

**T.C.
NEVŞEHİR HACI BEKTAŞ VELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**FIRAT-DİCLE HAVZASINDA BAZI *Alburnus sellal* Heckel,
1843 POPÜLASYONLARININ GEOMETRİK
MORFOMETRİK ANALİZİ**

**Tezi Hazırlayan
Nuh KUBİLAY**

**Tezi Yöneten
Doç. Dr. Sevil SUNGUR**

**Biyoloji Anabilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi**

**AĞUSTOS 2021
NEVŞEHİR**

**T.C.
NEVŞEHİR HACI BEKTAŞ VELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**FIRAT-DİCLE HAVZASINDA BAZI *Alburnus sellal* Heckel,
1843 POPÜLASYONLARININ GEOMETRİK
MORFOMETRİK ANALİZİ**

**Tezi Hazırlayan
Nuh KUBİLAY**

**Tezi Yöneten
Doç. Dr. Sevil SUNGUR**

**Biyoloji Anabilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi**

**AĞUSTOS 2021
NEVŞEHİR**

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans öğrenimim ve tez çalışmam süresince bilgilerimi benimle paylaşmaktan kaçınmayan, her türlü konuda desteğini benden esirgemeyen ve güler yüzünü hiç eksik etmeyen değerli danışman hocam Doç. Dr. Sevil SUNGUR'a,

Tez çalışmam süresince her türlü konuda desteğini benden esirgemeyen Prof. Dr. Erdoğan ÇİÇEK'e,

Arazi çalışmalarım sırasında yardımlarından dolayı Selda ÖZTÜRK, Burak SEÇER'e,

Öğrenim hayatım ve tüm yaşamım boyunca maddi ve manevi olarak her zaman desteklerini hissettiren değerli aileme ve bana her koşulda destek olan eşim Pınar ASLAN KUBİLAY'a minnettarlığımı sunarım.

Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Dekanlığı, Biyoloji Bölüm Başkanlığı ve Fen Bilimleri Enstitüsü'ne teşekkür ederim.

**FIRAT-DİCLE HAVZASINDA BAZI *Alburnus sellal* Heckel, 1843
POPÜLASYONLARININ GEOMETRİK MORFOMETRİK ANALİZİ**

(Yüksek Lisans Tezi)

Nuh KUBİLAY

**NEVŞEHİR HACI BEKTAŞ VELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

Ağustos 2021

ÖZET

Bu çalışmada Fırat-Dicle havzasının Türkiye sularındaki bazı popülasyonlarında *Alburnus sellal*'ın vücut şekli morfolojisindeki varyasyonu geometrik morfometrik analizi ile değerlendirilmiştir. Çalışma kapsamında kullanılan örnekler 2014-2019 yılları arasında ilgili havzadaki 8 lokaliteden (5 akarsu, 2 baraj gölü ve 1 doğal göl) toplanmıştır. Toplam 160 bireyle yürütülen çalışmada her bireyin sol lateralinden fotoğrafları çekilmiştir. TPS programı ile dosyaları oluşturulan fotoğraflara her birey üzerine tespit edilen 15 Landmark noktası işaretlenmiştir ve istatistik analizler için kullanılacak olan x-y kartezyen koordinatları belirlenmiştir. MorphoJ programı ile üst üste bindirme (superimposition) işlemi yapılarak şekil konfigürasyonlarından oluşan farkların ortadan kaldırılması sağlanarak veriler standartlaştırılmıştır. Daha sonra MANOVA (Multivariate Analysis of Variance) analizi ile popülasyonlar arasında farklılıklar belirlenmiş ve MorphoJ programı ile de deformasyon eğrilerinin üzerinde TPS (Thin Plate Spline) ile morfolojik farklılıkları görsel olarak ortaya çıkarılarak bu farklılığın hangi noktalardan kaynaklandığı belirlenmiştir. Popülasyonlardaki farklılık ve benzerliklerin ortaya çıkarılması amacı ile istatistik uygulamalarından DFA, PCA ve CVA yöntemleri kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre; akarsu ve göl popülasyonları arasında, doğal göl ve baraj gölü popülasyonları arasında, sadece akarsu popülasyonları arasında ve farklı mevsimlerdeki akarsu popülasyonları arasında vücut morfolojisinde istatistik olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir. Sonuç olarak, *Alburnus*

sellal popülasyonlarında vücut morfometrisinde görülen bu geniş varyasyonun çevresel koşullardaki değişikliklere bağlı olarak fenotipik plastisite ile açıklanabileceği tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Plastisite, morfometri, ekoloji, iç su balıkları, taksonomi

Tez Danışman: Doç. Dr. Sevil SUNGUR

Sayfa Adedi: 63



**GEOMETRIC MORPOMETRIC ANALYSIS OF SOME *Alburnus sellal* Heckel,
1843 POPULATIONS IN FIRAT-DICLE BASIN**

(M. Sc. Thesis)

Nuh KUBİLAY

**NEVŞEHİR HACI BEKTAŞ VELİ UNIVERSITY
GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES**

August 2021

ABSTRACT

In this study, the variation of body shape morphology of *Alburnus sellal* in Turkish waters of some populations of the Euphrates-Tigris basin was evaluated by geometric morphometric analysis. The specimens collected from 8 localities (5 stream, 2 dam lake, 1 natural lake) at 2014-2019. The study carried out with a total of 160 individuals, photos of each individual were taken from the left lateral. 15 Landmark points determined on each individual were marked on the photographs whose files were created with the TPS program, and the x-y cartesian coordinates to be used for statistical analysis were determined. The data is standardized by eliminating the differences in shape configurations by performing superimposition with the MorphoJ software. Then, differences between the populations were determined by MANOVA (Multivariate Analysis of Variance) analysis, and morphological differences were revealed visually with TPS (Thin Plate Spline) on the deformation curves with the software MorphoJ, and the points where this difference originated were determined. DFA, PCA and CVA statistical methods, have been used in order to reveal the differences and similarities in the populations. According to the results obtained; body morphology differs significantly between stream and lake populations, between natural lake and reservoir populations, only between stream populations and between stream populations in different seasons. According to the results obtained; there was a statistically significant

difference in body morphology between river and lake populations, between natural lake and reservoir populations, and stream populations in different seasons. As a result, it has been determined that this wide variation in body morphometry of *A. sellal* populations can be explained by the phenotypic plasticity due to changes in environmental conditions.

Keywords: Plasticity, morphometry, ecology, freshwater fishes, taxonomy

Supervisor: Assoc. Prof. Sevil SUNGUR

Page number: 63



İÇİNDEKİLER

Sayfa

TEZ BİLDİRİM SAYFASI.....	ii
TEŞEKKÜR	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	vi
TABLolar LİSTESİ.....	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.x
ŞEKİLLER LİSTESİ	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.xii
SİMGE VE KISALTMALAR.....	ixiv
BÖLÜM I.....	1
GİRİŞ	1
1.1. Geometrik Morfometri.....	2
1.2. <i>Alburnus sellal</i> Hakkında Genel Bilgiler.....	3
ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	5
MATERYAL VE YÖNTEM	7
3.1. Örneklerin Toplanması	7
3.2. Örneklerin ve TPS Dosyalarının Hazırlanması	11
3.3. Landmark noktalarının üst üste bindirilmesi (Süperimposition).....	13
3.4. İstatistiksel analizler	13
3.5. Meristik Karakterlerin Varyasyonu	14
BÖLÜM IV	15
BULGULAR VE TARTIŞMA.....	15

4.1.	Bulgular.....	15
4.1.1.	Meristik Karakterlerin Varyasyonu	15
4.1.2.	Morfolojik Karakterlerin Varyasyonu	19
4.1.3.	Akarsu İstasyonları Morfolojik Varyasyonu.....	27
4.1.4.	Göl İstasyonları Morfolojik Varyasyonu	33
4.1.5.	Doğal Göl ve Baraj Gölü Arasındaki Morfolojik Varyasyon	37
4.1.6.	Mevsimsel Varyasyon.....	42
4.2.	Tartışma.....	47
SONUÇLAR VE ÖNERİLER		51
ÖZGEÇMİŞ.....		64

TABLULAR LİSTESİ

Tablo 3.1. Örnekleme lokasyonları ve koordinatlar.	8
Tablo 3.2. <i>Alburnus sellal</i> popülasyonları için kullanılan landmarklar ve tanımlamaları.	13
Tablo 3.3. <i>Alburnus sellal</i> popülasyonları için kullanılan meristik karakterler ve tanımlamaları.	14
Tablo 4.1. <i>Alburnus sellal</i> ait meristik karakterlerin ortalama ve standart sapması, tek yönlü ANOVA, Duncan test ve Kruskal-Walis analizi sonucu elde edilen değerler.....	16
Tablo 4.2. Tüm popülasyonlara ait DFA sonucu hesaplanan Mahalanobis mesafeleri.....	19
Tablo 4.3. Tüm popülasyonlara ait DFA sonucu hesaplanan Procrustes mesafeleri... ..	19
Tablo 4.4. <i>Alburnus sellal</i> popülasyonlarında vücut şeklinin ana bileşeninin özdeğerleri ve % varyans.....	22
Tablo 4.5. CV eksenlerinin anlamlılık değerleri.	25
Tablo 4.6. Tüm popülasyonlara ait CVA sonucu hesaplanan Mahalanobis mesafeleri.....	26
Tablo 4.7. Tüm popülasyonlara ait CVA sonucu hesaplanan Procrustes mesafeleri ..	26
Tablo 4.8. Akarsu popülasyonlarına ait DFA sonucu hesaplanan Mahalanobis mesafeleri.....	28
Tablo 4.9. Akarsu popülasyonlarına ait DFA sonucu hesaplanan Procrustes mesafeleri.....	28
Tablo 4.10. <i>Alburnus sellal</i> popülasyonlarında vücut şeklinin ana bileşeninin özdeğerleri ve % varyansı.....	29
Tablo 4.11. CV eksenlerinin anlamlılık değerleri.	32
Tablo 4.12. Akarsu popülasyonlarına ait CVA sonucu hesaplanan Mahalanobis mesafeleri.....	32
Tablo 4.13. Akarsu popülasyonlarına ait CVA sonucu hesaplanan Procrustes mesafeleri.....	32
Tablo 4.14. Göl popülasyonlarına ait DFA sonucu hesaplanan Mahalanobis mesafeleri.....	33

Tablo 4.15. Göl popülasyonlarına ait DFA sonucu hesaplanan Procrustes mesafeleri.....	33
Tablo 4.16. <i>Alburnus sellal</i> popülasyonlarında vücut şeklinin ana bileşeninin özdeğerleri ve % varyansı.....	35
Tablo 4.17. CV eksenlerinin anlamlılık değerleri.	36
Tablo 4.18. Göl popülasyonlarına ait CVA sonucu hesaplanan Mahalanobis mesafeleri.....	37
Tablo 4.19. Göl popülasyonlarına ait CVA sonucu hesaplanan Procrustes mesafeleri.....	37
Tablo 4.20. <i>Alburnus sellal</i> popülasyonlarında vücut şeklinin ana bileşeninin özdeğerleri ve % varyansı.....	39
Tablo 4.21. Farklı mevsimlere ait DFA sonucu hesaplanan Mahalanobis mesafeleri.	42
Tablo 4.22. Farklı mevsimlere ait DFA sonucu hesaplanan Procrustes mesafeleri. ...	43
Tablo 4.23. <i>Alburnus sellal</i> popülasyonlarında vücut şeklinin ana bileşeninin özdeğerleri ve % varyansı.....	44
Tablo 4.24. CV eksenlerinin anlamlılık değerleri.	47

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 3.1. Fırat-Dicle havzası örnekleme istasyonları	8
Şekil 3.2. Farklı istasyonlardan toplanan <i>Alburnus sellal</i> bireyleri.....	9
Şekil 3.3. Örneklerin toplandığı alanlara ait habitat görüntüleri.....	10
Şekil 3.4. TpsUtil ile tps dosyalarının oluşturulması.....	12
Şekil 3.5. TpsDig programında <i>Alburnus sellal</i> fotoğrafları üzerinde landmark noktaları.....	12
Şekil 4.1. <i>Alburnus sellal</i> popülasyonları meristik karakterleri için temel bileşenler analizi (PCA)	17
Şekil 4.2. <i>Alburnus sellal</i> popülasyonları meristik karakterleri için kanonik varyant analizi (CVA).....	18
Şekil 4.3. <i>Alburnus sellal</i> popülasyonları meristik karakterleri için kümeleme (Cluster) analizi	18
Şekil 4.4. Çalışılan popülasyonların DFA analizinin grafiği	20
Şekil 4.5. DFA analizi sonucu vücut şekli farklılıklarını gösteren tel kafes grafiği	21
Şekil 4.6. PCA popülasyonlarda temel bileşenlerin önemli sınırını temsil eden Joliffe kesme noktasının (kırmızı çizgi) dağılım grafiği.....	22
Şekil 4.7. Tüm popülasyonlara uygulanan temel bileşenler analizi (PCA) sonuçları	23
Şekil 4.8. Popülasyonların ilk beş PC eksenleri boyunca vücut şekli deformasyonları	24
Şekil 4.9. <i>Alburnus sellal</i> 'a ait tüm popülasyonlara uygulanan kanonik varyant analizi (CVA) sonuçları	25
Şekil 4.10. <i>Alburnus sellal</i> popülasyonları için kümeleme (Cluster) analizi.....	27
Şekil 4.11. DFA sonucu incelenen tüm <i>Alburnus sellal</i> popülasyonların vücut şekli farklılıklarını gösteren tel kafes grafiği	29
Şekil 4.12. Temel bileşenler analizi ve popülasyonlarda temel bileşenlerin önemli sınırını temsil eden Joliffe kesme noktasının (kırmızı çizgi) dağılım grafiği	30

Şekil 4.13. İncelenen popülasyonlara uygulanan Temel Bileşenler Analizi (PCA) sonuçları	30
Şekil 4.14. Çalışılan popülasyonların ilk beş PC eksenleri boyunca vücut şekli deformasyonları	31
Şekil 4.15. İncelenen popülasyonların DFA analiz grafiği	34
Şekil 4.16. DFA sonucu incelenen göl popülasyonların vücut şekli farklılıklarını gösteren tel kafes grafiği.....	34
Şekil 4.17. Temel bileşenler analizi ve popülasyonlarda temel bileşenlerin önemli sınırını temsil eden Joliffe kesme noktasının (kırmızı çizgi) dağılım grafiği	35
Şekil 4.18. İncelenen popülasyonlara uygulanan Temel Bileşenler Analizi (PCA) sonuçları	36
Şekil 4.19. İncelenen popülasyonların DFA analiz grafiği	38
Şekil 4.20. DFA sonucu incelenen popülasyonların vücut şekli farklılıklarını gösteren tel kafes grafiği	38
Şekil 4.21. Temel bileşenler analizi ve popülasyonlarda temel bileşenlerin önemli sınırını temsil eden Joliffe kesme noktasının (kırmızı çizgi) dağılım grafiği	39
Şekil 4.22. İncelenen popülasyonlara uygulanan Temel Bileşenler Analizi (PCA) sonuçları	40
Şekil 4.23. Çalışılan popülasyonların ilk beş PC eksenleri boyunca vücut şekli deformasyonları	41
Şekil 4.24. İncelenen mevsimlerin DFA analiz grafiği.....	42
Şekil 4.25. DFA sonucu incelenen mevsimlerin vücut şekli farklılıklarını gösteren tel kafes grafiği	43
Şekil 4.26. Temel bileşenler analizi ve popülasyonlarda temel bileşenlerin önemli sınırını temsil eden Joliffe kesme noktasının (kırmızı çizgi) dağılım grafiği	44
Şekil 4.27. İncelenen popülasyonlara uygulanan Temel Bileşenler Analizi (PCA) sonuçları	45
Şekil 4.28. Çalışılan popülasyonların ilk beş PC eksenleri boyunca vücut şekli deformasyonları	46

SİMGE VE KISALTMALAR

CV	: Kanonik varyete
CVA	: Canonical Variate Analysis (Kanonikal Variate Analizi)
DFA	: Discriminant Function Analysis (Ayrışım Fonksiyon Analizi)
GPA	: Generalized Procrustes Superimposition (Genelleştirilmiş Procrustes Üst Üste Binmesi)
IUCN	: International Union for the Conservation of Nature (Uluslararası Doğayı Koruma Birliği)
m	: metre
mm	: milimetre
MANOVA	: Multivariate Analysis of Variance (Çok Değişkenli Varyans Analizi)
NUIC	: Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi İhtiyoloji Laboratuvarı
PCA	: Principle Component Analysis (Temel Öğeler Analizi)
TPS	: Thin Plate Spline
TSEN	: Türk Standartları Enstitüsü

BÖLÜM I

GİRİŞ

Türkiye, iç su sistemlerinde çok sayıda canlı türünün dağılımını mümkün kılan benzersiz coğrafik karakterlere sahiptir. Bu benzersiz coğrafik özelliklerinin de etkisi ile ülkemiz zengin bir iç su balık çeşitliliğine sahip olup çok sayıda endemik ve doğal dağılımlı türe ev sahipliği yapmaktadır [1-4].

Çevresel faktörler canlıların morfolojilerinde önemli bir etkiye sahiptir. Balıklarda morfolojik özellikler; biyotik ve abiyotik özellikler, beslenme, habitat ve avlanma maruziyeti gibi faktörlerden etkilenmektedir. Ekosistem karakteristiği olan suyun akış hızı, sıcaklık, besin ve oksijen miktarı gibi çevresel faktörler aynı türün farklı bölgelerde yaşayan popülasyonları üzerinde morfolojik bakımdan farklılıklar ortaya çıkartabilmektedir [5]. Çevresel parametrelerden etkilenen fenotipik varyasyon, balık performansını ve hayatta kalma başarısını arttırmaktadır [6-7]. Bir balık popülasyonundaki çoğu adaptif morfolojik özellik çevrenin fiziksel koşulları ile ilişkilidir ve genetik farklılık yokluğundaki morfolojik varyasyonlar fenotipik plastisite ile açıklanabilir. Bu bağlamda popülasyonlar arasında ve popülasyon içerisindeki coğrafik ve habitat özellikleri tarafından yönlendirilen farklılıkların ortaya çıkarılması son yıllarda dikkat çeken konular arasında yerini almıştır [8-10].

Balıkların morfometrik karakterleri, tür tayininin yanı sıra türler arası ve tür içi varyasyonların belirlenmesi amacıyla da kullanılmaktadır. Morfolojik varyasyon analizleri, taksonomik karakterler arasındaki farklılıkları ve ilişkileri ölçmek, farklı balık popülasyonlarını tanımlamak ve habitatla ilişkili morfolojik varyasyonu daha iyi anlamak için yaygın olarak kullanılmaktadır [8, 11, 12]. Varyasyonların çevresel faktörlerle birlikte değerlendirilerek ortaya konması evrimsel biyolojiyi ve organizmaların çeşitliliğini kavramak ve koruma biyolojisi çalışmaları ile sistematik çalışmalar için de önem arz etmektedir. Tür içi varyasyonlar hatalı yeni tür bildirişlerinin önüne geçebilmek ve popülasyonları doğru sistematik kategoride belirlemek için de göz önüne alınması gereken çalışmalar arasında yer almaktadır.

Ülkemizde bulunan bazı türlerin dağılım alanları içerisindeki jeolojik geçmiş ve coğrafi faktörlerin yanı sıra, iklim özellikleri, habitat türü, tipoloji, ortamdaki diğer türler ve bu

türlerle olan niş ilişkileri, besin çeşitliliği gibi faktörler sebebi ile popülasyonlar farklı adaptasyonlar gösterebilmekte ve aralarında morfometrik varyasyonlar görülebilmektedir.

1.1. Geometrik Morfometri

Biçimsel yapı fenotipin en göze çarpan özelliği olduğu için farklı taksonomik kategorideki organizmalar ile yapılan sistematik çalışmalarda en çok kullanılan karakterlerden biri olmuştur [13]. Balıklarla yapılan çalışmaların pek çoğunda şekilsel varyasyonu ortaya koymak için genellikle klasik morfometri kullanılmaktadır. Klasik morfometri; kantitatif değişkenlerden (uzunluk, yükseklik, genişlik) çoklu varyans istatistik analiz uygulamalarıdır [14]. Bu yöntemde, hacim, açı ve uzaklık gibi ölçümler kullanılmakta olup, korelasyon matrisi ve çok değişkenli teknikler temelinde istatistiksel analizler uygulanabilmektedir [15]. Klasik morfometri halen oldukça yaygın olarak kullanılmakla birlikte tekrarlanan ölçümlerde sapma, ölçüler ve büyüklük korelasyonu, bazı ölçüm noktalarının birden fazla kullanılması gibi bazı dezavantajlara da sahiptir. Bu sebeple, karşılaşılan bu güçlükleri ortadan kaldırabilecek güvenilir metotların kullanılmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Bireyi boyuttan bağımsız olarak değerlendiren geometrik morfometrik yaklaşım ise bu sorunlardan daha bağımsız bir değerlendirme metodu olarak son yıllarda giderek yaygınlaşmaktadır [8, 11, 12]. Geometrik morfometri metotları orijinal örneğin fiziksel yapısının çok değişkenli sonuçlarını kolayca özetlemekte ve istatistiksel olarak güçlü analizler ile etkili bir çalışma sağlamak amacı ile geometrik bilgileri saklamaktadır [16].

Geometrik morfometri, landmarklar (nirengi noktaları) ya da x, y koordinatları yardımıyla canlıların biçim ve şekillerinin yorumlanmasında ve form varyasyonlarının nicel analizlerinde kullanılan, hızla gelişen bir tekniktir [15]. Bu metot, incelenecek yüzey alanında belirlenen homolog nirengi noktaları yardımıyla, şekle ait morfolojik özelliklerde görülen varyasyon ile değişimleri araştıran, analiz yapan, bir imaj analiz ve istatistiksel yöntemdir [17].

Birçok geometrik morfometri yaklaşımı içerisinde Landmark Metodu (Procrustes Metot) en yaygın olarak kullanılan metot olup matematiksel ve istatistiksel özellikleri en iyi şekilde anlaşılmıştır [18-21]. Landmark temelli geometrik morfometrik metot

Türkiye’de ve dünyada yapılan pek çok çalışmada da hem omurgasız [13, 14, 21, 22] hem de omurgalı [17, 22-27] canlılarda uygulanmıştır.

1.2. *Alburnus sellal* Hakkında Genel Bilgiler

Leuciscidae familyası üyesi olan *Alburnus* Rafinesque, 1820 cinsi Avrupa ve Ortadoğu ülkelerinin büyük bir kısmında dağılım göstermekte olup Türkiye’nin tüm havzalarında bulunmaktadır. Anadolu bu cins için türleşme merkezi olup iç sularımızda cinse ait 18’i endemik olmak üzere 25 tür dağılım göstermektedir [4, 28-31]. Genel olarak *Alburnus* cinsi açık renkli parlak görünümlü olup dorsal kısmı yeşilimsi esmer, lateral ve ventral kısımları ise gümüşü beyazdır. Gruplar halinde yaşayan *Alburnus* cinsi bireyleri yavaş akan ya da durgun sularda, su filmine yakın zonlarda bulunurlar. Besinlerini bitkisel organizmalar, planktonik organizmalar, parçalanmış bitkisel ve hayvansal organik parçacıklar oluşturmaktadır. Cinsi olgunluğa 2. yaştan itibaren ulaşmakta olup üreme döneminde erkek bireylerde özellikle baş ve vücutta üreme tüberkülleri oluşur. Nisan-Temmuz ayları arasında kumlu kıyı kesimlere bırakılan yumurtalar su sıcaklığına bağlı olarak 5-10 günde açılır [32].

Bu tez çalışmasına konu olan *Alburnus sellal* Heckel, 1843’in tip lokalitesi Kuveyk Nehridir (Suriye). Ülkemizde Asi, Ceyhan (su transferi ile giriş yapmış) ve Fırat-Dicle nehir sistemlerinde geniş bir dağılıma sahiptir. Bu türün ülkemizde, Fırat-Dicle havzasında *Alburnus mossulensis* Heckel, 1843 ve *Alburnus selcuklui* Elp, Şen & Özuluğ, 2015 türleri ile birlikte simpatrik bir dağılım gösterdiği kaydedilmiştir [28, 29, 33, 34]. Daha sonra yapılan çalışmalarda morfometrik ve meristik özelliklerin benzerliği nedeniyle *A. mossulensis* türünün *A. sellal*’ın sinonimi olabileceği ileri sürülmüştür [28, 33, 35-37]. Mohammadian-Kalat ve arkadaşlarının [38] yapmış oldukları çalışmanın sonucunda söz konusu iki tür arasında hem moleküler hem de morfometrik karakterler bakımından herhangi bir fark olmadığı görülmüştür ve *A. mossulensis*’in *A. sellal*’ın sinonimi olduğu bildirilmiştir [38]. Benzer şekilde *A. selcuklui* türü ile komşu su kütlelerinde dağılım gösteren *A. zagrosensis*’in de *A. sellal*’ın sinonimi olduğu bildirilmiştir [38-40]. *Alburnus sellal* İran, Irak, Suriye ve Türkiye’de oldukça geniş bir dağılım alanına sahiptir [41]. Yukarıda verilen sistematik çalışmalardaki sinonimlik durumları değerlendirildiğinde *A. sellal*’ın geniş bir morfometrik varyasyona sahip olduğu sonucu da ortaya çıkmaktadır.

Bunun yanı sıra *A. sellal* göller, rezervuarlar ve her türlü akarsu ortamında zorlanmadan yaşayabilmektedir [41-43]. Yüksek ekolojik toleransı ve fırsatçı bir beslenme özelliği sergileyen bu türde morfometri ve renk varyasyonu farklı mevsim ve lokalitelerden alınan örneklerde görülmektedir [40, 43-44].

Bu bağlamda söz konusu türün ülkemiz popülasyonlarındaki tür içi varyasyon aralığının değerlendirilmesi, akarsu ve göl gibi farklı habitat koşullarında ve farklı mevsimlerdeki vücut morfolojiklerinin geometrik morfometrik yöntemle ortaya çıkarılması, morfometride anlamlı karakterlerin belirlenmesi önemlidir.

Bu tez çalışmasında geometrik morfometrik yaklaşımının Landmark metodu kullanılarak Türkiye sınırları içinde kalan Fırat-Dicle havzasından örneklenen *A. sellal* popülasyonlarının karşılaştırılması amaçlanmıştır.

Bu kapsamda seçilen lokalitelerden toplanan örneklerde;

- Meristik karakterlerin varyasyonu,
- Morfolojik karakterlerin varyasyonu,
- Akarsu istasyonları varyasyonu,
- Göl istasyonları varyasyonu,
- Doğal göl ile baraj gölü varyasyonu ve
- Mevsimsel varyasyon değerlendirilmiştir.

BÖLÜM 2

ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Fırat-Dicle havzalarında dağılım gösteren *Alburnus* türleri ile ilgili olarak Türkiye’de ve sınır aşan ortak su havzalarında klasik ve geometrik morfometrik yöntemler kullanılarak yapılmış çalışmalar kronolojik olarak aşağıda sıralanmıştır.

Mangıt [24] yapmış olduğu çalışma ile *Alburnus* cinsinde tür içi ve türler arası varyasyonları geometrik ve klasik morfometrik yöntemleriyle ortaya koymuştur. Bu çalışmada Türkiye’de dağılım gösteren *A. istanbulensis*, *A. carinatus*, *A. attalus* ve *A. battalgilae* türleri ile ilgili sinonimlik durumlarının söz konusu olduğunu belirterek detaylı çalışmalarla bu durumun açığa kavuşturulması gerektiği belirtilmiştir.

Keskin [34] tarafından yapılan çalışmada Aşağı Fırat havzasında 10 farklı lokaliteden toplanan *A. mossulensis* (*A. sellal*) popülasyonlarının bazı büyüme parametrelerini incelemiştir. Aynı çalışmada ilgili popülasyonların morfometrik ve meristik karakterler kullanılarak PCA analizi yapılmış ve tüm istasyonların morfometrik karakterler bakımından örtüştüğü, anlamlı bir ayrımın olmadığı tespit edilmiştir.

Mohaddasi ve çalışma arkadaşları [45] Hazar Denizi’nin güneyinde *Alburnus chalcoides* türünün 4 farklı popülasyonu kafes ağı (truss network) yöntemi ile incelenmiştir. Sonuç olarak Anzali bölgesinin habitat koşullarındaki farklılık sebebi ile bu bölge popülasyonunun diğer popülasyonlardan farklı olduğunu bildirmişlerdir.

Khataminejad ve çalışma arkadaşları [23] geometrik morfometri yöntemi ile kıyaslama yaptıkları İran’da dağılım gösteren 7 *Alburnus* türü arasında anlamlı farklar tespit etmişlerdir. Çalışmanın sonucunda incelenen türlerin iki gruba ayrıldığını bunlardan birinin yüksek vücut derinliği ve kısa kuyruk sapı, diğerinin ise sığ bir vücut derinliği ve uzun kuyruk sapı olduğu bildirilmiştir.

Jalili ve çalışma arkadaşları [6], Ahar-Chai ve Aras nehirlerinden *A. filippi* türünün geometrik morfometri yöntemi ile vücut şeklini incelemişler ve Aras nehri popülasyonlarının daha geniş bir varyasyona sahip olduğunu tespit etmişlerdir.

Alburnus mossulensis (*A. sellal*) türünün geometrik morfometri yöntemiyle fenotipik plastisitesini inceleyen Hasanpoor ve çalışma arkadaşları [46] kümeleme analizi sonucunda incelenen 5 lokalitenin vücut şekli bakımından 3 gruba ayrıldığını ve çalışma sonucunda ise çevresel esnekliğin vücut yapısını etkilediğini ortaya koymuşlardır.

Keivany ve çalışma arkadaşları [44] İran'da Basra Körfezi havzasının Dicle kollarındaki *A. mossulensis* popülasyonlarının morfolojik varyasyonlarını incelemişlerdir ve interorbital mesafe ile baş genişliği dışında kalan tüm ölçüm karakterlerinin geniş bir varyasyona sahip olduğunu tespit etmişlerdir.

Zagros Dağı havzasından (İran) bildirilen *A. zagrosensis* türüne ait 3 popülasyonda morfolojik varyasyonun analiz edildiği çalışmada popülasyonlar arasındaki farklılığın coğrafik izolasyondan kaynaklandığı tespit edilmiştir [47].

Ranjbar ve çalışma arkadaşları [48] Urmiya Gölü'ne bağlanan 3 nehirden tespit ettikleri *A. atropatense* türünün bazı biyolojik parametreleri ile belirlenmiş morfolojik karakterlerini kıyaslamışlardır. Çalışılan 20 morfolojik karakterden 13'ünün önemli farklılık gösterdiği ve CVA ile yapılan kümeleme analizi sonucunda Gedar-Chaie popülasyonunun diğer iki popülasyondan ayrıldığı belirlenmiştir.

BÖLÜM 3

MATERYAL VE YÖNTEM

3.1.Örneklerin Toplanması

Bu tez çalışması Türkiye’de bulunan 25 havzadan en büyüğü olan ve ülke potansiyelinin %28’ini oluşturan Fırat-Dicle havzasında gerçekleştirilmiştir. Fırat Nehri Doğu Anadolu Bölgesi’nden kaynaklanarak Erzincan, Tunceli, Elazığ, Malatya, Diyarbakır, Adıyaman, Şanlıurfa ve Gaziantep il sınırından geçerek sınırı aşarak Suriye’ye daha sonra Irak topraklarına girer. Dicle Nehri’nin kaynağı ise Elazığ yakınlarındaki Maden Çayı ile Diyarbakır’daki Bırkleyn Çayı’dır. Irak’ta Fırat ve Dicle Nehirleri birleşip Şatt’ül-Arab’ı oluşturarak Basra körfezine dökülür [34].

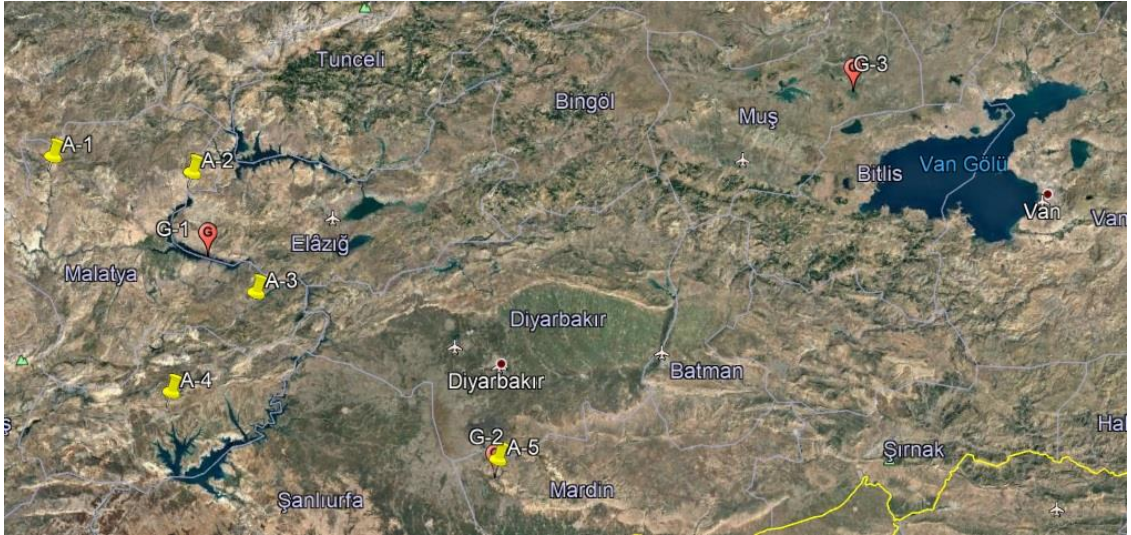
Bu tez çalışmasında 2014-2019 yılları arasında Fırat-Dicle havza sınırları içerisinde yer alan 2 baraj gölü (Karakaya, Derik-Dumluca), 1 doğal göl (Haçlı Gölü) ve 5 akarsu istasyonundan olmak üzere toplam 8 noktadan toplanan örnekler kullanılmıştır.

Arazi çalışmaları durgun sularda her biri 2,5 m olmak üzere 12 farklı (5-6,25-8-10-12,5-15,5-19,5-24-29-35-43-55 mm) göz açıklığına sahip panellerden oluşan 30 m uzunluğa sahip uzatma ağları (TS EN 14757) ile akarsularda ise TS EN 14011 ve TS EN 14962 standartları dahilindeki yöntemler esas alınarak SAMUS marka (1000MP) elektroşoker kullanılarak yapılmıştır. Ağlar akşam atılarak sabah toplanmış olup yakalanan örnekler %10’luk formaldehit kullanılarak tespit edildikten sonra içerisinde %4’lük formaldehit bulunan bidonlar içerisinde Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi İhtiyoloji Laboratuvarına taşınmıştır.

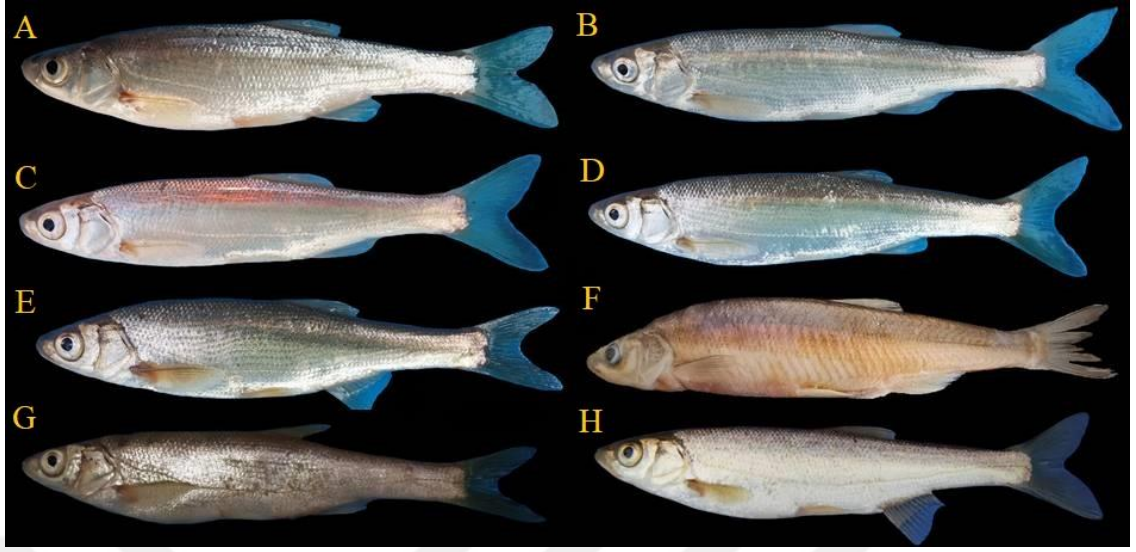
Tez çalışması kapsamındaki örnekleme istasyonlarına ait lokasyon ve koordinatlar Tablo 3.1 ve Şekil 3.1’de verilmiştir. Örneklerle ve örnekleme istasyonlarına ait fotoğraflar Şekil 3.2 ve Şekil 3.3’de verilmiştir.

Tablo 3.1. Örnekleme lokasyonları ve koordinatlar

İstasyon No	Bulunduğu il ve ilçe	Akarsu/Göl	Koordinat
A-1	Malatya/Kulancak	Ayvalıtöhmaşı Çayı	38°52'10"K 37°39'58"D
A-2	Malatya/Yazıbaşı	Söğütlü Deresi	38°46'28"K 38°28'22"D
A-3	Malatya/Pütürge	Çaygın Deresi	38°13'44"K 38°48'58"D
A-4	Adıyaman/Örenli	Atatürk Barajına dökülen akarsu	37°48'01"K 38°18'21"D
A-5	Mardin/Dumluca	Dumluca Barajına dökülen akarsu	37°25'48"K 40°7'23"D
G-1	Elazığ/Gemici	Karakaya Barajı	38°27'41"K 38°34'27"D
G-2	Mardin/Dumluca	Derik-Dumluca Barajı	37°25'17"K 40°8'19"D
G-3	Muş/Bulanık	Haçlı Gölü	39°1'31"K 42°18'25"D



Şekil 3.1. Fırat-Dicle havzası örnekleme istasyonları



Şekil 3.2. Farklı istasyonlardan toplanan *Alburnus sellal* bireyleri. (A=Ayvalıtohması Çayı, NUIC-1522, 109,5 mm; B=Söğütlü Deresi, NUIC-1513, 102,9 mm; C=Çaygın Deresi, NUIC-1523, 110,1 mm; D=Atatürk Barajına Giren Kol, NUIC-1515, 98,8mm; E= Dumluca Barajına Giren Kol, NUIC-1514, 103,3 mm; F=Karakaya Barajı, NUIC-1512, 127,6 mm; G= Dumluca Barajı, NUIC-1517, 124,8 mm; H=Haçlı Gölü, NUIC-1906, 128,8 mm)



Şekil 3.3. Örneklerin toplandığı alanlara ait habitat görüntüleri. (A: Ayvalıtohması Çayı, B: Söğütlü Deresi, C: Çaygın Deresi, D: Atatürk Barajına dökülen akarsu, E: Dumluca Barajına dökülen akarsu, F: Karakaya Barajı, G: Dumluca Barajı, H: Haçlı Gölü)

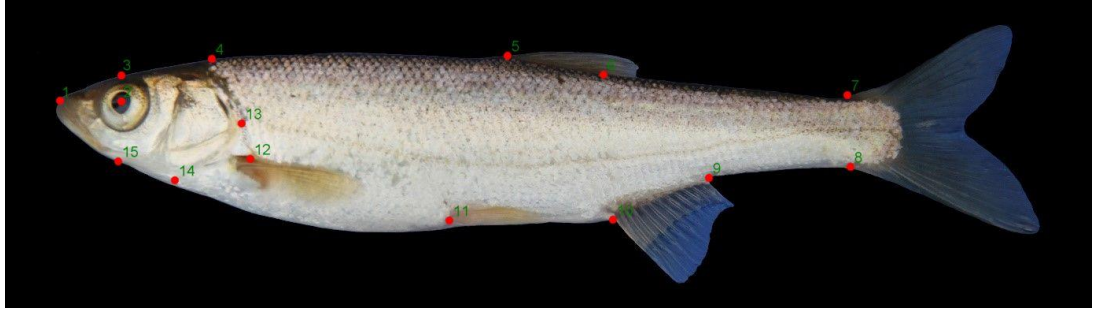
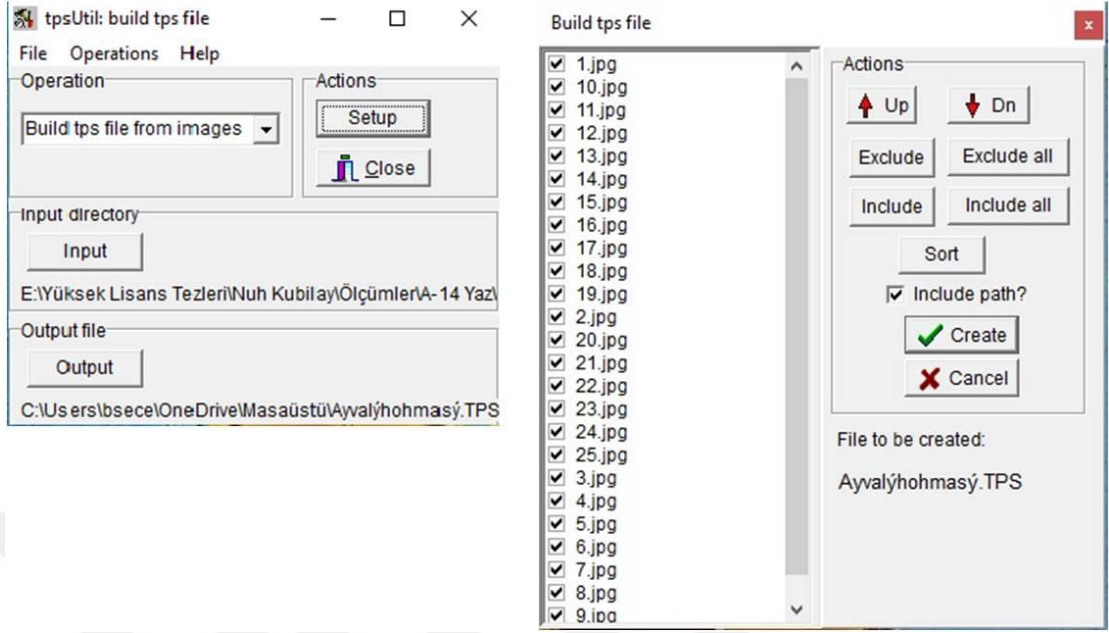
3.2.Örneklerin ve TPS Dosyalarının Hazırlanması

Örneklenen bireylerin tür teşhislerinde Geldiay ve Balık [1] tarafından verilen teşhis anahtarları takip edilmiş ve Birecikligil [29], Eagderi vd., [40], Kalat vd., [38] den yararlanılmıştır.

Arazi çalışmalarında elde edilen bireyler öncelikle düz bir zemine ince iğneler yardımı ile sol lateral yönlü olarak sabitlenerek Canon marka (EOS 700D) dijital kamera ile fotoğraflanmıştır.

Fotoğrafların analizi için TPS (Thin Plate Spline) software versiyon 2.16 [49] program serisi kullanılmıştır. Rohlf [49] takip edilerek TPS programının alt modülü olan Tps util programı ile operation kısmından build tps file from images → input → output → setup → create işlem basamakları sırasıyla takip edilerek tps dosyaları oluşturulmuştur (Şekil 3.4).

Hazırlanan Tps dosyaları Tps dig alt modülü ile açılıp daha önce belirlenen noktalara landmarklar (belirleyici işaretler=yer imleri) eklenmiştir. Bu çalışmada *A. sellal* için 15 landmark noktası yerleştirilmiş ve böylece istatistik analizler için kullanılacak olan x-y kartezyen koordinatları belirlenmiştir (Şekil 3.5, Tablo 3.2). Bu işlem her bir örnek için gerçekleştirilerek tüm örnekler için analizlerde kullanılmak üzere landmark tps dosyası oluşturulmuştur. TpsSmall [50] ile Tps dig modülünde eklenen landmarklar kontrol edilip güvenilirliği test edilmiştir.



Şekil 3.5. TpsDig programında *Alburnus sellal* fotoğrafları üzerinde landmark noktaları

Tablo 3.2. *Alburnus sellal* popülasyonları için kullanılan landmarklar ve tanımlamaları

Landmark	Tanımlama
1	Burun ucu anterior uç noktası
2	Gözün orta noktası
3	Gözün merkezine dik olarak başın dorsal kenarı
4	Ensenin dorsal kısmı üzeri
5	Dorsal yüzgeç başlangıcı
6	Dorsal yüzgeç bitimi
7	Kuyruk sapının postero-dorsal kenarı
8	Kuyruk sapının postero-ventral kenarı
9	Anal yüzgeç bitimi
10	Anal yüzgeç başlangıcı
11	Ventral yüzgeç başlangıcı
12	Pectoral yüzgeç başlangıcı
13	Lateral çizginin orijin noktası (operculum düzeyi)
14	Operculum'un (solungaç kapağı) posterior köşesi
15	Gözün merkezine dik olan başın ventral kenarı

3.3.Landmark noktalarının üst üste bindirilmesi (Süperimposition)

Landmark noktalarının üst üste bindirilmesi, bir örneğin landmark konfigürasyonları için biçim tanımlamanın en kolay yöntemidir [51]. Hesaplanmış değerler istatistiki olarak analiz edilmeden önce generalized procrustes superimposition (GPA) yöntemi ile üst üste bindirilerek şekil konfigürasyonlarından oluşan farkların ortadan kaldırılması sağlanarak veriler standartlaştırılmıştır. Bu işlem MorphoJ (Klingenberg 2011) programı üzerinden gerçekleştirilmiştir.

3.4.İstatistiksel analizler

Süperimposition işlemlerinden sonra MANOVA (Multivariate Analysis of Variance) analizi ile popülasyonlar arasında farklılıklar belirlenmiştir. İstatistik analizler dışında farklı popülasyon ve gruplar arasındaki morfolojik farklılıkları ortaya çıkarmanın başka bir yolu da deformasyon eğrilerinin üzerinde TPS (Thin Plate Spline) [52] ile morfolojik farklılıkları görsel olarak ortaya çıkarılması ve bu farklılığın hangi noktalardan kaynaklandığının belirlenmesidir. Bu deformasyon eğrilerindeki gösterim

için MorphoJ [53] programı kullanılarak popülasyonlar arasındaki farklılıklar belirlenmiştir.

Standardize edilen morfolojik veriler kullanılarak landmarklar arasındaki korelasyon ilişkisine bağlı olarak grupların dağılımı ile gruplar arasındaki benzerlikleri göstermek için ayrışım analizi (DFA) kullanılmıştır. DFA analizi için MorphoJ [53] programı kullanılmıştır. Farklı popülasyonlar arasındaki bireylere ait farklılığı ortaya çıkarmak için ise Temel Bileşenler Analizi (PCA) kullanılmıştır. Bu analiz PAST programı üzerinden uygulanmıştır. Morfometrik parametrelerin farklılıklarını ortaya koymak için Kanonik Varyant Analizi (CVA) de PAST programı üzerinden uygulanmıştır.

3.5. Meristik Karakterlerin Varyasyonu

Alburnus sellal tür ayrımında kullanılan karakterlerin sayımı için masa tipi ışıklı büyüteç ve stereo mikroskoptan yararlanılmıştır. Belirlenen karakterler Tablo 3.3'de verilmiştir. Karakterlerin normal dağılım sergileyip sergilemediğini test etmek amacıyla ilk önce parametrik olmayan test (Non Parametric Test) uygulanmıştır. Bu analiz sonucuna göre normal dağılım sergileyen karakterlere ANOVA ve Duncan test, normal dağılım sergilemeyen karakterlere ise Kruskal-Walis analizi uygulanmıştır.

Tablo 3.3. *Alburnus sellal* popülasyonları için kullanılan meristik karakterler ve tanımlamaları

Karakter	Tanımı
SD	Solungaç Diken sayısı
L. Lat	Lateral çizgi boyunca bulunan pul sayısı
L. Dorsal	Lateral çizgiden dorsal yüzgeç başlangıcına kadar olan pul sayısı
L. Ventral	Lateral çizgiden anal yüzgeç başlangıcına kadar olan pul sayısı
DYIS	Dorsal yüzgeç sert ve yumuşak ışın sayıları
VYIS	Ventral yüzgeç sert ve yumuşak ışın sayıları
AYIS	Anal yüzgeç sert ve yumuşak ışın sayıları
PYIS	Pektoral yüzgeç sert ve yumuşak ışın sayıları

BÖLÜM IV

BULGULAR VE TARTIŞMA

Alburnus sellal'ın morfolojik varyasyonunu geometrik morfometri metodu ile değerlendirilmesi için Fırat-Dicle havzasında 8 farklı lokaliteden alınan toplam 160 örnekten her bir birey üzerine TPS 2.16 [54] programı ile sol lateral yönlü olacak şekilde 15 landmark noktası işaretlenmiştir. Bu işlemle popülasyonlar için x-y kartezyen koordinatları belirlenmiş ve güvenilirliği test edilmiş sonrasında ise GPA yöntemi ile landmarklar üst üste bindirilerek veriler standartlaştırılmıştır. Bu işlemlerden sonra MorphoJ ve PAST programları kullanılarak istatistik analiz metotlarından MANOVA, DFA, CVA, PCA ve Cluster analizleri uygulanmıştır.

4.1. Bulgular

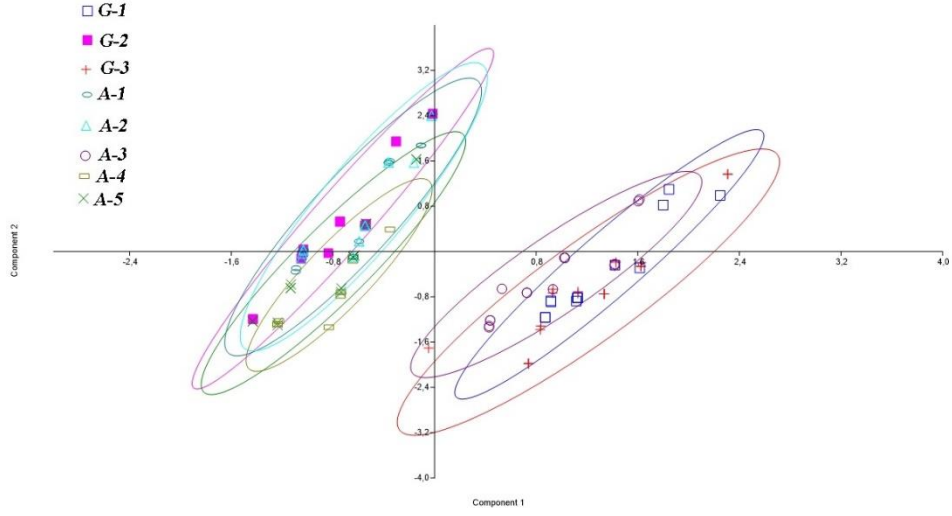
4.1.1. Meristik Karakterlerin Varyasyonu

Meristik karakterlerin analizi için her istasyondan 20'şer birey incelenmiştir. Karakterlerin normal dağılım sergileyip sergilemediğini test etmek amacıyla ilk önce parametrik olmayan test (Non Parametric Test) uygulanmıştır. Değerlendirilen 8 farklı meristik karakterden solungaç dikenini dışındaki tüm değerlerin normal dağılım sergilediği görülmüştür. Normal dağılım sergileyen karakterlere (L. lat, L. dorsal, L. ventral, DYIS, VYIS, AYIS, PYIS) ANOVA ve Duncan test, normal olmayan karakterlere (SD) ise Kruskal-Walis analizi uygulanmıştır. Yapılan analizler sonucunda ventral yüzgeç ışın sayısı dışında kalan tüm değerler anlamsal farklılık göstermiştir (Tablo 4.1).

Tablo 4.1. *Alburnus sellal* ait meristik karakterlerin ortalama ve standart sapması, tek yönlü ANOVA, Duncan test ve Kruskal-Walis analizi sonucu elde edilen değerler

Karakterler	G-1		G-2		G-3		A-1		A-2		A-3		A-4		A-5		P
	Ort	±SD	Ort	±SD	Ort	±SD	Ort	±SD	Ort	±SD	Ort	±SD	Ort	±SD	Ort	±SD	-
SD	32,2	1,71	21,05	1,18	31,35	2,03	21,75	1,26	22,1	1,05	30,1	1,54	21,75	1,26	21,3	1,14	0,000*
L. Lat	79,2	3,55	78,25	3,66	76,2	3,36	79,2	3,56	76,2	3,22	77,6	2,59	79,4	3,54	75,6	2,82	0,000
L. Dorsal	15,8	0,49	15,65	0,46	15,25	0,91	16	0	15,85	0,31	15,8	0,45	15,95	0,32	15,85	0,31	0,000
L. Ventral	5,95	0,65	6,1	0,67	6,6	0,68	6,3	0,74	6,15	0,61	6	0,39	5,9	0,51	6,2	0,85	0,046
DYIS	8,6	0,48	8,5	0,75	8,8	0,41	8,8	0,36	8,9	0,22	8,25	0,46	8,8	0,36	8,8	0,36	0,001
VYIS	13,5	0,88	14,1	0,59	13,55	1,05	14,2	0,44	13,5	0,93	13,35	0,99	14,1	0,59	13,4	0,99	0,603
AYIS	7,75	0,41	7,75	0,41	7,7	0,47	7,85	0,31	7,8	0,36	7,75	0,41	7,7	0,44	7,55	0,49	0,003
PYIS	15,3	0,66	15,9	0,22	15,8	0,41	16	0	16	0	15,9	0,22	15,75	0,41	15,85	0,31	0,000

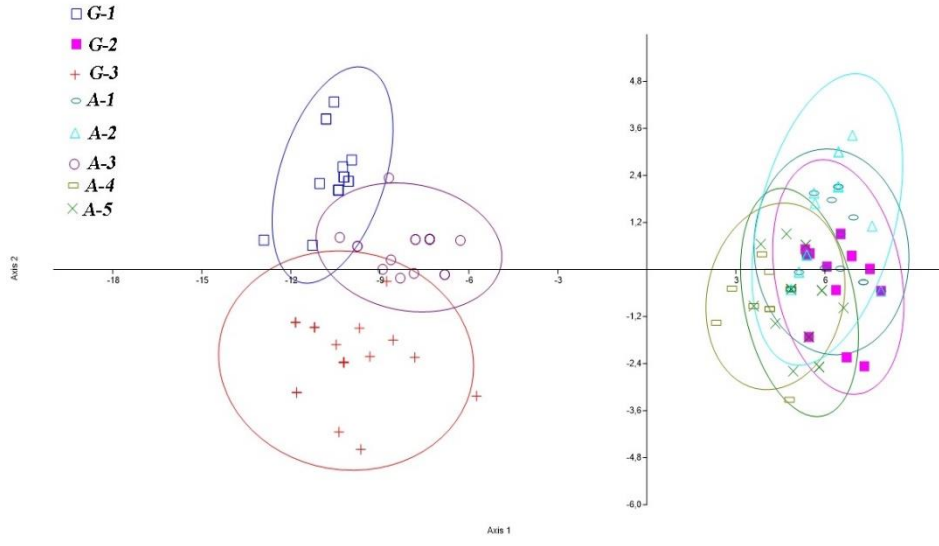
* Kruskal-Walis analizi sonucu elde edilen değer



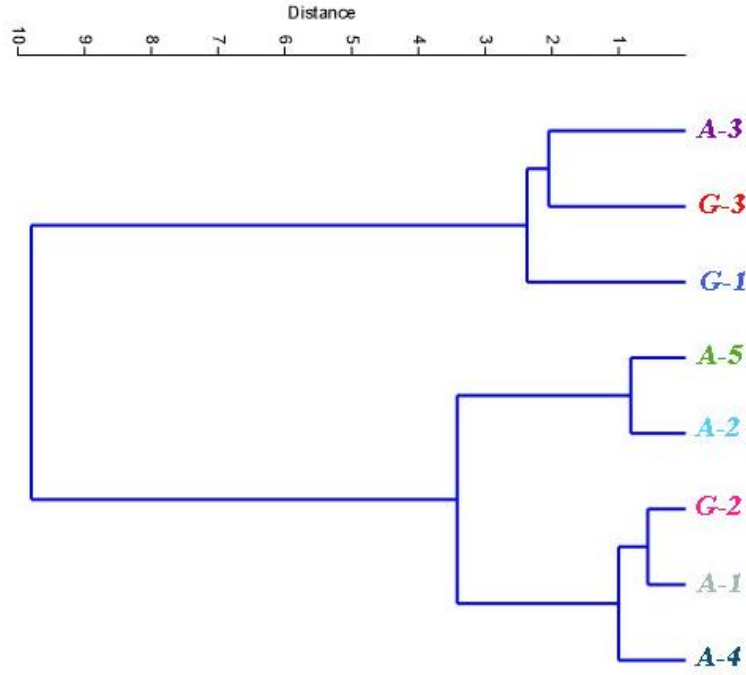
Şekil 4.1. *Alburnus sellal* popülasyonları meristik karakterleri için temel bileşenler analizi (PCA)

Yapılan PCA analizi sonucunda incelenen popülasyonların 2 ayrı gruba ayrıldığı görülmüştür. İlk grubu Haçlı Gölü (G-3), Karakaya Barajı (G-1) ve Mollahan Deresi (A-3) ikinci grubu ise Söğütlü Deresi (A-2), Dumluca Barajına dökülen akarsu (A-5), Dumluca Barajı (G-2), Ayvalıtohması Çayı (A-1) ve Atatürk Barajına bağlanan akarsu (A-4) oluşturmaktadır (Şekil 4.1).

Kanonik varyant analizi (CVA) sonucunda incelenen popülasyonlara ait meristik karakterlerin anlamlı farklılıklar gösterdiği belirlenmiştir (Wilks lambda = 0,00237, F = 31,26, p <0,001) (Şekil 4.2). Kümeleme analizi sonucunda üç ana grubun oluştuğu görülmüştür (Şekil 4.3).



Şekil 4.2. *Alburnus sellal* popülasyonları meristik karakterleri için kanonik varyant analizi (CVA)



Şekil 4.3 *Alburnus sellal* popülasyonları meristik karakterleri için kümeleme (Cluster) analizi

4.1.2. Morfolojik Karakterlerin Varyasyonu

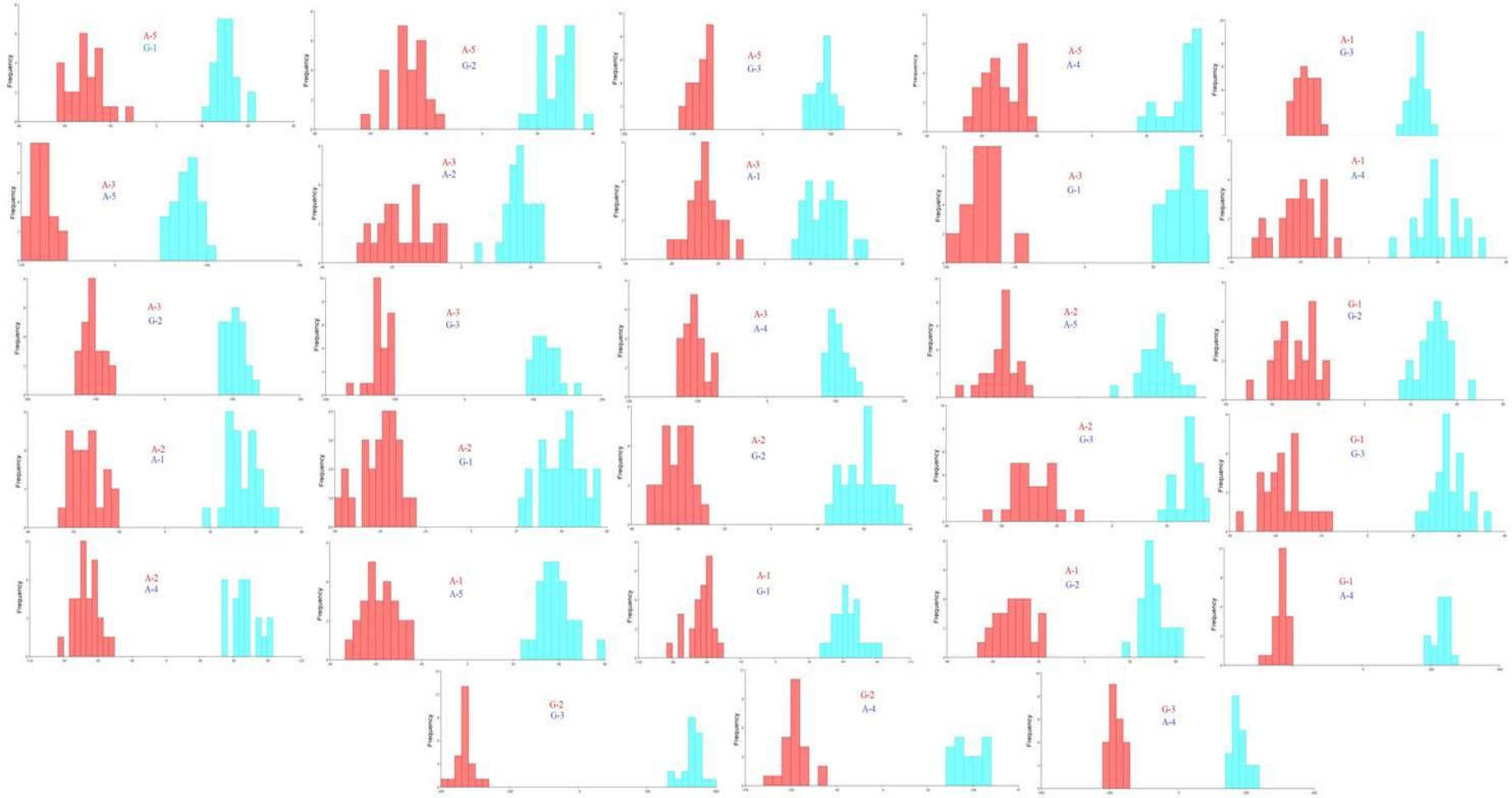
Tez çalışması kapsamında örneklenen 5 akarsu ve 3 göl popülasyonuna ilk önce ayırıcı fonksiyon analizi (DFA) uygulanmıştır. Analiz sonucunda tüm popülasyonlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık görülmüştür ($p < 0,001$). Mahalanobis ve procrustes mesafeleri Tablo 4.2-4.3 ve Şekil 4.4-4.5’de verilmiştir. DFA analizi sonucunda Mahalanobis mesafeleri değerlendirilerek morfolojik benzerlik olarak birbirine en uzak olan istasyonlar; Dumluca Barajı (G-2) ile Haçlı Gölü (G-3), birbirine en yakın istasyonlar ise Mollahan Deresi (A-3) ile Söğütlü Deresi (A-2) olarak tespit edilmiştir. Procrustes mesafelerine göre birbirine en uzak olan istasyonlar Ayvalıtohması Çayı (A-1) ile Dumluca Barajı (G-2), en yakın istasyonlar ise Mollahan Deresi (A-3) ile Söğütlü Deresi (A-2) ve Ayvalıtohması Çayı (A-1) ile Atatürk Barajına dökülen akarsu kolu (A-4) olarak tespit edilmiştir.

Tablo 4.2. Tüm popülasyonlara ait DFA sonucu hesaplanan Mahalanobis mesafeleri

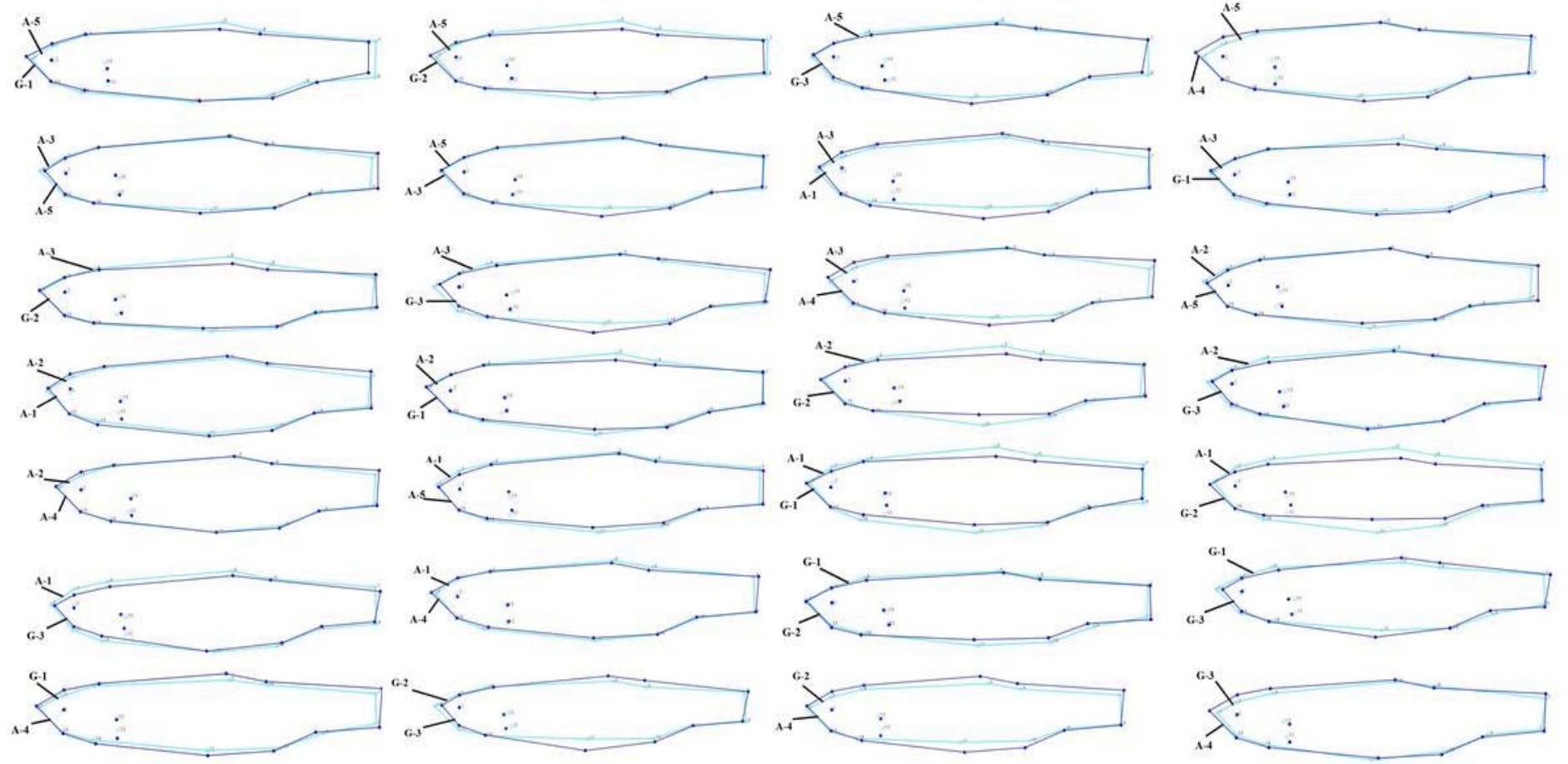
İstasyonlar	A-1	A-2	A-3	A-4	A-5	G-1	G-2	G-3
A-1	-	10,10	7,24	6,38	10,68	11,40	9,58	12,77
A-2	10,10	-	5,79	11,80	10,01	8,97	10,96	9,29
A-3	7,24	5,79	-	14,45	12,42	11,98	14,46	15,48
A-4	6,38	11,80	14,45	-	9,93	21,60	13,80	18,96
A-5	10,68	10,01	12,42	9,93	-	9,56	8,91	13,34
G-1	11,40	8,97	11,98	21,60	9,56	-	7,74	8,48
G-2	9,58	10,96	14,46	13,80	8,91	7,74	-	25,70
G-3	12,77	9,29	15,48	18,96	13,34	8,48	25,70	-

Tablo 4.3. Tüm popülasyonlara ait DFA sonucu hesaplanan Procrustes mesafeleri

İstasyonlar	A-1	A-2	A-3	A-4	A-5	G-1	G-2	G-3
A-1	-	0,023	0,032	0,018	0,033	0,033	0,040	0,030
A-2	0,023	-	0,018	0,028	0,030	0,019	0,030	0,022
A-3	0,032	0,018	-	0,033	0,030	0,021	0,024	0,033
A-4	0,018	0,028	0,033	-	0,031			
A-5	0,033	0,030	0,030	0,031	-	0,033	0,026	0,027
G-1	0,033	0,019	0,021	0,031	0,033	-	0,022	0,028
G-2	0,040	0,030	0,024	0,036	0,026	0,022	-	0,032
G-3	0,030	0,022	0,033	0,031	0,027	0,028	0,032	-



Şekil 4.4. Çalışılan popülasyonların DFA analizinin grafiği

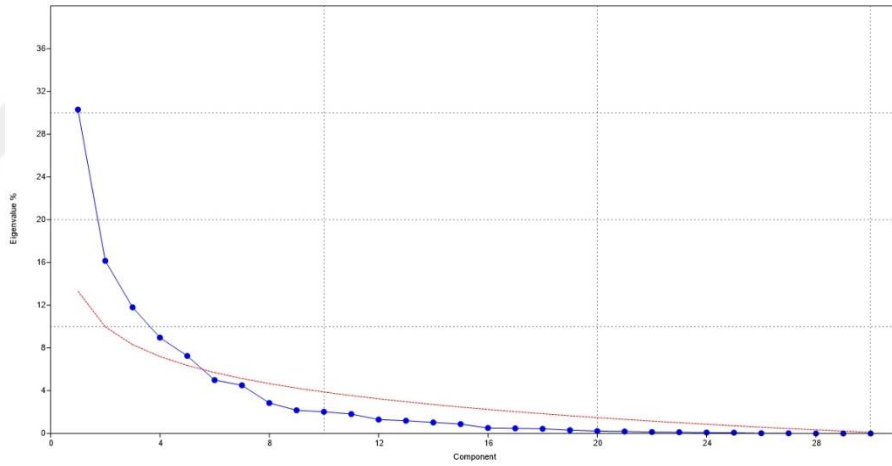


Şekil 4.5. DFA analizi sonucu vücut şekli farklılıklarını gösteren tel kafes grafiği

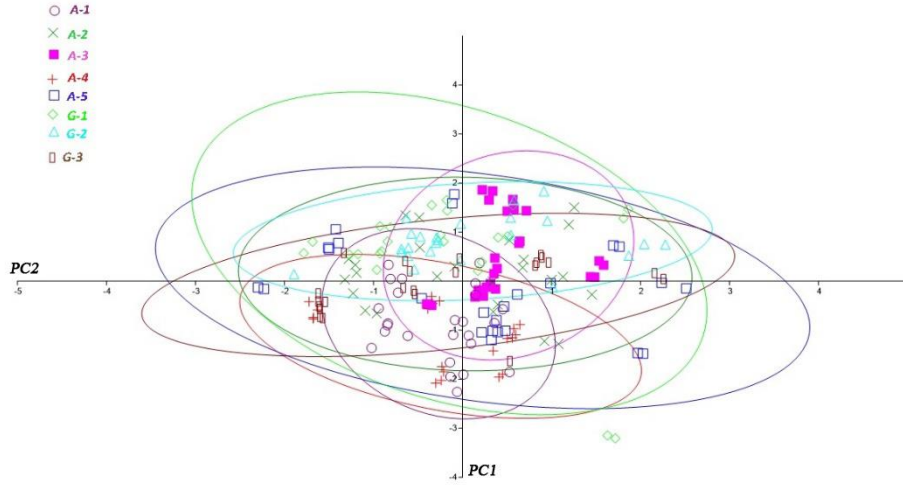
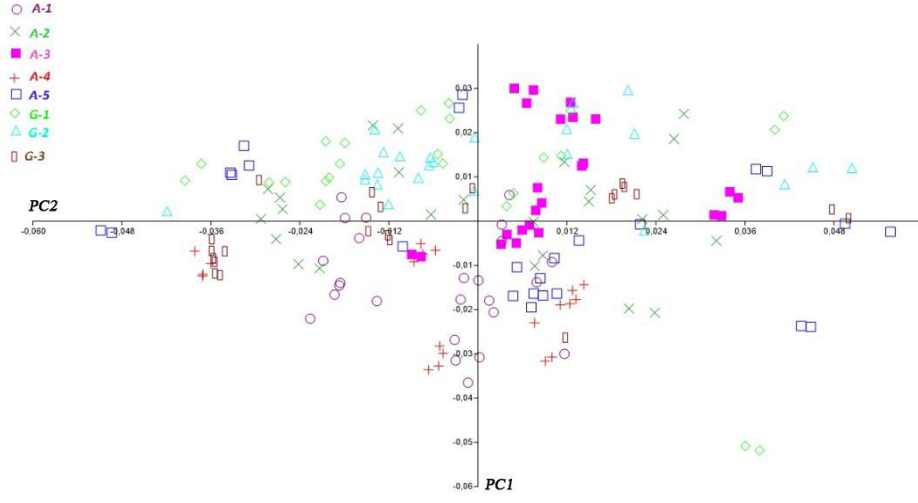
İlgili popülasyonlara PCA analizi de uygulanmıştır. PCA analizinde ilk üç temel bileşen toplam varyansın yaklaşık %58.29'unu oluşturmuştur. Analiz sonucunda popülasyonlar arasında herhangi bir farklılık görülmemiştir. İncelenen tüm popülasyonların iç içe girdiği ayrımın olmadığı görülmüştür. (Tablo 4.4 ve Şekil 4.6-4.7).

Tablo 4.4. *Alburnus sellal* popülasyonlarında vücut şeklinin ana bileşeninin özdeğerleri ve % varyansı

Bileşen	Özdeğer	Varyans
PC1	0,0005	30,32
PC2	0,0004	16,16
PC3	0,0002	11,81
PC4	0,0001	8,97
PC5	0,0001	7,26

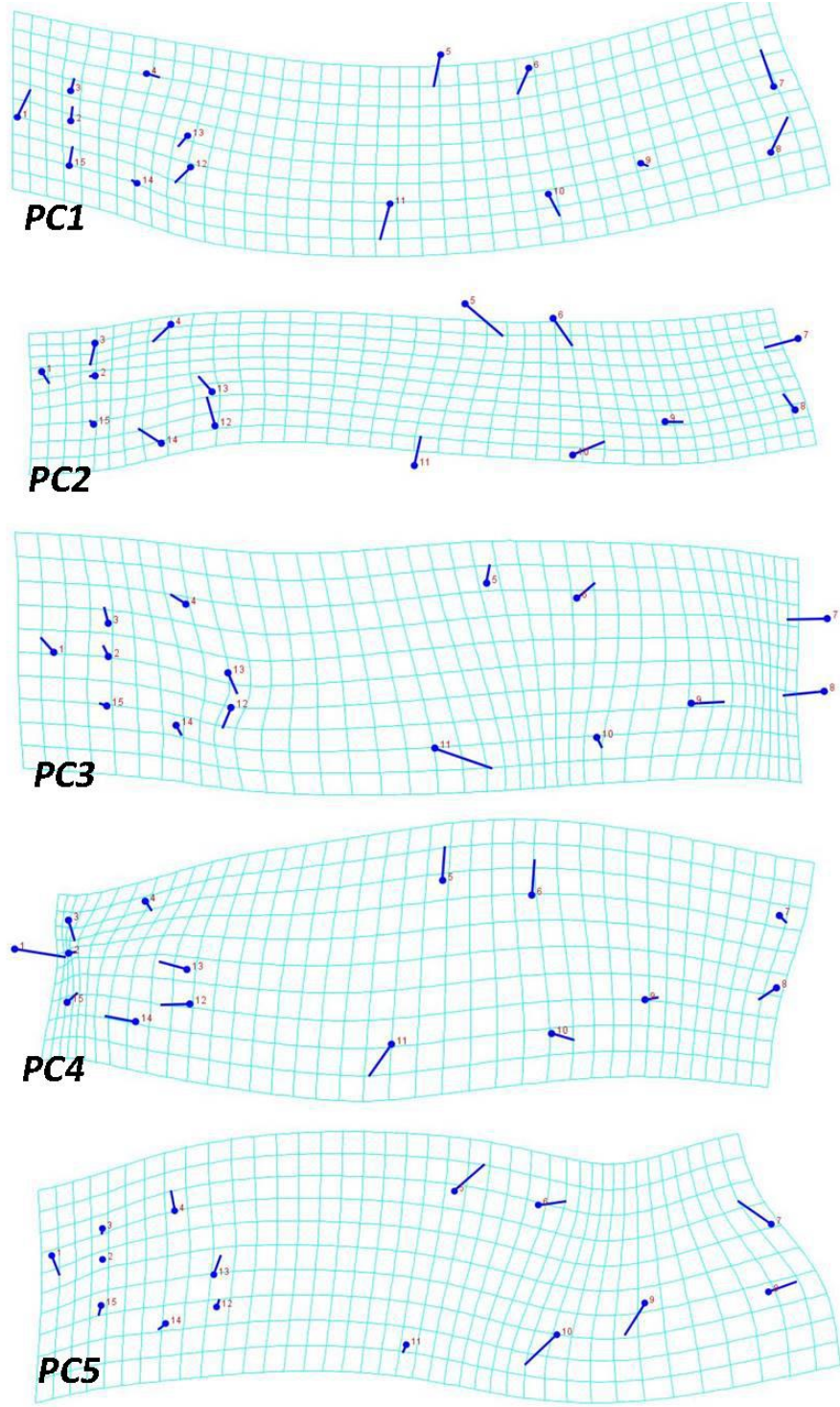


Şekil 4.6. PCA popülasyonlarda temel bileşenlerin önemli sınırını temsil eden Joliffe kesme noktasının (kırmızı çizgi) dağılım grafiği



Şekil 4.7. Tüm popülasyonlara uygulanan temel bileşenler analizi (PCA) sonuçları

İncelenen popülasyonların ilk beş PC eksenlerine göre vücut şekil deformasyonları Şekil 4.8’de verilmiştir.

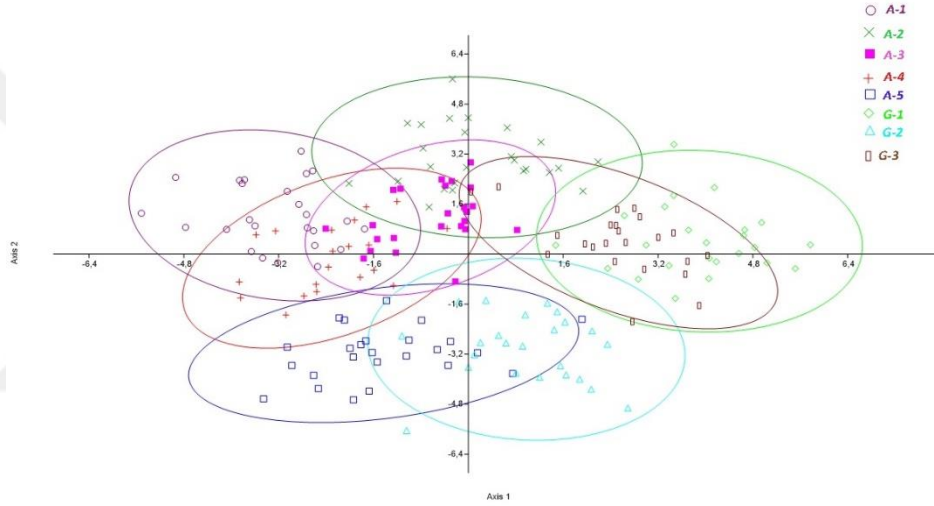


Şekil 4.8. Popülasyonların ilk beş PC eksenleri boyunca vücut şekli deformasyonları

CVA sonuçlarına göre gruplar arası ayrımın 7 kanonik varyetede (CV) gerçekleştiği görülmüştür (Tablo 4.5).

Tablo 4.5. CV eksenlerinin anlamlılık değerleri

Bileşen	Özdeğer	Varyans
Eksen 1	5,02	34,08
Eksen 2	3,68	24,98
Eksen 3	2,51	17,06
Eksen 4	1,82	12,32
Eksen 5	0,81	5,51
Eksen 6	0,59	4,02
Eksen 7	0,30	2,03



Şekil 4.9. *Alburnus sellal*'a ait tüm popülasyonlara uygulanan kanonik varyant analizi (CVA) sonuçları

CVA analiz sonucunda tüm popülasyonlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğu görülmüştür ($p < 0,001$) (Şekil 4.9). Mahalanobis ve Procrustes mesafeleri Tablo 4.6 ve 4.7'de verilmiştir.

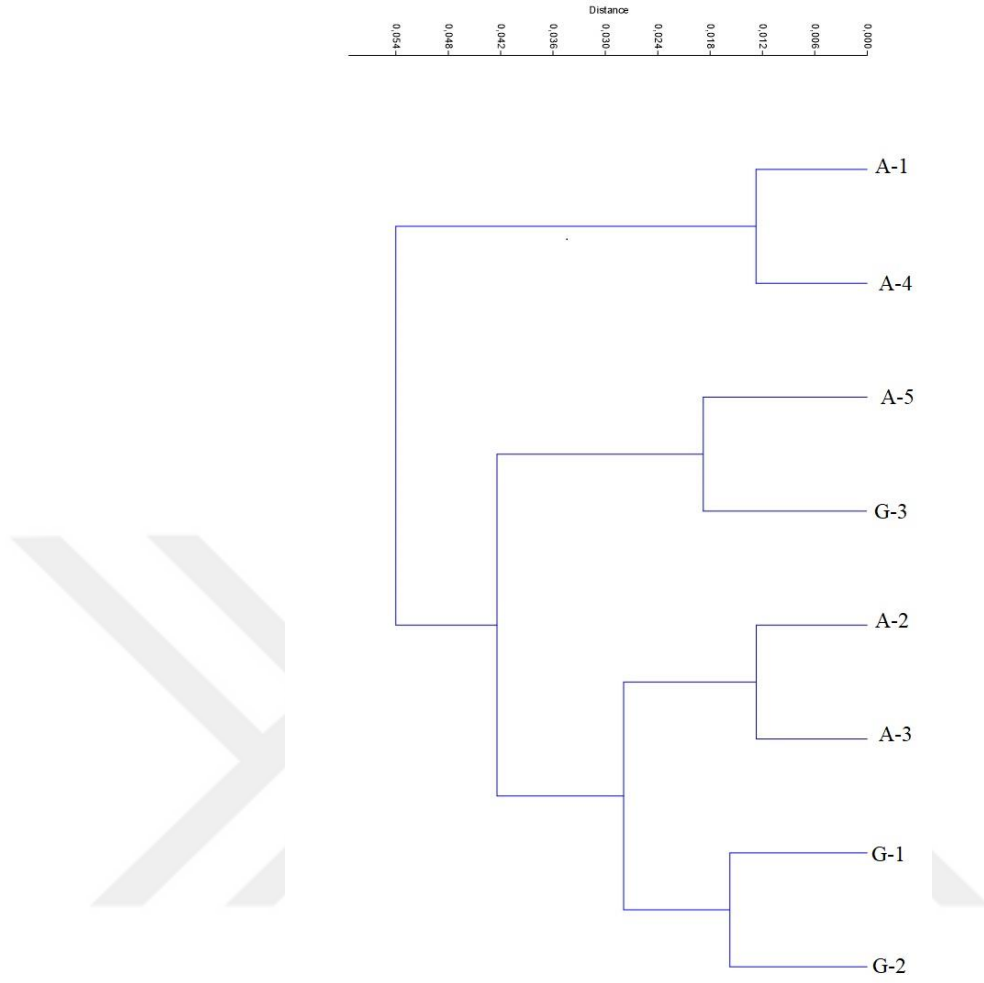
Tablo 4.6. Tüm popülasyonlara ait CVA sonucu hesaplanan Mahalanobis mesafeleri

İstasyonlar	A-1	A-2	A-3	A-4	A-5	G-1	G-2	G-3
A-1	-	4,61	5,34	3,60	5,80	7,13	5,95	6,36
A-2	4,61	-	3,35	5,81	6,53	5,28	6,65	5,37
A-3	5,34	3,35	-	4,67	5,24	5,03	5,96	6,00
A-4	3,60	5,81	4,67	-	5,67	6,91	5,13	5,94
A-5	5,80	6,53	5,24	5,67	-	7,26	5,03	6,87
G-1	7,13	5,28	5,03	6,91	7,26	-	5,35	5,04
G-2	5,95	6,65	5,96	5,13	5,03	5,35	-	5,71
G-3	6,36	5,37	6,00	5,94	6,87	5,04	5,71	-

Tablo 4.7. Tüm popülasyonlara ait CVA sonucu hesaplanan Procrustes mesafeleri

İstasyonlar	A-1	A-2	A-3	A-4	A-5	G-1	G-2	G-3
A-1	-	0,023	0,032	0,018	0,033	0,033	0,040	0,030
A-2	0,023	-	0,018	0,028	0,030	0,019	0,030	0,023
A-3	0,032	0,018	-	0,033	0,030	0,021	0,024	0,033
A-4	0,018	0,028	0,033	-	0,031	0,031	0,036	0,031
A-5	0,033	0,030	0,030	0,031	-	0,033	0,026	0,027
G-1	0,033	0,019	0,021	0,031	0,033	-	0,022	0,028
G-2	0,040	0,030	0,024	0,036	0,026	0,022	-	0,033
G-3	0,030	0,023	0,033	0,031	0,027	0,028	0,033	-

Mahalanobis mesafeleri dikkate alındığında birbirine en uzak olan istasyonlar Karakaya Barajı (G-1) ile Dumluca Barajına dökülen akarsu (A-5) olarak tespit edilmiştir. Birbirine en yakın istasyonlar ise Mollahan Deresi (A-3) ile Söğütlü Deresi (A-2) olarak belirlenmiştir. Procrustes mesafelerine göre birbirine en uzak olan istasyonlar Ayvalıtohması Çayı (A-1) ile Dumluca Barajı (G-2) iken en yakın istasyonlar ise Mollahan Deresi (A-3)-Söğütlü Deresi (A-2) ve Ayvalıtohması Çayı (A-1)-Atatürk Barajına dökülen akarsu (A-4) olarak belirlenmiştir. Cluster analizi sonucu incelenen popülasyonların 3 ana gruba ayrıldığı görülmüştür. Ayvalıtohması çayı (A-1) ve Atatürk Barajına bağlanan akarsu kolu (A-4) diğer istasyonlardan ayrılarak farklı bir kol olarak dallanmıştır (Şekil 4.10).



Şekil 4.10. *Alburnus sellal* popülasyonları için kümeleme (Cluster) analizi

4.1.3. Akarsu İstasyonları Morfolojik Varyasyonu

Bu tez çalışması kapsamında örneklenen 5 akarsu popülasyonuna ilk önce ayırıcı fonksiyon analizi (DFA) uygulanmıştır. Analiz sonucunda tüm popülasyonlar arasında anlamlı bir farklılık görülmüştür ($p < 0,001$). Mahalanobis ve Procrustes mesafeleri Tablo 4.8-4.9 ve Şekil 4.11’de verilmiştir. DFA analizi sonucunda Mahalanobis mesafeleri değerlendirilerek morfolojik benzerlik olarak birbirine en uzak olan istasyonlar; Mollahan Deresi (A-3) ile Atatürk Barajına dökülen akarsu (A-4), birbirine en yakın istasyonlar ise Mollahan Deresi (A-3) ile Söğütlü Deresi (A-2) olarak tespit edilmiştir.

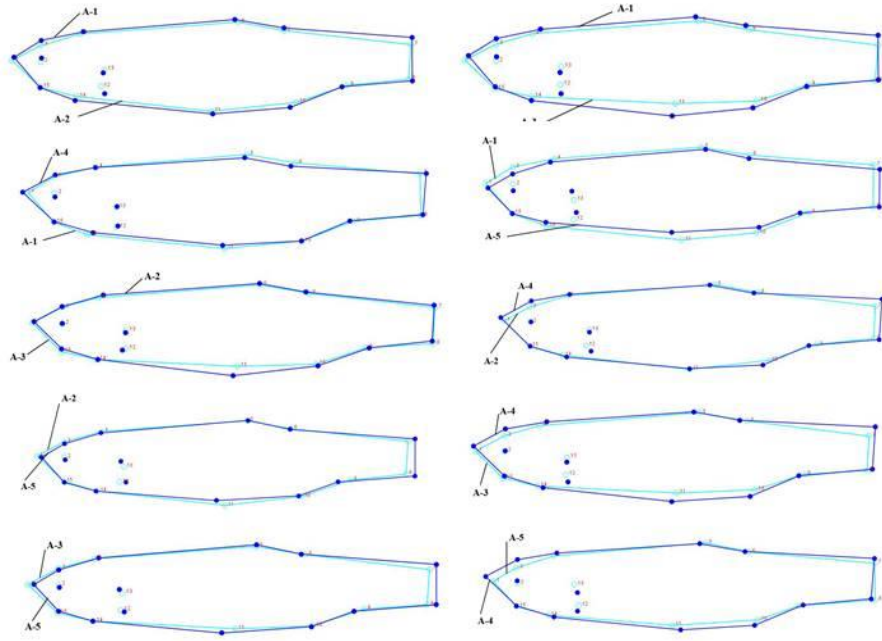
Tablo 4.8. Akarsu popülasyonlarına ait DFA sonucu hesaplanan Mahalanobis mesafeleri

İstasyonlar	A-1	A-2	A-3	A-4	A-5
A-1	-	10,10	7,24	6,38	10,68
A-2	10,10	-	5,79	11,80	10,01
A-3	7,24	5,79	-	14,45	12,42
A-4	9,38	11,80	14,45	-	9,93
A-5	10,68	10,01	12,42	9,93	-

Tablo 4.9. Akarsu popülasyonlarına ait DFA sonucu hesaplanan Procrustes mesafeleri

İstasyonlar	A-1	A-2	A-3	A-4	A-5
A-1	-	0,023		0,018	0,033
A-2	0,023	-	0,018	0,028	0,030
A-3	0,032	0,018	-	0,033	0,030
A-4	0,018	0,028	0,033	-	0,031
A-5	0,033	0,030	0,030	0,031	-

Hesaplanan Procrustes değerine göre birbirine en uzak olan istasyon Dumluca Barajına dökülen akarsu (A-5) ile Ayvalıtohması Çayı (A-1) ve Mollahan Deresi (A-3) ile Atatürk Barajına dökülen akarsu (A-4) olarak tespit edilmiştir. Birbirine en yakın istasyonlar ise Ayvalıtohması Çayı (A-1)-Atatürk Barajına dökülen akarsu (A-4) ve Söğütlü Deresi (A-2)-Mollahan Deresi (A-3) olarak belirlenmiştir.

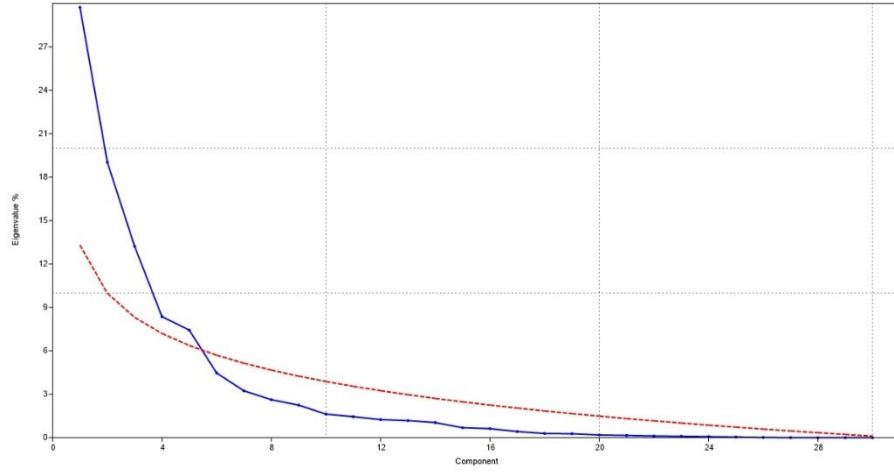


Şekil 4.11. DFA sonucu incelenen tüm *Alburnus sellal* popülasyonlarının vücut şekli farklılıklarını gösteren tel kafes grafiği

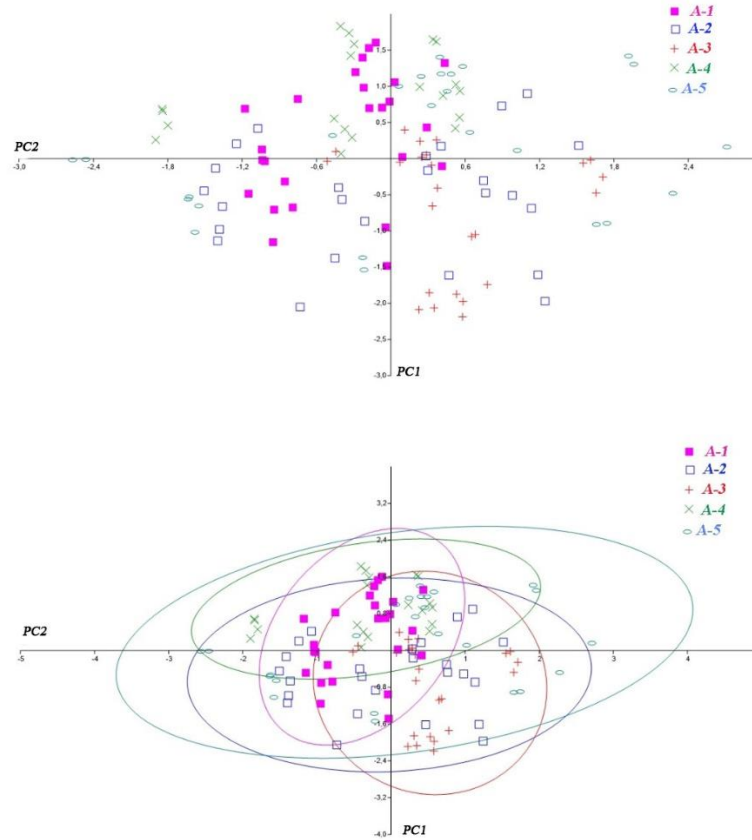
İncelenen popülasyonlara temel bileşenler analizi (PCA) uygulanmıştır. Analiz sonucunda popülasyonlar arasında herhangi bir farklılık görülmemiştir. İncelenen tüm popülasyonların iç içe girdiği ayrımın olmadığı görülmüştür (Şekil 4.13-4.14). Geometrik verilerin PCA analizinde ilk üç temel bileşen toplam varyansın yaklaşık % 62,01'ini oluşturmuştur (Şekil 4.12, Tablo 4.10).

Tablo 4.10. *Alburnus sellal* popülasyonlarında vücut şeklinin ana bileşeninin özdeğerleri ve % varyansı

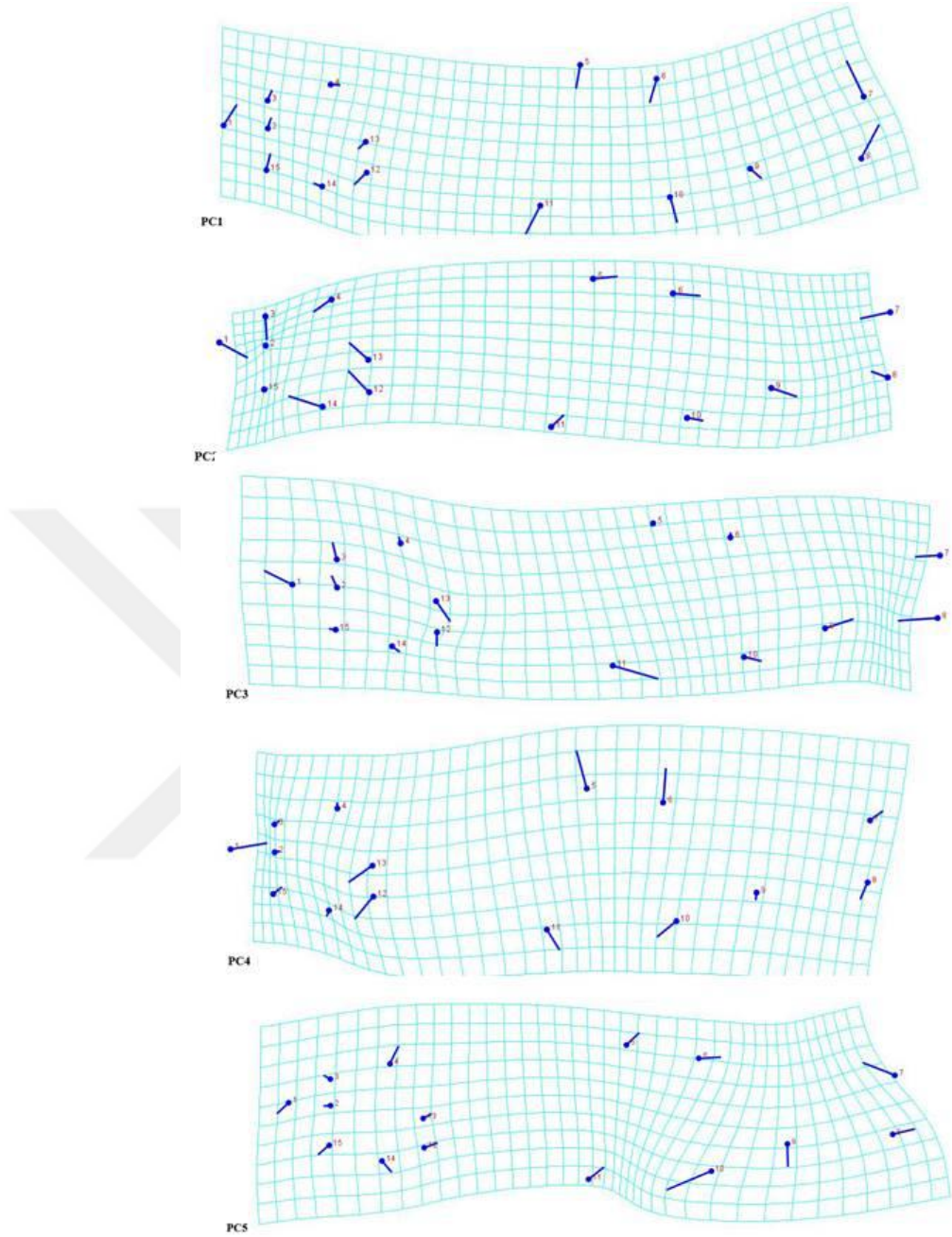
Bileşen	Özdeğer	Varyans
PC1	0,0004	29,74
PC2	0,0003	19,05
PC3	0,0002	13,22
PC4	0,0001	8,36
PC5	0,0001	7,44



Şekil 4.12. Temel bileşenler analizi ve popülasyonlarda temel bileşenlerin önemli sınırını temsil eden Joliffe kesme noktasının (kırmızı çizgi) dağılım grafiği



Şekil 4.13. İncelenen popülasyonlara uygulanan Temel Bileşenler Analizi (PCA) sonuçları



Şekil 4.14. Çalışılan popülasyonların ilk beş PC eksenleri boyunca vücut şekli deformasyonları

CVA sonuçlarına göre gruplar arası ayrımın 5 kanonik varyetede (CV) gerçekleştiği görülmüştür (Tablo 4.11).

Tablo 4.11. CV eksenlerinin anlamlılık değerleri

Bileşen	Özdeğer	Varyans
Eksen 1	6,67	44,33
Eksen 2	5,92	39,37
Eksen 3	1,59	10,57
Eksen 4	0,86	5,71

CVA analiz sonucunda tüm popülasyonlar arasında anlamsal bir farklılık olduğu görülmüştür ($p < 0,001$). Mahalanobis ve Procrustes mesafeleri Tablo 4.12-4.13’de verilmiştir.

Tablo 4.12. Akarsu popülasyonlarına ait CVA sonucu hesaplanan Mahalanobis mesafeleri

İstasyonlar	A-1	A-2	A-3	A-4	A-5
A-1	-	6,04	5,61	5,39	6,07
A-2	6,04	-	3,59*	6,61	7,38*
A-3	5,61	3,59	-	5,39	6,07
A-4	3,88	6,61	5,39	-	6,64
A-5	7,28	7,38	6,07	6,64	-

Tablo 4.13. Akarsu popülasyonlarına ait CVA sonucu hesaplanan Procrustes mesafeleri

İstasyonlar	A-1	A-2	A-3	A-4	A-5
A-1	-	0,023	0,032	0,018	0,033
A-2	0,023	-	0,018	0,028	0,030
A-3	0,032	0,018	-	0,033	0,031
A-4	0,018	0,028	0,033	-	0,031
A-5	0,033	0,030	0,030	0,031	-

Mahalanobis mesafeleri dikkate alındığında birbirine en uzak olan istasyonlar Söğütlü Deresi (A-2) ile Dumluca Barajına dökülen akarsu (A-5) olarak tespit edilmiştir. Birbirine en yakın istasyonlar ise Mollahan Deresi (A-3) ile Söğütlü Deresi (A-2) olarak belirlenmiştir. Procrustes mesafelerine göre birbirine en uzak olan istasyonlar

Ayvalıtohması Çayı (A-1) ile Dumluca Barajına dökülen akarsu (A-5) ve Mollahan Deresi (A-3) ile Atatürk Barajına dökülen akarsu (A-4), en yakın istasyonlar ise Mollahan Deresi (A-3)-Sögütlü Deresi (A-2) ve Ayvalıtohması Çayı (A-1)-Atatürk Barajına dökülen akarsu (A-4) olarak belirlenmiştir.

Yapılan analizler sonucunda birbirine en uzak olan istasyonlar Atatürk Barajına dökülen akarsu (A-4) ile Mollahan Deresi (A-3) ve Dumluca Barajına dökülen akarsu (A-5) ile Ayvalıtohması Çayı (A-1), en yakın istasyon Mollahan Deresi (A-3) ile Sögütlü Deresi (A-2) ve popülasyon içi varyasyonun en fazla görüldüğü istasyon ise Dumluca Barajına dökülen akarsu (A-5) olarak tespit edilmiştir.

4.1.4. Göl İstasyonları Morfolojik Varyasyonu

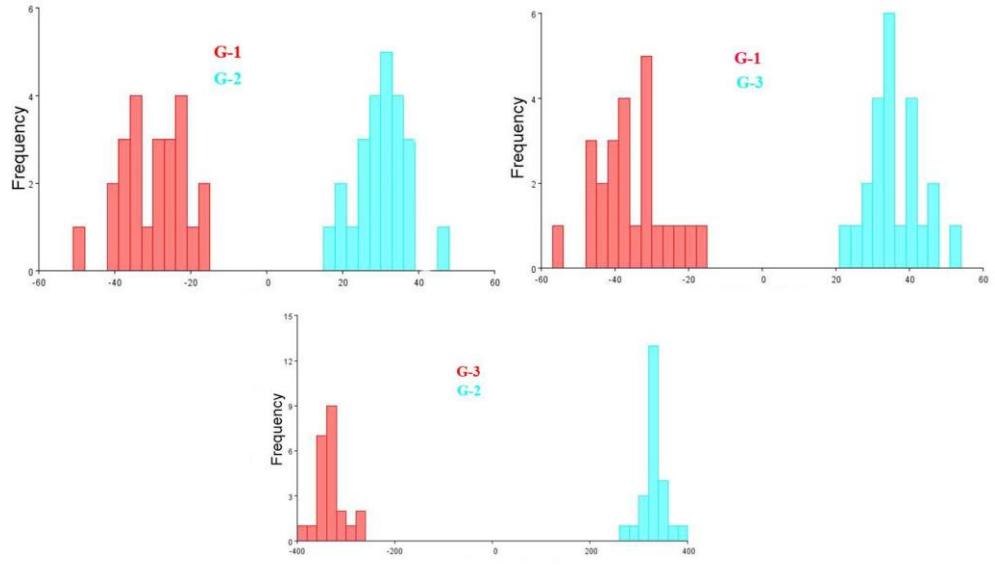
Çalışma süresince 2 baraj gölü (G-1 ve G-2) ile 1 doğal göl (G-3) incelenmiştir. İncelenen popülasyonlara öncelikle ayırıcı fonksiyon analizi (DFA) uygulanmıştır. Analiz sonucunda tüm popülasyonlar arasında anlamlı bir farklılık görülmüştür ($p < 0,001$). Mahalanobis ve Procrustes mesafeleri Tablo 4.14, 4.15’de verilmiştir. DFA analizi sonucunda Mahalanobis ve Procrustes mesafeleri değerlendirilerek birbirine en uzak olan istasyonlar Dumluca Barajı (G-2) ile Haçlı Gölü (G-3) olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.15-4.16).

Tablo 4.14. Göl popülasyonlarına ait DFA sonucu hesaplanan Mahalanobis mesafeleri

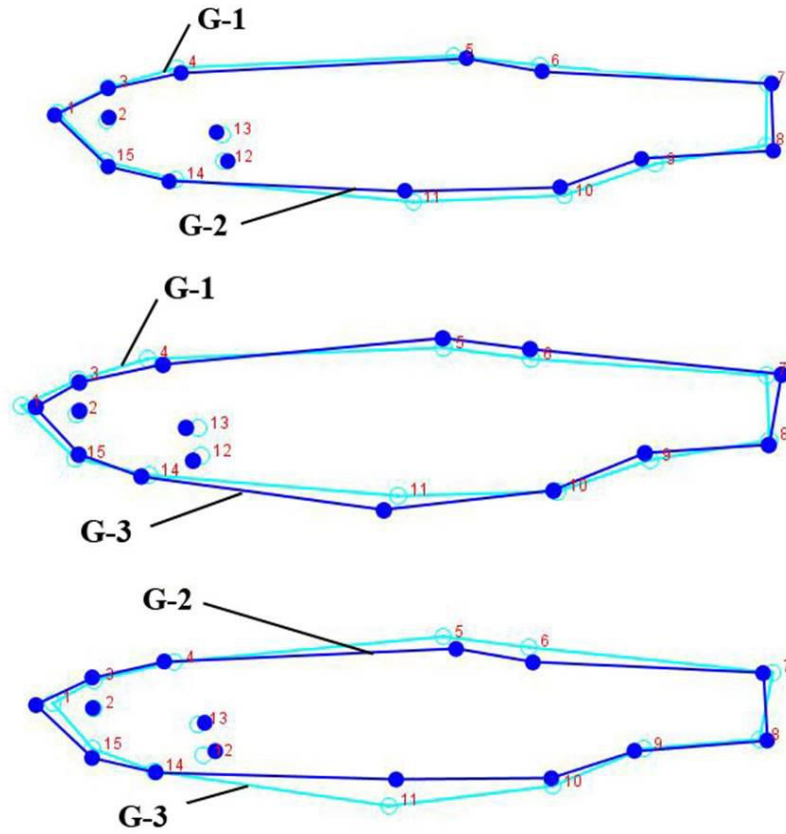
İstasyonlar	G-1	G-2	G-3
G-1	-	7,74	8,48
G-2	7,74	-	25,70
G-3	8,48	7,74	-

Tablo 4.15. Göl popülasyonlarına ait DFA sonucu hesaplanan Procrustes mesafeleri

İstasyonlar	G-1	G-2	G-3
G-1	-	0,022	0,028
G-2	0,022	-	0,032
G-3	0,028	0,032	-



Şekil 4.15. İncelenen popülasyonların DFA analiz grafiği

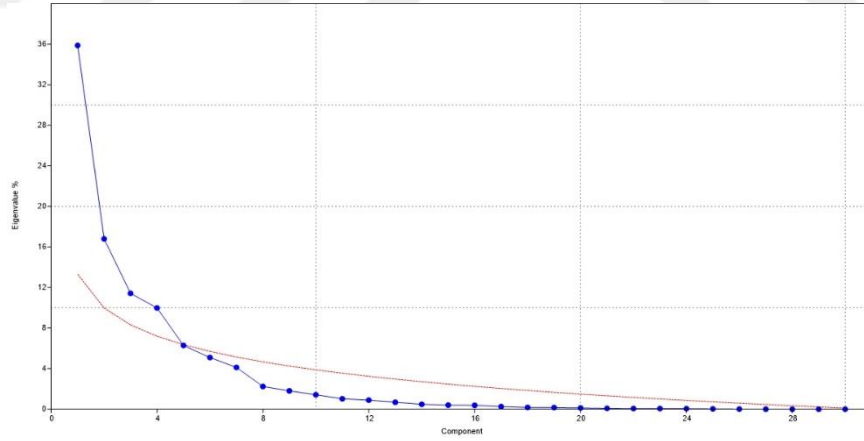


Şekil 4.16. DFA sonucu incelenen göl popülasyonların vücut şekli farklılıklarını gösteren tel kafes grafiği

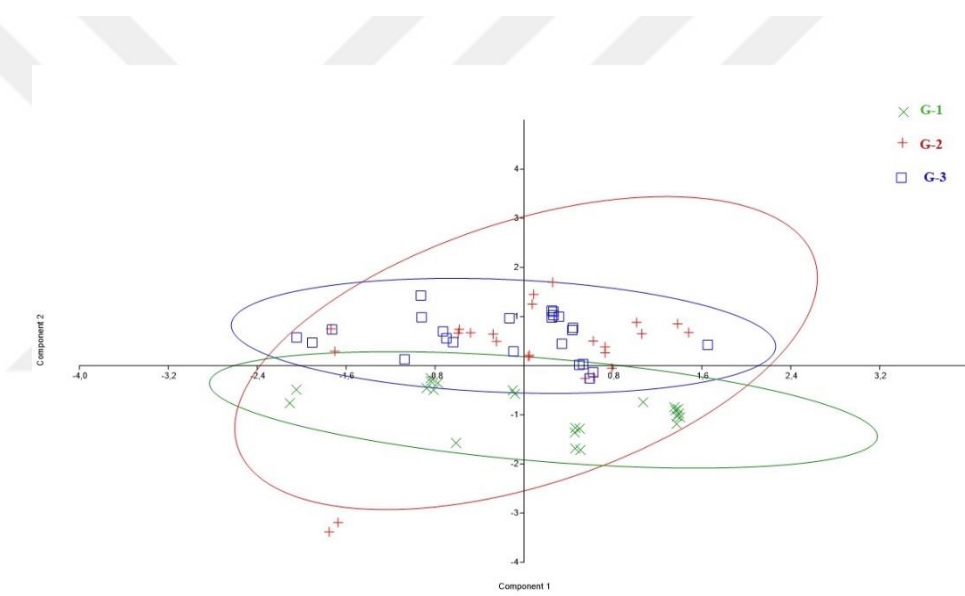
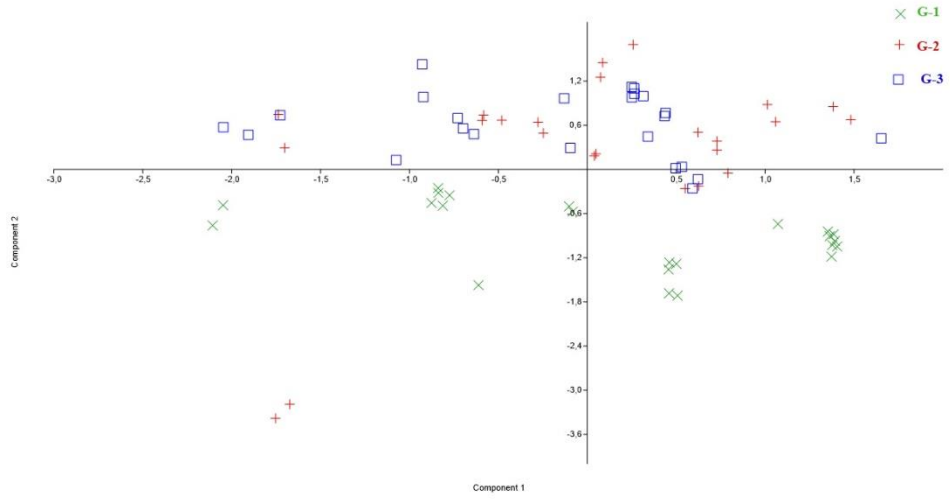
İncelenen popülasyonlara uygulanan temel bileşenler analizi (PCA) sonucunda popülasyonlar arasında herhangi bir farklılık görülmemiştir (Şekil 4.18). İncelenen tüm popülasyonların iç içe girdiği ayrımın olmadığı görülmüştür. Geometrik verilerin PCA analizinde ilk üç temel bileşen toplam varyansın yaklaşık % 64,11'ini oluşturmuştur (Tablo 4.16, Şekil 4.17).

Tablo 4.16. *Alburnus sellal* popülasyonlarında vücut şeklinin ana bileşeninin özdeğerleri ve % varyansı

Bileşen	Özdeğer	Varyans
PC1	0,0006	35,88
PC2	0,0003	16,80
PC3	0,0002	11,43
PC4	0,0002	9,99
PC5	0,0001	6,29



Şekil 4.17. Temel bileşenler analizi ve popülasyonlarda temel bileşenlerin önemli sınırını temsil eden Joliffe kesme noktasının (kırmızı çizgi) dağılım grafiği



Şekil 4.18. İncelenen popülasyonlara uygulanan Temel Bileşenler Analizi (PCA) sonuçları

CVA sonuçlarına göre gruplar arası ayrımın 2 kanonik varyatode (CV) gerçekleştiği görülmüştür (Tablo 4.17).

Tablo 4.17. CV eksenlerinin anlamlılık değerleri

Bileşen	Özdeğer	Varyans
Eksen 1	16,91	71,83
Eksen 2	6,64	28,17

CVA analiz sonucunda tüm popülasyonlar arasında anlamsal bir farklılık olduğu görülmüştür ($p < 0,001$). Mahalanobis ve Procrustes mesafeleri Tablo 4.18-4.19'da verilmiştir.

Tablo 4.18. Göl popülasyonlarına ait CVA sonucu hesaplanan Mahalanobis mesafeleri

İstasyonlar	G-1	G-2	G-3
G-1	-	7,17	7,38
G-2	7,17	-	9,90
G-3	7,38	9,90	-

Tablo 4.19. Göl popülasyonlarına ait CVA sonucu hesaplanan Procrustes mesafeleri

İstasyonlar	G-1	G-2	G-3
G-1	-	0,022	0,028
G-2	0,022	-	0,032
G-3	0,028	0,032	-

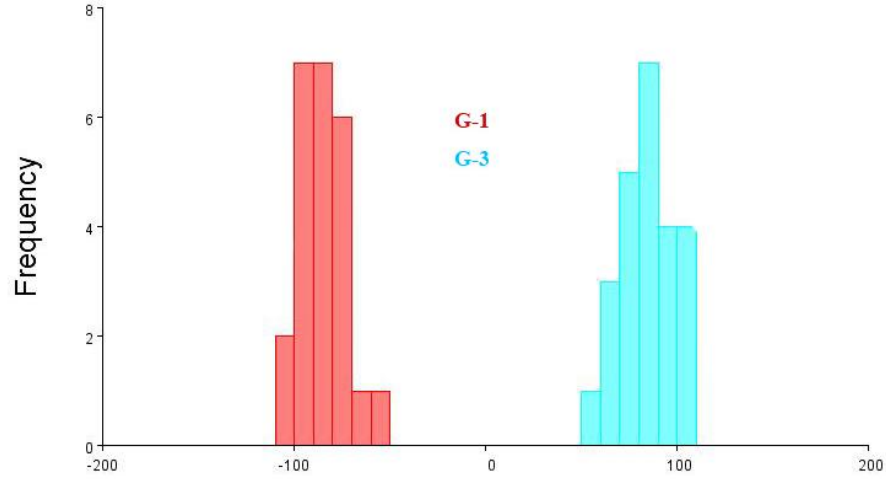
CVA analizi sonucunda Mahalanobis ve Procrustes mesafeleri değerlendirilerek birbirine en uzak olan istasyonlar Dumluca Barajı (G-2) ile Haçlı Gölü (G-3) olarak tespit edilmiştir.

Yapılan tüm analizler sonucunda birbirine en uzak olan istasyon Dumluca Barajı (G-2) ile Haçlı Gölü (G-3), en yakın istasyon ise Karakaya Barajı (G-1) ile Dumluca Barajı olarak tespit edilmiştir.

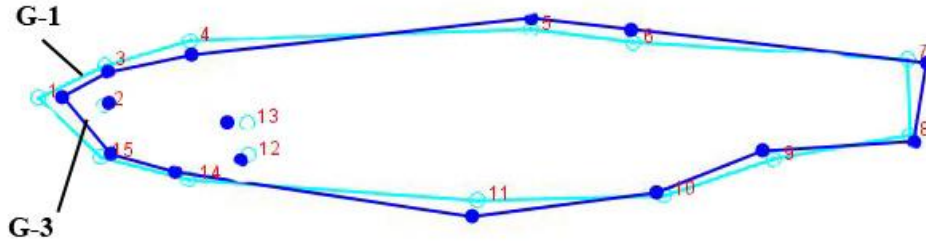
4.1.5. Doğal Göl ve Baraj Gölü Arasındaki Morfolojik Varyasyon

Doğal göl ve baraj gölü arasındaki varyasyonu belirlemek amacıyla aynı örnekleme dönemine ait Karakaya Barajı (G-1) ile Haçlı Gölü (G-3) incelenmiştir. Belirlenen istasyonlara öncelikle ayırıcı fonksiyon analizi (DFA) uygulanmıştır. DFA analizi iki popülasyonun vücut şeklinde önemli ölçüde farklılığın olduğunu göstermiştir ($P < 0,0001$). Mahalanobis ve Procrustes mesafeleri sırasıyla 12,99 ve 0,031 olarak hesaplanmıştır. Hesaplanan bu değerler popülasyonlar arasındaki farkın önemli

olduğunu göstermektedir. Ayırt edici fonksiyon analiz grafiği ve vücut şekli farklılıklarını gösteren tel kafes grafiği Şekil 4.19-4.20’de verilmiştir.



Şekil 4.19. İncelenen popülasyonların DFA analiz grafiği

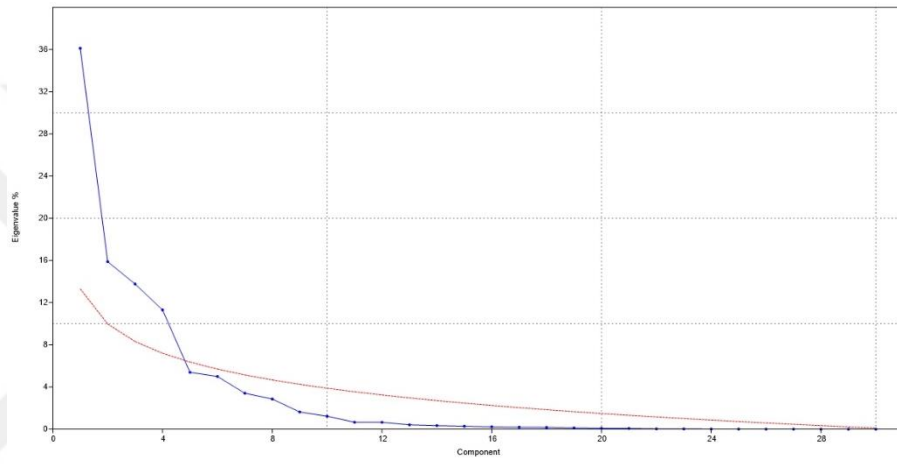


Şekil 4.20. DFA sonucu incelenen popülasyonların vücut şekli farklılıklarını gösteren tel kafes grafiği

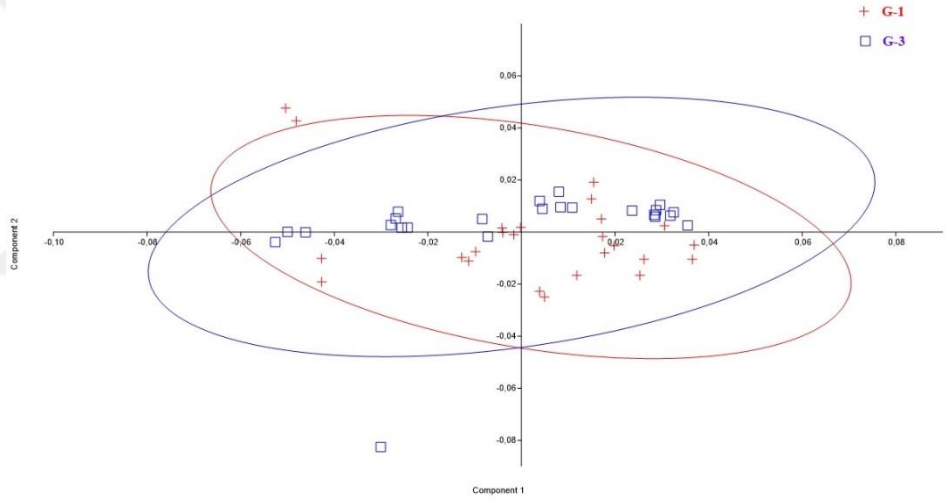
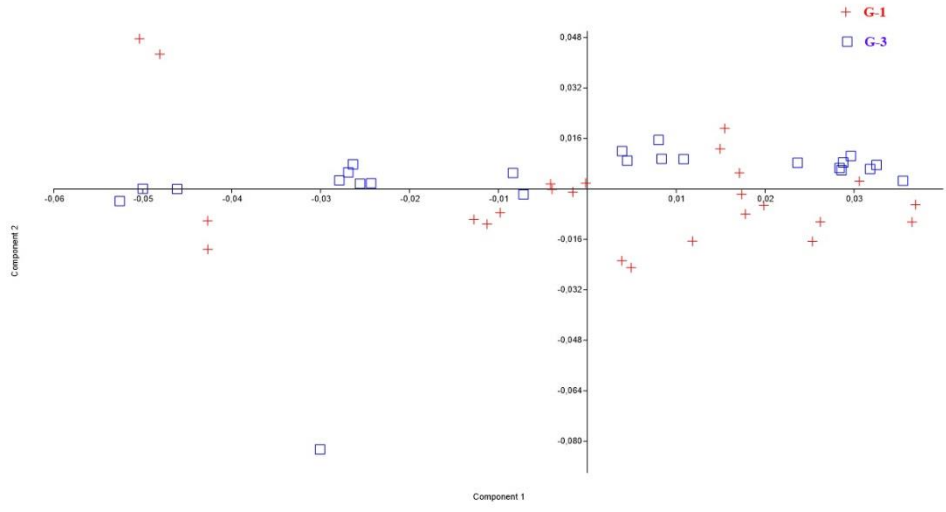
İncelenen popülasyonlara uygulanan temel bileşenler analizi (PCA) sonucunda popülasyonlar arasında herhangi bir farklılık görülmemiştir. İncelenen popülasyonların iç içe girdiği ayrımın olmadığı görülmüştür (Şekil 4.22-4.23). Geometrik verilerin PCA analizinde ilk üç temel bileşen toplam varyansın yaklaşık % 65,79’ini oluşturmuştur (Tablo 4.20, Şekil 4.21).

Tablo 4.20. *Alburnus sellal* popülasyonlarında vücut şeklinin ana bileşeninin özdeğerleri ve % varyansı

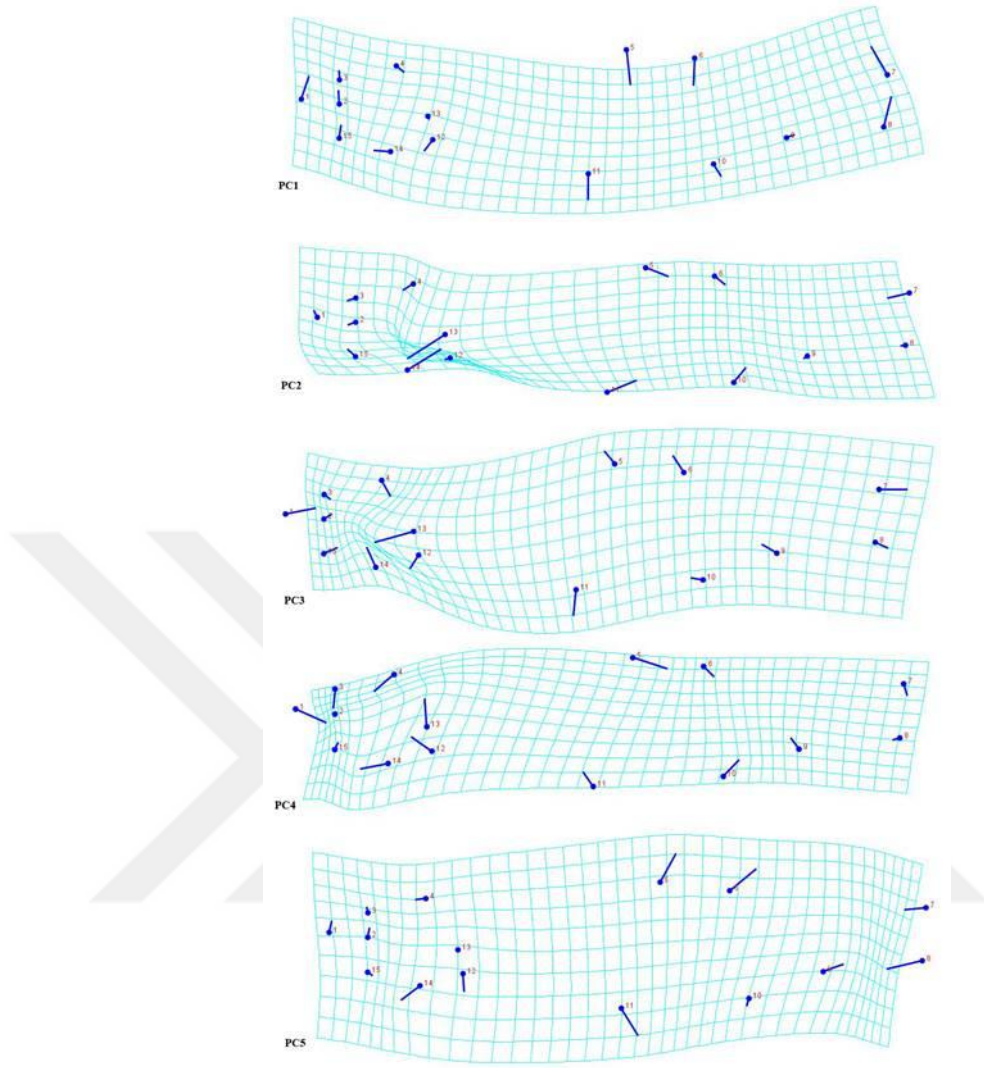
Bileşen	Özdeğer	Varyans
PC1	0,0007	36,13
PC2	0,0003	15,89
PC3	0,0003	13,77
PC4	0,0002	11,32
PC5	0,0001	5,39



Şekil 4.21. Temel bileşenler analizi ve popülasyonlarda temel bileşenlerin önemli sınırını temsil eden Joliffe kesme noktasının (kırmızı çizgi) dağılım grafiği



Şekil 4.22. İncelenen popülasyonlara uygulanan Temel Bileşenler Analizi (PCA) sonuçları



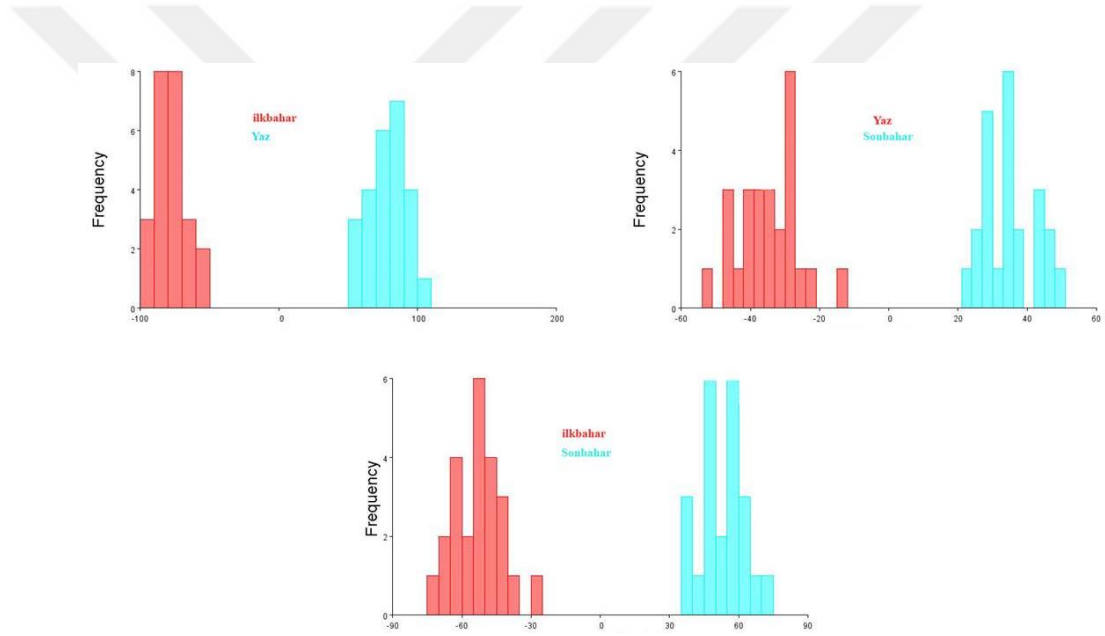
Şekil 4.23. Çalışılan popülasyonların ilk beş PC eksenleri boyunca vücut şekli deformasyonları

Kanonik varyant analizi (CVA) örneklenen popülasyonların ayrımını test etmek amacıyla uygulanmıştır. CVA sonucuna göre popülasyonlar arasındaki ayrımın tek kanonik varyantta gerçekleştiği görülmüştür. CVA sonucunda popülasyonlar arasında vücut şekli bakımından anlamsal bir farklılık olduğu görülmüştür (Wilks lambda = 0,0178, F = 33,08, p <0,001) göstermiştir.

Çizilen tel kafes (Wireframe) grafiğinde de görüldüğü gibi Karakaya Barajı'na (G-1) ait bireyler daha ince bir vücut, daha kalın baş ve burun-baş uzunluğunun fazla olması ile Haçlı Gölü'nden (G-3) ayrılmaktadır (Şekil 4.20).

4.1.6. Mevsimsel Varyasyon

Mevsimsel varyasyonu tespit etmek amacıyla Dumluca Barajı'na dökülen akarsu istasyonuna (A-5) ait ilkbahar, sonbahar ve yaz mevsimi örnekleri incelenmiştir. İncelenen mevsimlere öncelikle ayırıcı fonksiyon analizi (DFA) uygulanmıştır. Analiz sonucunda tüm popülasyonlar arasında anlamlı bir fark görülmüştür ($p < 0,001$) (Şekil 4.24, Şekil 4.25). Mahalanobis ve Procrustes mesafeleri Tablo 4.21, 4.22'de verilmiştir. DFA analizi sonucunda Mahalanobis mesafesine göre ilkbahar ve yaz döneminin birbirine en uzak olduğu tespit edilmiştir.



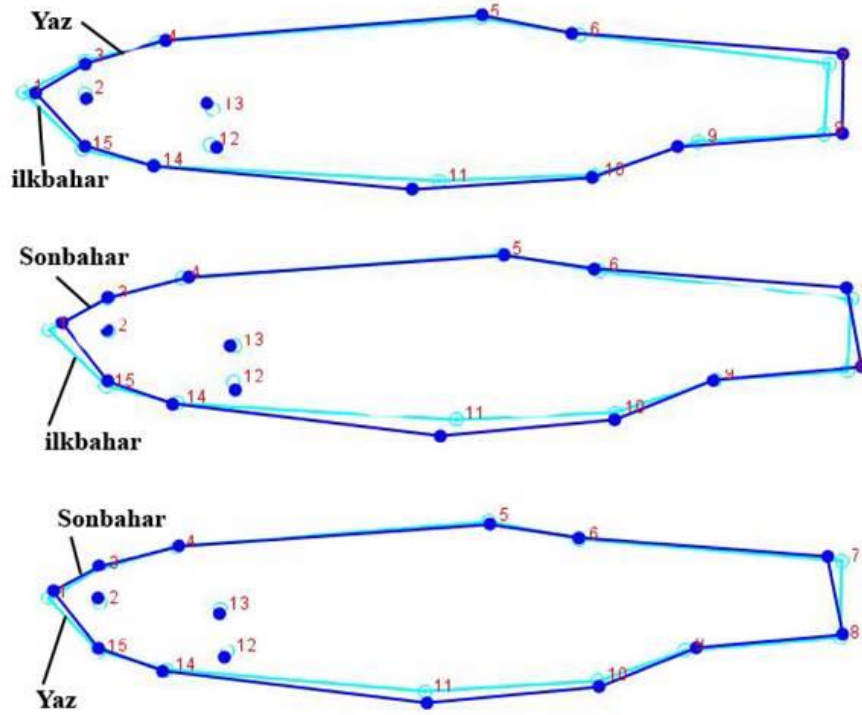
Şekil 4.24. İncelenen mevsimlerin DFA analiz grafiği

Tablo 4.21. Farklı mevsimlere ait DFA sonucu hesaplanan Mahalanobis mesafeleri

İstasyonlar	İlkbahar	Yaz	Sonbahar
İlkbahar	-	12,42	10,28
Yaz	12,42	-	8,34
Sonbahar	10,28	8,34	-

Tablo 4.22. Farklı mevsimlere ait DFA sonucu hesaplanan Procrustes mesafeleri

İstasyonlar	İlkbahar	Yaz	Sonbahar
İlkbahar	-	0,30	0,35
Yaz	0,30	-	0,26
Sonbahar	0,35	0,26	-

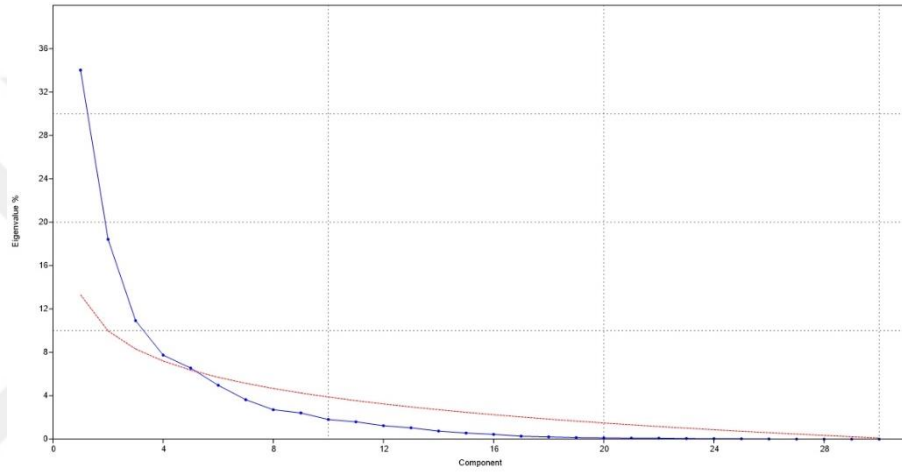


Şekil 4.25. DFA sonucu incelenen mevsimlerin vücut şekli farklılıklarını gösteren tel kafes grafiği

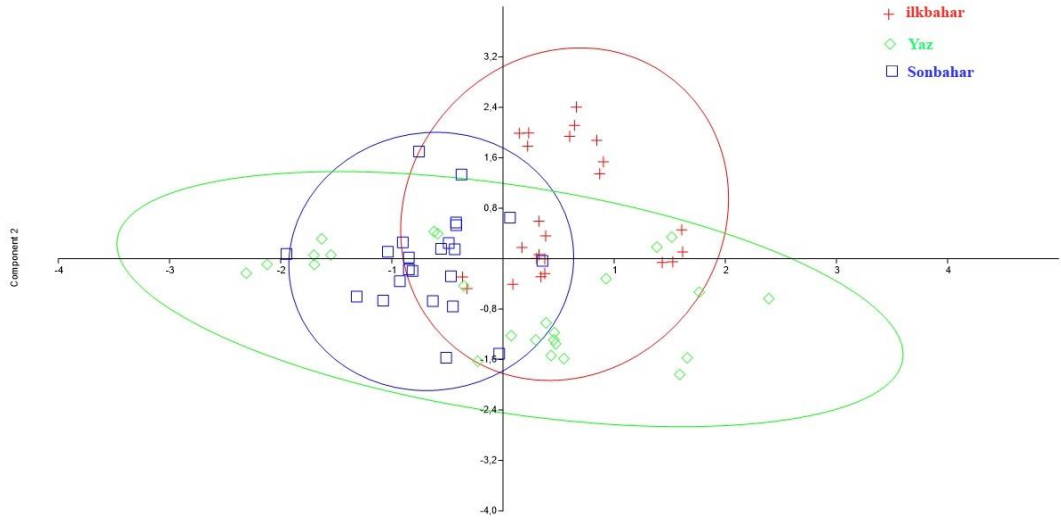
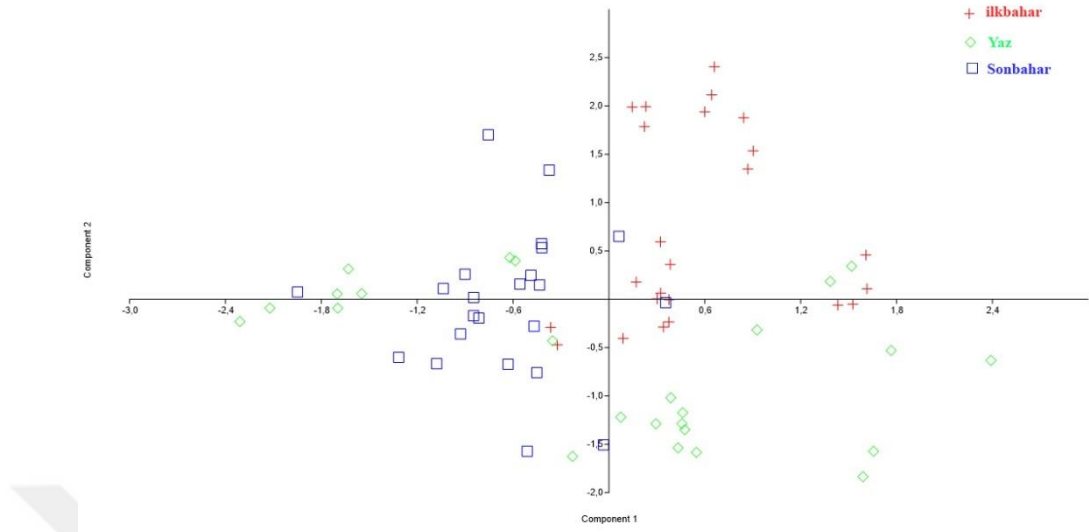
İncelenen mevsimlere uygulanan temel bileşenler analizi (PCA) sonucunda popülasyonlar arasında herhangi bir farklılık görülmemiştir (Şekil 4.27-4.28). İncelenen popülasyonların iç içe girdiği ayrımın olmadığı görülmüştür. Geometrik verilerin PCA analizinde ilk üç temel bileşen toplam varyansın yaklaşık % 63,45'ini oluşturmuştur (Tablo 4.23, Şekil 4.26).

Tablo 4.23. *Alburnus sellal* popülasyonlarında vücut şeklinin ana bileşeninin özdeğerleri ve % varyansı

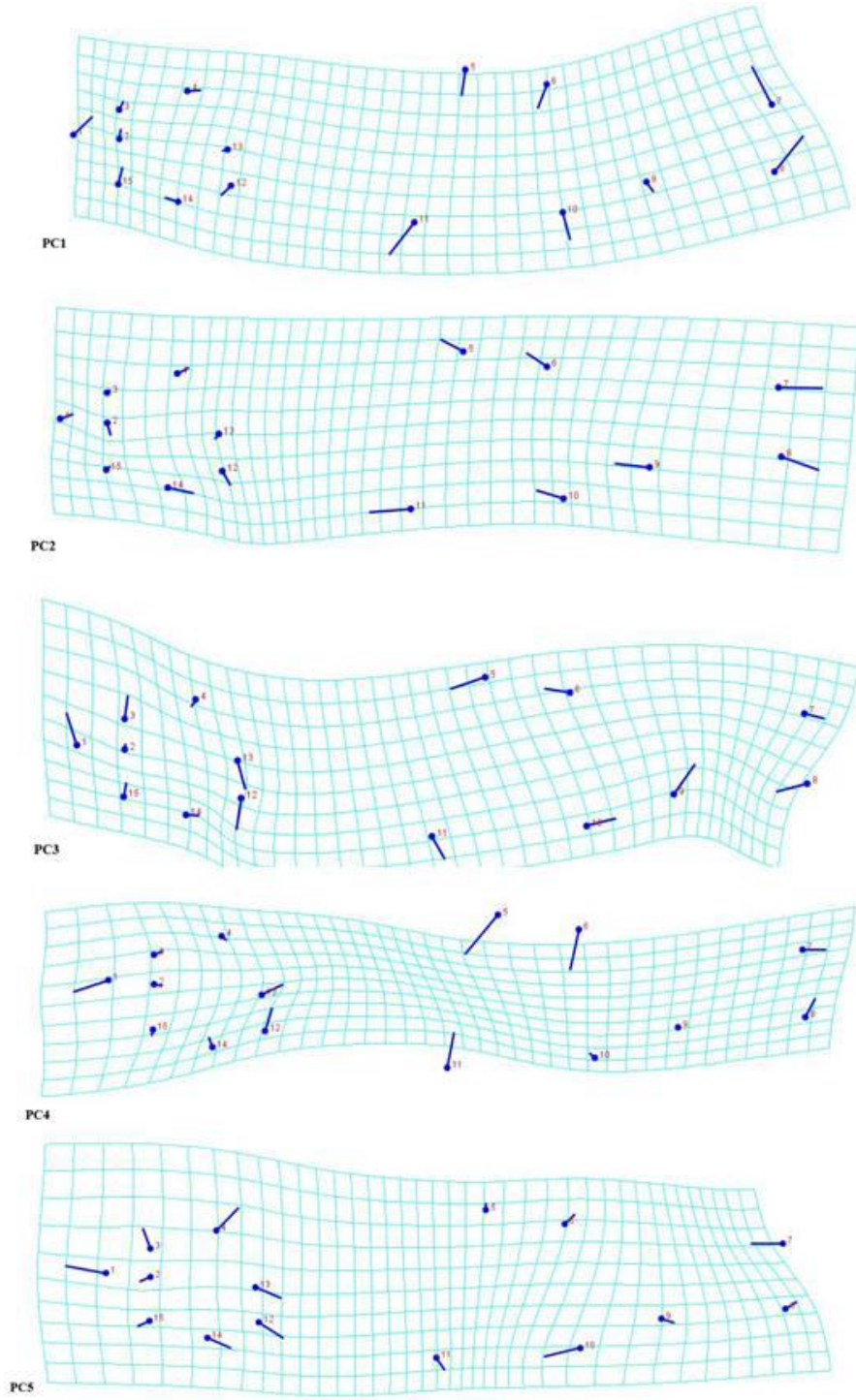
Bileşen	Özdeğer	Varyans
PC1	0,0005	34,09
PC2	0,0003	18,43
PC3	0,0002	10,93
PC4	0,0001	7,75
PC5	0,0001	6,55



Şekil 4.26. Temel bileşenler analizi ve popülasyonlarda temel bileşenlerin önemli sınırını temsil eden Joliffe kesme noktasının (kırmızı çizgi) dağılım grafiği



Şekil 4.27. İncelenen popülasyonlara uygulanan Temel Bileşenler Analizi (PCA) sonuçları



Şekil 4.28. Çalışılan popülasyonların ilk beş PC eksenleri boyunca vücut şekli deformasyonları

Kanonik varyant analizi (CVA) incelenen popülasyonların ayırımını test etmek amacıyla uygulanmıştır. CVA sonuçlarına göre gruplar arası ayırımın 2 kanonik varyetede (CV) gerçekleştiği görülmüştür (Tablo 4.24).

Tablo 4.24. CV eksenlerinin anlamlılık değerleri

Bileşen	Özdeğer	Varyans
Eksen 1	13,13	62,78
Eksen 2	7,78	37,22

CVA sonucunda popülasyonlar arasında vücut şekli bakımından anlamlı fark olduğu tespit edilmiştir (Wilks lambda= 0,0049, F= 17,74, p<0,001).

Yapılan tüm analizler sonucunda Mahalanobis mesafelerine göre birbirine en uzak olan mevsimler yaz ve sonbahar, Procrustes mesafesine göre ise en uzak olan mevsimler ilkbahar ve sonbahar mevsimleri olarak tespit edilmiştir. Yaz mevsimi varyasyonun en fazla olduğu mevsim olarak belirlenmiştir.

4.2. Tartışma

Tez çalışması kapsamında değerlendirilen farklı popülasyonlardaki meristik karakterlerin PCA analizine göre iki grupta, CVA analizine göre 3 küme altında birleştiği tespit edilmiştir. Ventral yüzgeç ışın sayısı dışındaki tüm karakterlerde anlamlı bir farklılık tespit edilmiş ancak bu karakterlerin de tek başına popülasyonları ayırmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Tür tayininde sıklıkla kullanılan bu meristik karakterlerin çok sayıda farklı popülasyonda değerlendirilmesi ile bu varyasyonun ne kadar geniş olduğu ve aslında bu karakterlerin ayırımında tek başına yeterli olamadığı sonucunu desteklemektedir. Değerlendirilen her popülasyon farklı bir habitatı temsil edip, birbirinden farklı ekolojik koşullara sahiptir. Bu koşullara göre adaptasyonun bir sonucu olarak gelişen fenotipik plastisite meristik karakter bazında da desteklenmiştir.

Morfolojik karakterin değerlendirilmesinde birbirine en az ve en çok benzerlik gösteren popülasyonlar tespit edilmesine rağmen DFA, PCA ve CVA analizlerine göre akarsu popülasyonları arasında belirgin bir kümelenme, keskin bir ayırım tespit edilmemiştir. Göl ve akarsu popülasyonları bakımından yapılan değerlendirmede ise gölde yaşayan

bireylerde vücut ve başın daha kalın, kuyruk sapının ise daha uzun olduğu sonucuna varılmıştır. Vücut yüksekliğinin daha yüksek olması morfolojik olarak akarsu ve göl habitatındaki su rejiminin farklı olması ile açıklanabilir. Göl ve akarsu ekosistemleri hidrolojik, fizikokimyasal parametreler ve habitat koşulları bakımından farklılıklar gösterirler [55]. Farklı ekolojik nişler, beslenme rejimindeki farklılıklar, av-avcı ilişkisi, kaynak kullanımı [56] ve fizikokimyasal parametrelerdeki bu farklılıklar balık morfolojisini etkilemektedir. Ayrıca nehirlerin barajlar tarafından kesilmesi balıkların hareketini engellemek ve kolonizasyon oranını artırmak suretiyle türler arasındaki farklılaşmaya sebep olur. Barajlar ayrıca türlerin beslenme alışkanlıklarını, besin maddesinin varlığını, canlıların büyüme şeklini ve bir nehrin yukarısında ve aşağısında yaşayan balık türlerinin üreme stratejisini değiştirebilir. Balıklarda morfolojik olarak farklılaşmada bu tür faktörler de çok önemlidir [57].

Çalışma süresince 2 baraj gölü ve 1 doğal göl incelenmiştir. Yapılan DFA/CVA ve MANOVA analizleri sonucunda tüm göl istasyonlarında anlamlı bir farklılık görülmektedir. Vücut şekli bakımından en farklı olan istasyonlar Dumluca Barajı (G-2) ile Haçlı Gölü (G-3) olarak tespit edilmiştir. Karakaya Barajı (G-1) ile Haçlı Gölü (G-3) popülasyonları genel olarak kalın bir vücuda sahip iken Dumluca Barajı (G-2) ince uzun fusiform bir yapıya sahiptir. Bu nedenle tez çalışması kapsamında (Mahalanobis mesafelerini dikkate alarak) vücut şekli bakımından en büyük farklılık Dumluca Barajı (G-1) ile Haçlı Gölü (G-3) arasında görülmektedir (Mahalanobis mesafesi: 25,78). Dumluca Barajı Mardin ili Derik ilçesinde sulama amacıyla kullanılmaktadır. Gölü besleyen 2 nehir bulunmaktadır. Yaz döneminde antropojenik ihtiyaçlar için suyun aşırı kullanılması göl tabanını set kısmına kadar çekilmesine sebep olmaktadır ve gölü besleyen bu 2 kol da göl tabanının çekilmesiyle ortaya çıkmaktadır. Göl içerisinde bulunan balıklar aynı zamanda akarsuya da geçiş yapıp yaşamlarını bu iki su kütlelerinde sürdürmektedirler. Bu sebeple tez kapsamında değerlendirilen durgun su kütleleri arasında fusiform yapıya sahip tek istasyon olması bu farklılığı arttırmaktadır.

Hasanpoor ve çalışma arkadaşları [46] geometrik morfometri yöntemini kullanarak Dicle havzası *A. sellal* popülasyonlarında fenotipik plastisite analizi yapmışlardır. Çalışma kapsamında *A. sellal*'ın farklı çevre popülasyonlarından birbirine uzak ve yakın olan popülasyonlar arasındaki morfolojik varyasyonu belirlenmiştir. Analiz sonucunda incelenen 5 popülasyonda anlamsal farklılık belirlenmiştir. Kümeleme analizi

sonucunda 3 ana grubun olduğunu ve Sepidbarg, Kashkan ile Gamasiab nehirleri arasındaki ekolojik benzerliğe dayalı beraber dallandığı, Karun ve Khersan nehirlerinin ise ayrı ayrı dallandığı görülmüştür. Çalışmanın sonucunda çevresel koşullardan etkilenen popülasyonlarda fenotipik esneklik görüldüğü doğrulanmıştır.

Hedayati ve çalışma arkadaşları [58] *A. zagrosensis*'e (*A. sellal*) ait 3 popülasyonda yaptıkları inceleme sonucunda popülasyonlar arasındaki morfolojik farklılıkların ana sebebi olarak coğrafik izolasyonların olduğunu tespit etmişlerdir. Yapılan analiz sonucunda birbirine yakın olan habitatlarda DFA analizi sonucuna göre düşük derecede bir ayırım görülse de birbirinden uzak olan habitatlardaki ayırımın derecesi daha yüksektir. Bu farklılığın üzerindeki en önemli etkiler coğrafik izolasyonlar ve farklı habitatlara özgü çevresel koşullarının tür içi varyasyonunu arttırmasıdır.

Çalışmamız kapsamında yapılan istatistik analizlerden DFA, PCA, CVA yöntemleri sonuçları ve geometrik morfometrik yöntem ile ortaya çıkarılan tel kafes ve deformasyon şemalarına göre Fırat-Dicle havzasında dağılım gösteren *A. sellal* popülasyonlarında morfometrik varyasyonun oldukça geniş olduğu sonucuna varılmıştır. Bu varyasyonu ortaya çıkaran etmenler popülasyonların değişen habitat koşullarına uyumunu fenotipik plastisite ile açıklamaktadır. Gerek akarsu gerekse göl popülasyonları arasında ve bu popülasyonların kendi içinde kıyaslanmasında da mesafeler bakımından bazı popülasyonlarda istatistiksel anlam ifade eden sonuçlar elde edilmiş olsa da bu ayırım popülasyonların belirgin farklar bulundurmadığı ve tüm karakterler bakımından içi içe geçen bir varyasyona sahip olduğunu göstermiştir. Mevsimsel olarak yapılan değerlendirmede ortaya çıkan anlamsal fark üreme döneminde olan türün bu döneme özel karakterlerin gelişimi ile açıklanmaktadır. Popülasyonlar arasındaki morfolojik farklılıkların nedenlerini açıklamak çok zordur [59]. Bununla birlikte morfolojik özelliklerin çevre koşullarındaki farklılıklara yanıt olarak yüksek esneklik gösterebileceği bilinmektedir [60]. Bu nedenle farklı çevre popülasyonlarındaki habitata özgü çevresel koşullar canlılar arasında morfolojik farklılaşmaya sebep olmaktadır. Nitekim bu kadar geniş bir coğrafyada dağılım gösteren bu türün fizikokimyasal parametreler ve hidrolojik koşulların değişimine yanıtını plastisite ile oluşturduğu tespit edilmiştir.

Bunun yanı sıra coğrafik izolasyonlar türler arasındaki bu farklılaşmanın her istasyonda bağımsız olarak ilerlemesine neden olmaktadır [61]. Aynı havzada bulunan ancak coğrafik koşullar sebebiyle nispeten izole olmuş popülasyonların farklılaşarak habitata özgü esnekliklere sahip olması, bu esnekliğin karakter farkları olarak yorumlanarak yeni tür bildirimleri olarak yayımlanmasına balık taksonomisinde rastlanmaktadır. Örneğin Dicle Nehri Botan Çayı'ndan 2015 yılında bildirilmiş olan *A. selcuklui* için ayırıcı karakter olarak; anal yüzgeç başlangıcının dorsal yüzgeç bitimine göre 0-4 pul geriden başlaması, yanal çizgi hattında 70-80+3-4 pul bulunması, 10-15 solungaç dikişi, 8½-9 dorsal yüzgeç yumuşak ışını, 11-12½ anal yüzgeç yumuşak ışını, burunun yuvarlak oluşu, belirgin epidermal yanal bant ve vücudun yan tarafında yanal çizgi ve altında siyah pigmentlerin bulunmaması [33] olarak verilmiştir. Aynı havzada dağılım gösteren *A. sellal*'in farklı popülasyonları ile yapılan karşılaştırmada anılan bu karakterlerin aslında iç içe geçtiği ve ayırıcı karakter olarak kabul edilemeyecek seviyede benzerlik gösterdiği tespit edilerek bu türün *A. sellal*'in sinonimi olduğu ortaya konulmuştur [39]. Dolayısıyla tür tanımlamaları yapılmadan önce söz konusu havzadaki pek çok farklı popülasyonun değerlendirilmesi, gerekirse istatistiksel ayırıcı yöntemlerin ve geometrik morfometrik yöntemlerin desteğiyle bu değerlendirmenin yapılması ile izole coğrafik alanlardaki popülasyonların yeni tür olarak tanımlanmasının önüne geçilebilecektir.

BÖLÜM V

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Balıklar en çeşitli ve en yaygın bulunan omurgalılarıdır ve tüm dünya sularına dağılmışlardır ve bunun nedeni davranış, fizyoloji ve morfolojilerindeki inanılmaz çeşitliliğidir [26, 62]. İçinde yaşadıkları çevre koşullarına nispeten kısa sürede tepki verebilir ve farklı morfolojik modellere sahip farklı popülasyonlar oluşturabilirler [63]. Bu farklı morfoloji modelleri balık türlerini ve popülasyonlarını incelemek, biyolojik çeşitliliği belirlemek, stok araştırmaları ve farklı coğrafik popülasyonları karşılaştırmak, sınıflandırma ve ayrıca çevresel ve ekolojik özellikler açısından da yararlı bilgiler sağlar [64-66].

Aynı türden bireyler arasındaki morfolojik farklılıklar popülasyonlar üzerindeki çevresel etkilerle açıklanabilir ve bunu ortaya koymak adına uygulanan çeşitli yöntemler arasında geometrik morfometri son yıllarda pek çok çalışmada tercih edilmiş ve güvenilir sonuçlara ulaşılmıştır [6, 22-24, 26, 44, 67]. Balık türlerinde yapılan geometrik morfometrik çalışmalarda cinsiyet tayini [17, 68-69], sistematik problemlerin değerlendirilmesi [10, 24-25, 70] ve popülasyonlardaki morfolojik plastisite değerlendirilmesinde [6, 12, 57] uygulanmıştır.

Tez çalışması kapsamında değerlendirilen *A. sellal* Türkiye, İran, Irak ve Suriye’de çok geniş bir dağılım sergilemektedir. Çeşitli habitatlarda bulunan (akarsu, göl ve rezervuar vb.) toleransı yüksek bir tür olması fırsatçı bir beslenmeye sahip olması (diyetini ve davranışını mevsim, habitat ve balık boyutuna göre değiştirebilmesi) gibi sebeplerin etkisiyle *A. sellal*’da çok yüksek tür içi varyasyon görülmektedir. Bu tez çalışması kapsamında Landmark metodu kullanılarak *A. sellal*’da bu tür içi varyasyonun geometrik morfometrik analizi yapılmıştır.

Yapılan geometrik morfometrik analizlerin sonuçlarına göre;

- Meristik karakterlerden ventral yüzgeç ışın sayısı dışında kalan tüm değerler anlamlı farklılık göstermiştir. PCA sonuçlarında iki ayrı gruba ayrılan popülasyonlar Cluster sonuçlarına göre ise üç ayrı grupta kümelenebilir. Elde edilen sonuçlar birlikte

değerlendirildiğinde ise meristik karakter farklarının popülasyonları birbirinden tamamıyla ayırmada yeterli olmadığı görülmüştür.

- Morfolojik karakter varyasyonu değerlendirilmesine göre incelenen bütün popülasyonlar arasında anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir. Buna göre popülasyonlar arası varyasyon farklılığının genişliğinden söz edilebilir. Ancak bu varyasyon farklılığı bireyler bazında iç içe geçmiş bir durumdadır. Akarsu popülasyonları bazında yapılan değerlendirmede de, PCA'ya göre popülasyonlar arasında herhangi bir farklılık görülmemiş olup popülasyon içi varyasyonların geniş olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlar istasyonların coğrafik konumları ile de desteklenmektedir. Dolayısı ile bu tür için varyasyon aralığının oldukça geniş olması taksonomik çalışmalarda çok sayıda popülasyonun değerlendirilmesi gerekliliğini desteklemektedir.

- Göl ve akarsu popülasyonları arasında morfolojik olarak anlamlı bir farklılık görülmektedir. Analiz sonuçları göl formunda vücut ve başın daha kalın, kuyruk sapının ise daha uzun olduğunu göstermektedir. Bu durum akarsuda belirli bir akış hızı olması ve göllerin durgun su kütleleri olması sebebi ile popülasyonların bu su kütlelerinin karakterine göre vücut şekli plastisitesi ile açıklanabilir.

- Göl popülasyonları arasında yapılan değerlendirme sonuçlarına göre göl formlarında anlamlı farklılık tespit edilmemiştir. Ancak doğal göl ve baraj gölü popülasyonları değerlendirilmesinde anlamsal bir farklılık tespit edilmiştir. Tel kafes grafik sonuçlarına göre de Karakaya Barajına (G-1) ait bireyler daha ince bir vücut, daha kalın baş ve burun-baş uzunluğunun fazla olması ile Haçlı Gölünden (G-3) ayrılmaktadır.

- Mevsimsel varyasyon tespitinde Dumluca Barajında dökülen akarsuda yapılan ilkbahar, sonbahar ve yaz dönemi örnekleri değerlendirilmiştir. Yapılan tüm analizler sonucunda Mahalanobis mesafelerine göre birbirine en uzak olan mevsimler yaz ve sonbahar, Procrustes mesafesine göre ise en uzak olan mevsimler ilkbahar ve sonbahar mevsimleri olarak tespit edilmiştir. Yaz mevsimi varyasyonun en fazla olduğu mevsim olarak belirlenmiştir.

Tez çalışması kapsamında yapılan tüm analiz sonuçları bu türün geniş bir coğrafyada başarılı bir şekilde dağılım göstermesinin fenotipik plastisite yeteneğinin yüksek olması,

farklı hidrolojik ve fizikokimyasal koşullara uyumunun bu plastisite ile açıklanabileceğini göstermektedir.



KAYNAKLAR

1. Geldiay, R., Balık, S., “*Türkiye Tatlısu Balıkları (II. Baskı)*”, Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları, No: 16, İzmir, 2007.
2. Çiçek, E, Birecikligil, S. S., Fricke, R., “Freshwater fishes of Turkey; a revised and updated annotated checklist”, *Bih Biol* 9 (2), 141-157, 2015.
3. Çiçek, E., Fricke, R., Sungur, S., Eagderi, S., “Endemic Freshwater Fishes of Turkey”, *FishTaxa*, 3 (4), 1-39, 2018.
4. Çiçek, E., Sungur, S., Fricke, R., “Freshwater lampreys and fishes of Turkey; a revised and updated annotated checklist 2020”, *Zootaxa*, 4809 (2), 241-270, 2020.
5. Eagderi, S., Esmailzadegan, E., Pirbeigi, A., “Morphological responses of *Capoeta gracilis* and *Alburnoides eichwaldii* populations (Cyprinidae) fragmented due to Tarik Dam (Sefidrud River, Caspian Sea Basin, Iran)”, *Iranian Journal Ichthyology*, 1 (2), 114-120, 2014.
6. Jalili, P., Eagderi, S., Keivany, Y., “Body Shape Comparison of Kura Bleak (*Alburnus filippii*) in Aras and Ahar-Chai Rivers Using Geometric Morphometric Approach”, *Research in Zoology*, 5 (1), 20-24, 2015.
7. Eagderi, S., Esmailzadegan, E., Madah, A., “Body shape variation in riffle minnows (*Alburnoides eichwaldii* De Filippii, 1863) populations of Caspian Sea basin”, *Taxonomy and Biosystematics* 5 (1), 1-8, 2013.
8. Mouludi-Saleh, A., Eagderi, S., Cicek, E., Sungur, S., “Morphological variation of Transcaucasian chub, *Squalius turcicus* in southern Caspian Sea basin using geometric morphometric technique”, *Biologia*, 75, 1585-1590, 2020.
9. Eagderi, S., Mouludi-Saleh, A., Ahmadi, S., Javadzadeh, N., “Phenotypic plasticity of the body shape in Prussian carp (*Carassius gibelio*), in response to lentic and lotic habitats using geometric morphometric technique”, *isfj*, 29 (1), 49-58, 2020.
10. Abbasi, K., Mouludi-Saleh, A., Eagderi, S., Nikmehr, N., “Morphological variations, length-weight relationship parameters and condition factor of autumn and

spring populations of *Alburnus chalcoides* (Gueldenstaedt, 1772) from Sefid and Siahdarvishan rivers in the southern Caspian Sea basin”, *Journal of Fisheries* 74 (1), 73-83, 2021.

11. Cadrin, S. X., Silva, V. M., “Morphometric variation of yellowtail flounder”, *ICES J Mar Sci*, 62, 683–694, 2005. <https://doi.org/10.1016/j.icesjms>

12. Seer, B., Mouludi-Saleh, A., Eagderi, S., iek, E., Sungur, S., “Morphological flexibility of *Oxynoemacheilus seyhanensis* in different habitats of Turkish inland waters: A case of error in describing a populations as distinct species”, *Iranian Journal of Ichthyology*, 7 (3), 258-264, 2020.

13. McGuire, J. L. “Geometric morphometrics of vole (*Microtus californicus*) dentition as a new palaeoclimateproxy: shape change along geographic and climatic clines”, *Quaternary International*, 212, 198-205, 2010.

14. Ağdaş, ., “Türkiye'nin Kuzeydođu Anadolu bölgesinde *Aedes dorsalis* Meigen, 1830 (Diptera:Culicidae)'in doğal popölasyonlarının morfometrik analizi”, Kafkas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Kars, 72s, 2010.

15. Adams, D. C., Rohlf, F. J., Slice, D. E., “Geometric morphometrics: ten years of progress following the ‘revolution’”, *Ital. J. Zoology*, 71, 5-16, 2004.

16. Buckley, P. F., Dean, D., Bookstein, F. L., Han, S., Yerukhimovich, M., Min, K. J., Bet Singer, B. A., “A Three-dimensional morphometric study of craniofacial shape in Schizophrenia”, *The American Journal of Psychiatry*, 162, 606-608, 2005.

17. Turgut, N., “Genç ve Erişkin Gökkuşadı Alabalıklarında Geometrik Morfometrik Metotla Cinsiyet Tayini”, *Selçuk Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Anatomi Anabilim Dalı*, Yüksek Lisans Tezi, Konya, 74s, 2016.

18. Bookstein, F. L., “Biometrics, biomathematics and the morphometric synthesis”, *Bull. Math. Biol.*, 58 (2), 313-365, 1996.

19. Small, C., *The statistical theory of shape*. Springer, 227 p., New York, 1996.

20. Dryden, I. L., Mardia, K. V., “Statistical shape analysis”, John Wiley and Sons, 347 p., New York, 1998.
21. Koca, A. Ö., “Ortadoğu'da yayılış gösteren *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae) alttürlerinin geometrik morfometri yöntemleriyle analizi”, *Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Ana Bilim Dalı*, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 184s, 2012.
22. Hazar, G., “*Calameuta haemorrhoidalis* (Fabricius, 1781) (Hymenoptera: Cephidae) popülasyonlarının morfometrik analizi”, *Cumhuriyet Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Ana Bilim Dalı*, Yüksek Lisans Tezi, Sivas, 70s, 2012.
23. Khataminejad, S., Mousavi-Sabet, H., Sattarii, M., Vatandoust S., Eagderi S., “A comparative study on body shape of the genus *Alburnus* (Rafinesque, 1820) in Iran, using geometric morphometric analysis”, *Caspian J Env Sci*, 11 (2), 205-215, 2013.
24. Mangıt, F., “*Alburnus* (Teleostei: Cyprinidae) cinsi üzerine morfometrik ve filogenetik araştırmalar”, *Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Ana Bilim Dalı*, Doktora Tezi, Ankara, 2013.
25. Faradonbe, M. Z., Eagderi, S., Moradi, M., “Patterns of Body Shape Variation in *Capoeta Gracilis* (Pisces: Cyprinidae) in Relation to Environmental Variables in Sefidrud River Basin, Iran”, *Journal of Applied Biological Sciences*, 9 (1), 36-42, 2019.
26. Mouludi-Saleh, A., Keivany, Y., Jalali, S. A. H., “Geometric Morphometric Comparison of Namak Chub (*Squalius namak*, Khaefi et al., 2016) in Rivers of Lake Namak Basin of Iran, *Research in Zoology*, 7 (1), 1-6, 2017. doi: 10.5923/j.zoology.20170701.01.
27. Bustamante, D. E., Yeon Won, B., Wynne, M. J. Cho, T. O., Molecular and morphological analyses reveal new taxa additions to the tribe Strebloladidae (Rhodomelaceae, Rhodophyta). *Journal of Phycology*, 2021, <https://doi.org/10.1111/jpy.13144>

28. Özuluğ, M., Freyhof, J., “Rediagnosis of four species of *Alburnus* from Turkey and description of two new species (Teleostei: Cyprinidae)”, *Ichthyological Exploration of Freshwaters*, 18, 233-246, 2007.
29. Birecikligil, S., “Seyhan, Ceyhan, Aşağı Fırat ve Asi Nehir Havzalarındaki *Alburnus* Rafinesque, 1820 (Teleostei: Cyprinidae) Türlerinin Morfolojik ve Filogenetik Analizi”, Gaziantep Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Ana Bilim Dalı, Doktora Tezi, Gaziantep, 92s, 2016.
30. Bektaş, Y., Aksu, I., Kaya, C., Bayçelebi, E., Küçük, F., Turan, D., “Molecular systematics and phylogeography of the genus *Alburnus* Rafinesque, 1820 (Teleostei, Leuciscidae) in Turkey”, *Mitochondrial DNA Part A*, 31 (7), 273-284, 2020.
31. Kaya, C., “New record of three freshwater fish species from a western drainage of Lake Urmia for the Turkish fauna”, *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 37 (4), 325-328, 2020. DOI: 10.12714/egejfas.37.4.01
32. Demirsoy, A., “Yaşamın Temel Kuralları Omurgalılar/Anamniyota”, Meteksan A.Ş, Cilt III/Kısım I, 684 s., Ankara, 1993.
33. Elp, M., Şen, F., Özuluğ, M., “*Alburnus selcuklui*, a new species of cyprinid fish from East Anatolia, Turkey (Teleostei: Cyprinidae)”, *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 15, 181–186, 2015.
34. Keskin, S.B, “Aşağı Fırat Havzası *Alburnus mossulensis* (Heckel, 1843) Popülasyonu için Bazı Popülasyon Dinamiği Parametrelerinin Belirlenmesi”, *Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Ana Bilim Dalı*, Yüksek Lisans Tezi, Nevşehir, 42s, 2017.
35. Berg, L.S., “Freshwater fishes of Iran and adjacent countries”, *Proceedings of the Zoological Institute, The USSR Academy of Sciences*, 8, 783–858, 1949.
36. Krupp, F., Al-Hassan, L. A., Ziegler, T., “A possible natural hybrid of *Acanthobrama marmid* and *Alburnus mossulensis* from Haur al-Hammar, southern Iraq (Pisces: Osteichthyes: Cyprinidae)”, *Senckenbergiana biologica*, 72, 219-223, 1992.

37. Bogutskaya, N.G. “Contribution to the knowledge of Leuciscine fishes of Asia Minor. Part 2. An annotated check-list of leuciscine fishes (Leuciscinae, Cyprinidae) of Turkey with descriptions of a new species and two new subspecies”, *Mitteilungen aus dem hamburgischen Zoologischen Museum und Institut*, 94, 161–186, 1997.
38. Mohammadian-Kalat, T., Esmaeili, H. R., Aliabadian, M., Freyhof, J., “Re-description of *Alburnus doriae*, with comments on the taxonomic status of *A. amirkabiri*, *A. mossulensis*, *A. sellal* and *Petroleuciscus esfahani* (Teleostei: Cyprinidae)”, *Zootaxa*, 4323 (4), 487, 2017. doi:10.11646/zootaxa.4323.4.3
39. Freyhof, J., Kaya, C., Bayçelebi, E., Geiger, M., Turan, D., “Generic assignment of *Leuciscus kurui* Bogutskaya from the upper Tigris drainage, and a replacement name for *Alburnus kurui* Mangit & Yerli (Teleostei: Leuciscidae)”, *Zootaxa*, 4410 (1), 113-135, 2018.
40. Eagderi, S., Nikmehr, N., Freyhof, J., “*Alburnus zagrosensis*, a junior synonym of *Alburnus sellal* (Teleostei: Leuciscidae)”, *Zootaxa*, 4652 (2), 367-374, 2019.
41. IUCN, “IUCN Red List of threatened species”, International Union for the Conservation of Nature, Version 12, 2021. Retrieved from <http://www.iucnredlist.org>
42. Younis, K. H., Hussain, N. A., Yousif, U. H., “Food and diet overlap of small fish assemblage in the upper reaches of Shatt Al-Arab River, Iraq”, *Marina Mesopotamica*, 16 (1), 129-139, 2001.
43. Bandpei, M. A. A., Khodaparast, N., Naderi, M., Nasrolahzadeh, H., Hoseinpour, H., Fazli, H., “Food and feeding habits of the Mossul bleak, *Alburnus mossulensis* Heckel, 1843 (Cyprinidae) in the Azad dam of Sanandaj, Iran”, *International Journal of Farming and Allied Sciences*, 6 (5), 126-134, 2017.
44. Keivany, Y., Mousavi, S., Dorafshan, S. M. A, Zamani-Faradonbe, M., “Morphological variations of *Alburnus mossulensis* Heckel, 1843 populations in the Tigris tributaries of the Persian basin in Iran (Teleostei: Cyprinidae)”, *Iranian Journal of Ichthyology*, 3 (3), 190-202, 2016. DOI: 10.7508/iji.2016.02.

45. Mohadasi, M., Eagderi, S., Shabanipour, N., Hosseinzadeh, M. S., Anvarifar, H., Khaefi, K., “Allometric body shape changes and morphological differentiation of Shemaya, *Alburnus chalcoides* (Guldenstadi, 1772), populations in the southern part of Caspian Sea using Elliptic Fourier analysis”, *Int. J. Aquat. Biol.*, 2, 164-171, 2014.
46. Hasanpoor, S. H., Eagderi, S., Nasri, M., Jalali, R. S., “Phenotype Plasticity Analysis of *Alburnus mossulensis* Heckel, 1843 from Tigris Basin Using Geometric Morphometrics”, *Journal of Fisheries, Islamic Azad University, Azadshahr Branch*, 9
47. Hedayati, S.A., Farsani, H.G., Gerami, M.H., Fricke, R., “Morphometric Variations Among Three Populations of *Alburnus zagrosensis* (Coad, 2009) in the Zagros Mountain Basin, Iran”, *Proceedings of the National Academy of Sciences, India Section B: Biological Sciences*, 88 (3), 859–866, 2018.
48. Abbasi Ranjbar, K., Mauludi Saleh, A., Eagderi, S., Sarpanah, A. N., “Morphometric, meristic characters and biological parameters of Urmia bleak *Alburnus atropatenae* Berg, 1925 from affluents of Lake Urmia”, *Journal of Applied Ichthyological Research*, 89-96, 2020, 8, 1.
49. Rohlf, F. J., tpsRELW. Version 1.42, Department of Ecology and Evolution, State University of New York, Stony Brook, New York, 2005
50. Rohlf, F. J., tpsDIG, version 2.12. Department of Ecology and Evolution, State University of New York, Stony Brook, New York, 2008.
51. Mitteroecker, P., Gunz, P., “Advances in Geometric Morphometrics”, *Evol. Biol.*, 36, 235-247, 2009.
52. Bookstein, F. L., “Morphometric tools for landmark data: Geometry and Biology”, *Cambridge University Press*, 435 p., New York, 1991
53. Klingenberg, C. P., Leamy, L. J., Routman, E. J., Cheverud, J. M., “Genetic architecture of mandible shape in mice: Effects of quantitative trait loci analyzed by geometric morphometrics”, *Genetics*, 157, 785-802, 2001.

54. Rohlf, F. J., NTSYS-PC, Numerical taxonomy and multivariate analysis system, version 2.2. Department of Ecology and Evolution, State University of New York, Exeter Software, Stony Brook, New York, 2004.
55. Rechulicz, J., Kolejko, M., “Morphological differences between lake and river populations of roach-*Rutilus rutilus* (L.)”, *ANNALES*, 30 (1), 46-59, 2012.
56. Mazzoni R, Iglesias-Rios, R., “Environmentally related life history variations in *Geophagus brasiliensis*”, *Journal of Fish Biology*, 61, 1606-1618, 2002.
57. Akbarzadehl, A., Farahmand, H., Shabani, A. A., Karami, M., Kaboli, M., Abbasi K., Rafiee G. R., “Morphological variation of the pikeperch *Sander lucioperca* (L.) in the southern Caspian Sea, using a truss system”, *Journal of Applied Ichthyology*, 25 (5), 576-582, 2009.
58. Hedayati, S. A., Farsani, H. G., Gerami, M. H., “Morphometric Variations Among Three Populations of *Alburnus zagrosensis* (Coad, 2009) in the Zagros Mountain Basin, Iran”, *Proc. Natl. Acad. Sci., India, Sect. B Biol. Sci.*, 88, 859-866, 2018. <https://doi.org/10.1007/s40011-016-0819-7>
59. Poulet, N., Berrebi, P., Crivelli, A. J., Lek, S., Argillier, C., “Genetic and morphometric variations in the pikeperch (*Sander lucioperca* L.) of a fragmented delta”, *Archiv Fuer Hydrobiologie*, 159, 531-554, 2004.
60. Swain, D. P., Foote, C. J., “Stocks and chameleons: the use of phenotypic variation in stock identification”, *Fish. Res.*, 43, 113-128, 1999.
61. Samaee, S. M., Mmjazi-Amiri, B., Hosseini-Mazinani, S. M., “Comparison of *Capoeta capoeta gracilis* (Cyprinidae. Teleostei) populations in the south Caspian Sea River basin, using morphometric ratios and genetic markers”, *Folia Zool.*, 55, 323-335, 2006.
62. Nelson J, Grande T, Wilson M. H., “Fishes of the World. Fifth Edit”, John Wiley & Sons, Inc, Hoboken, NJ, USA, 706 pp, 2016.
63. Aguirre-Dugua, X., Eguiarte, L. E., Rodríguez, A.G., Casas, A., “Round and large: morphological and genetic consequences of artificial selection on the gourd tree

Crescentia cujete by the Maya of the Yucatan Peninsula”, *Mexico, Annals of Botany*, 109 (7), 1297-1306, 2012. <https://doi.org/10.1093/aob/mcs068>

64. Pianka, E. R., “Comparative ecology of *Varanus* in the Great Victoria Desert”, *West. Aust. Nat.*, 15: 37-44, 1994.

65. Watson, D. J., Balon, E. D., “Ecomorphological analysis of fish taxocenes in rainforest streams of northern Borneo”, *Fish Biology*, 25 (3), 371-384, 2009.

66. Abbasi, K., Mouludi-Saleh A, Eagderi, S., “Morphological diversity of the Caspian Asp, *Leuciscus aspius*, in the South Caspian Sea basin (Osteichthyes: Cyprinidae)”, *Zoology in the Middle East*, 67 (1), 25-31, 2021. DOI: 10.1080/09397140.2021.1879439

67. Önel, A., “Elazığ ve Malatya illeri yabani tavşan (*Lepus europaeus* Pallas, 1778) popülasyonlarının geometrik morfometrik yöntemler kullanılarak karşılaştırılması”, *Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Ana Bilim Dalı*, Doktora Tezi, Malatya, 2010.

68. Şahiner, Y., Yalçın, H., "Erkek ve Bayanlarda Kafatası Kemiğinden Geometrik Morfometri Metoduyla Cinsiyet Tayini ve Ramus Flexure". *Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi*, 2, 134-142, 2010.

69. Sinanoğlu, E., “Geometrik Morfometrik Yöntemi Kullanarak Pelvis İskeletinden Cinsiyet Tayini”, *Ankara Üniversitesi, Sosyal Bilimleri Enstitüsü, Antropoloji Ana Bilim Dalı*, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 92s, 2018.

70. Abbasi R. K., Mouludi-Saleh A., Eagderi S., Sarpanah A., “Distinguishing meristic and morphometric traits in three species of the genus *Acanthobrama* from Iranian Inland Waters”, *Taxonomy and Biosystematic Journal*, 10 (36), 49- 58, 2018.