001	6.73	679	<0.0001
Van - Şanlıurfa	1.14	<0.0001	0.0010	4.48	302	0.0017
Van - Şırnak Faraşın	1.24	<0.0001	<0.0001	6.02	544	<0.0001
Yozgat - Çanakkale	2.04	<0.0001	<0.0001	10.23	1572	<0.0001
Yozgat - İstanbul	2.33	<0.0001	<0.0001	8.49	1081	<0.0001
Yozgat - İzmir Ege	1.87	<0.0001	<0.0001	8.40	1059	<0.0001

Comparison	Procrustes distance	Procrustes distance (P)	T-square (P)	Mahalanobis distance	T-square (value)	P- value (parametric)
Yozgat - İzmir Sasalı	1.98	<0.0001	<0.0001	11.87	2115	<0.0001
Yozgat - Şanlıurfa	1.58	<0.0001	<0.0001	9.65	1397	<0.0001
Yozgat - Şırnak Faraşın	1.82	<0.0001	<0.0001	7.06	747	<0.0001
Çanakkale - İstanbul	1.43	<0.0001	<0.0001	9.75	1426	<0.0001
Çanakkale - İzmir Ege	1.47	<0.0001	<0.0001	8.41	1062	<0.0001
Çanakkale - İzmir Sasalı	1.84	<0.0001	<0.0001	10.06	1519	<0.0001
Çanakkale - Şanlıurfa	2.15	<0.0001	<0.0001	9.25	1282	<0.0001
Çanakkale - Şırnak Faraşın	1.47	<0.0001	<0.0001	6.48	630	<0.0001
İstanbul – İzmir Ege	1.73	<0.0001	<0.0001	8.98	1211	<0.0001
İstanbul – İzmir Sasalı	1.77	<0.0001	<0.0001	7.36	813	<0.0001
İstanbul – Şanlıurfa	2.56	<0.0001	<0.0001	7.66	882	<0.0001
İstanbul – Şırnak Faraşın	1.64	<0.0001	<0.0001	6.82	698	<0.0001
İzmir Ege – İzmir Sasalı	1.80	<0.0001	<0.0001	8.06	976	<0.0001
İzmir Ege – Şanlıurfa	1.81	<0.0001	<0.0001	8.19	1007	<0.0001
İzmir Ege – Şırnak Faraşın	1.25	<0.0001	<0.0001	6.58	649	<0.0001
İzmir Sasalı - Şanlıurfa	2.10	<0.0001	<0.0001	8.34	1043	<0.0001
İzmir Sasalı – Şırnak Faraşın	1.53	<0.0001	<0.0001	7.92	941	<0.0001
Şanlıurfa – Şırnak Faraşın	1.72	<0.0001	<0.0001	7.61	870	<0.0001

*Permutation tests using the T-square statistic is equivalent to tests using Mahalanobis distances.