



**T.C.  
RECEP TAYYIP ERDOĞAN ÜNİVERSİTESİ  
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ  
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI**

***Hyla savignyi* AUDOIN, 1827 (YEŞİL KURBAĞA)  
TÜRÜNÜN MORFOLOJİK AÇIDAN DEĞERLENDİRİLMESİ**

**(Yüksek Lisans Tezi)**

**Ayşe PARLAK**

**Danışman  
Prof. Dr. Serkan GÜL**

**RİZE  
2024**

## KABUL VE ONAY

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalında, Prof. Dr. Serkan GÜL danışmanlığında, Ayşe PARLAK tarafından hazırlanan *Hyla savignyi Audoin, 1827 (Yeşil Kurbağa) Türünün Morfolojik Açıdan Değerlendirilmesi* adlı bu tez çalışması, 24/06/2024 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda oy birliği/oy çokluğuyla başarılı bulunarak jürimiz tarafından **Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri	Ünvanı, Adı SOYADI	İmza
Başkan	: Prof. Dr. Nurhayat ÖZDEMİR	
Üye	: Prof. Dr. Serkan GÜL	
Üye	: Dr. Öğr. Üyesi Nurver ALTUN	

## ETİK BEYAN

Biyoloji Tezli Yüksek Lisans Programından mezun olmak üzere teslim ettiğim “*Hyla savignyi* Audoin, 1827 (Yeşil Kurbağa) Türünün Morfolojik Açıdan Değerlendirilmesi” adlı tezim, bilim ve araştırma etiği prensiplerine riayet edilerek tarafımdan yazılmıştır.

Tez çalışmamda, başka kaynaklardan aktarılan bütün bilgi ve alıntılar, Enstitünüz Tez Yazım Kılavuzuna uygun olarak açıkça gösterilmiştir. Kaynağı gösterilenler dışında kalan bütün bilgiler uygun araştırma yöntemi kullanılarak tarafımdan edinilmiş ve esere bu şekilde yansıtılmıştır. Şahsıma ait olmayan hiçbir bilgi, kasıt veya kusurlar, şahsıma aitmiş gibi gösterilmemiştir. İnternet kaynakları dâhil, sahibine/kaynağına atıf yapılmaksızın hiçbir bilgi kullanılmamıştır. Aksinin ortaya çıkması halinde doğacak bütün hukuki, idari, akademik ve etik sorumluluk tarafıma ait olacaktır. Eserin tesliminden sonra herhangi bir zamanda, bilim etiğine aykırılık tespit edilmesi ve / veya eserimle ilgili intihal veya intihal şeklinde anlaşılacak bir durumun ortaya çıkması halinde; Üniversiteniz ve eğitim kadronuzun hiçbir şekilde sorumlu tutulmayacağını hür irademle kabul, beyan ve taahhüt ederim.

24/06/2024

**Ayşe PARLAK**

## ÖN SÖZ

Türkiye’de yayılış gösteren *Hyla savignyi* Audoin, 1827 (Yeşil Kurbağa) türünün morfolojik açıdan değerlendirilmesini içeren bu çalışma, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı’nda ‘‘Yüksek Lisans Tezi’’ olarak hazırlanmıştır.

Lisansüstü eğitimime başladığım ilk günden bugüne kadar, bilgi ve birikimlerini benimle paylaşan, akademik ilerleyişimdeki yol göstericilerim ve geleceğim için desteklerine her daim ihtiyacım olan değerli danışman hocam Sayın Prof. Dr. Serkan GÜL’e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Hayatımın her aşamasında maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen, her zaman yanımda olan, değerli aile bireylerim babam Adem KOÇOĞLU’ya, annem Havva KOÇOĞLU’ya ve kardeşlerim Muhammet KOÇOĞLU ve Osman Avni KOÇOĞLU’ya teşekkürü bir borç bilirim. Ayrıca beni bu süreçte yalnız bırakmayan eşim Kasım PARLAK’a, kızlarım Miray Eslem PARLAK ve Erva PARLAK’a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

**Ayşe PARLAK**  
**RİZE/2024**

## İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY.....	I
ETİK BEYAN.....	II
ÖN SÖZ.....	III
İÇİNDEKİLER.....	IV
ÖZET.....	VI
ABSTRACT.....	VII
KISALTMALAR.....	VIII
TABLolar LİSTESİ.....	IX
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	X
GİRİŞ.....	1
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Amfibilerin Habitat Tercihleri ve Ekolojik Adaptasyonları.....	2
1.2. Amfibilerin Sistemattteki Yeri.....	3
1.3. Amfibilerde Türleşme Mekanizması.....	5
1.4. Tür Kavramı.....	5
1.4.1. Biyolojik Tür Kavramı.....	7
1.4.2. Filogenetik Tür Kavramı.....	7
1.4.3. Morfolojik Tür Kavramı.....	8
1.5. Alttür Kavramı.....	8
1.6. Modifikasyon ve Varyasyon.....	9
1.7. Karakter.....	9
1.7.1. Karakter Seçimi.....	10
1.7.2. Karakter Çeşitleri.....	12
1.7.3. Morfolojik Karakterler.....	13
2. MATERYAL VE METOD.....	16
2.1. Materyal.....	16
2.2. <i>Hyla savignyi</i> (Audoin,1827).....	16
2.2.1. Sistemattik.....	17
2.2.2. Coğrafi Dağılışı.....	17
2.3. Metod.....	18

2.3.1. Çalışma Alanı ve Birey Sayıları.....	18
2.3.2. Morfolojik Ölçümler .....	19
2.3.3. İstatiksel Analizler.....	20
3. BULGULAR.....	21
4. TARTIŞMA VE SONUÇLAR .....	25
KAYNAKÇA.....	28



**Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü**

**Anabilim Dalı** : Biyoloji Anabilim Dalı  
**Tez Türü** : Yüksek Lisans Tezi  
**Danışman** : Prof. Dr. Serkan GÜL  
**Hazırlayan** : Ayşe PARLAK  
**Yıl** : 2024  
**Sayfa Sayısı** : 30

**ÖZET**

***Hyla savignyi* AUDOIN, 1827 (YEŞİL KURBAĞA) TÜRÜNÜN MORFOLOJİK  
AÇIDAN DEĞERLENDİRİLMESİ**

*Hyla orientalis* ve *Hyla savignyi*, Anadolu'da bulunan *Hyla* cinsine ait iki türdür. *H. orientalis* tek bir soyla temsil edilirken, *H. savignyi* farklı iklim koşullarına uyum sağlayabilen iki ayrı evrimsel soydan oluşur. Bu tezde, *H. savignyi* soylarının karşılaştırmalı bir çalışması yapılmış ve 165 erkek örnek üzerinde kapsamlı morfolojik yöntemler kullanılmıştır. Doğrusal morfometrik analiz, soyların baş uzunluğu (HTL, ES), göz içi mesafesi (IOD, EPD) ve arka bacak ölçümleri (TRL, IMTL) açısından farklılık olduğunu gösterdi. Temel bileşen analizi (PCA), öncelikle arka bacakta (FML, TBL, T1L), kafa boyutlarında (HW, HLT) ve vücut boyutunda (SUL) farklılaşmayı daha da vurguladı. Dahası, PCA ve temel bileşenlerin diskriminant analizi (DAPC), morfouzaydaki soylar arasında küçük farklılıklar olduğunu ve bireyler arasında önemli örtüşmelerin olduğunu ortaya çıkardı. Ancak DAPC analizi, arka bacak özelliklerindeki farklılıkları doğruladı (IMTL, WL, TD).

**Anahtar Kelimeler:** *Hyla orientalis*, *Hyla savignyi*, Morfolojik Analiz

**Recep Tayyip Erdogan University Institute of Graduate Studies**

**Department** : Department of Biology  
**Thesis Type** : Master's Thesis  
**Supervisor** : Prof. Dr. Serkan GÜL  
**Author** : Ayşe PARLAK  
**Year** : 2024  
**Pages** : 30

**ABSTRACT**

**MORPHOLOGICAL EVALUATION OF *Hyla savignyi* AUDOIN, 1827  
(THE GREEN FROG)**

*Hyla orientalis* and *Hyla savignyi* are two species within the genus *Hyla* found in Anatolia. While *H. orientalis* is represented by a single lineage, *H. savignyi* comprises two distinct evolutionary lineages capable of adapting to different climatic conditions. In this thesis, it was conducted a comparative study of *H. savignyi* lineages and used comprehensive morphological methods on 165 male specimens. The linear morphometric analysis indicated that the lineages differed in head length (HTL, ES), interocular distance (IOD, EPD), and hindlimb measurements (TRL, IMTL). Principal component analysis (PCA) further highlighted differentiation primarily in hindlimb (FML, TBL, T1L), head dimensions (HW, HLT), and body size (SUL). Moreover, PCA and discriminant analysis of principal components (DAPC) revealed minor distinctions between the lineages in morphospace, with considerable overlap among individuals. However, DAPC analysis did confirm differences in hindlimb characteristics (IMTL, WL, TD).

**Keywords:** *Hyla orientalis*, *Hyla savignyi*, Morphological Analysis

## KISALTMALAR

vd.	:	ve diğerleri
Min	:	Minimum değer
Maks	:	Maksimum değer
N	:	Birey sayısı
SH	:	Ortalamanın standart hatası
vb.	:	ve benzerleri
DNA	:	Deoksiriboz nükleik asit
OTU	:	Operational Taxonomic Unit
mg/L	:	miligram/litre
mm	:	milimetre

## TABLÖLAR LİSTESİ

<b>Tablo 1.</b> Başlıca Tür Kavramları (Dursun, 2018) .....	6
<b>Tablo 2.</b> Coğrafi yer ve her bir popülasyonun örneklem büyüklüğü .....	18
<b>Tablo 3.</b> Genetik soylarda morfometrik ölçümlerin tanımlayıcı istatistikleri (SH: Ortalamanın standart hatası; Min: Minimum değer; Maks: Maksimum değer). .....	21
<b>Tablo 4.</b> Döndürme matrisi yükleri, özdeğerler ve açıklanan varyanslar üç temel bileşenle tanımlanır. ....	22



## ŞEKİLLER LİSTESİ

- Şekil 1.** Kuvaterner buzul çağları boyunca amfibilerin bulunduğu ve çeşitlendiği ana kıtasal alanlar renkli ana hatlarla gösterilmiştir (Doğabilim, 2023) ..... 2
- Şekil 2.** Türk Semenderi (*Salamandra infraimmaculata*) (Fainshil, 2007)..... 3
- Şekil 3.** Yeşil Kurbağa (*Hyla savignyi*) (Fotoğraf: Serkan Gül) ..... 4
- Şekil 4.** Gymnophiona (*Dermophis mexicanus*) (Andreone, 2008) ..... 4
- Şekil 5.** *Hyla savignyi* bireyi lateral bant ayrımı (Fotoğraf: Serkan Gül)..... 16
- Şekil 6.** *Hyla savignyi* 'nin konumları. Açık daireler *Hyla savignyi*'nin 2. soy hattını bulunduğu yerleri gösterirken, gri daireler *Hyla savignyi*'nin 1. soy hattını, beyaz kareler ise test noktalarını göstermektedir (Gül, 2013). ..... 17
- Şekil 7.** Morfolojik Ölçümler (Gvoždík vd., 2008)..... 20
- Şekil 8.** Doğrusal morfometrik ölçümlerin genel PCA sonuçları. A: Birinci ve ikinci PC'lere değişken katkılar; B: Morfouzaydaki genetik soyların dağılım grafiği. .... 23
- Şekil 9.** Doğrusal morfometrik ölçümlerin genel DAPC sonuçları. A: Yoğunluk grafiği; B: Bireylerin matrisini belirlemek..... 24

## GİRİŞ

Amfibiler, omurgalı hayvanlar aleminde iki ortam arasında geçiş yapabilen hayvanlar olarak bilinirler. "*Amphibia*" sınıfına ait olan bu canlılar hem sucul hem de karasal habitatlarda yaşayabilirler. Bu ikili yaşam tarzı ile amfibilerde morfolojik ve anatomik değişiklikler gözlenmektedir. Sucul ortamda hareketi sağlayan yüzgeçler yerine karasal ortamda bacakların olması veya sucul ortamda solunumu sağlayan solungaçlar yerine karasal ortamda akciğerlerin olması bu değişikliklere örnek gösterilebilir. Amfibiler dünyada ikili ortama sahip habitatın uygun olduğu her yerde bulunurlar. Dünyada yaşayan amfibi türlerinin 7000'in üzerinde olduğu düşünülmektedir (Türkiş, 2019).

### 1. GENEL BİLGİLER

Amfibiler, ekosistemler için önemli bir rol oynarlar. Hem av hem de avcı olarak hareket edebilirler, aynı zamanda çeşitli böcekleri ve diğer küçük omurgasızları kontrol altında tutarak ekosistem dengesini korurlar. Bazı amfibi türleri, tıbbi araştırmalarda ve ilaç geliştirme süreçlerinde kullanılan özel bileşenler üretebilirler. Ancak, amfibiler günümüzde birçok tehditle karşı karşıyadır. Habitat kaybı, iklim değişikliği, kirlilik, hastalık ve habitatlarında yapılan insan müdahaleleri gibi faktörler, birçok amfibi türünün popülasyonlarını azaltmış veya tehlikeye atmıştır. Bu nedenle, amfibilerin korunması ve habitatlarının sürdürülebilirliğinin sağlanması büyük önem taşır (Gül, 2012).

Amfibilerin yaşam döngüsü genellikle yumurta, yavru (larva), ergin ve tekrar yumurta bırakan yetişkin olarak dört aşamadan oluşur. Yumurtalarını genellikle suya bırakan amfibilerin larva aşamasında solungaçları vardır ve sucul ortamlarda yaşarlar. Metamorfoz adı verilen bir süreçle ergin forma dönüşürler ve bazı türlerde bu ergin forma dönüşüm sırasında kuyrukları ve solungaçları kaybolur. Ergin amfibiler ise genellikle karada yaşarlar ancak bazıları sucul habitatlarda da yaşamlarını sürdürürler (Gül, 2012).

### 1.1. Amfibilerin Habitat Tercihleri ve Ekolojik Adaptasyonları

Amfibiler, genellikle hem sucul hem de karasal yaşam alanlarını kullanırlar. Bazı türler sucul ortamlarda (nehirler, göller, bataklıklar) yaşarken, diğerleri karasal habitatları tercih ederler. Yumurtalarını suya bırakmalarına rağmen, yetişkinler bazı türlerde karada yaşamayı tercih ederler.

Amfibilerin çoğu, nemli ortamları tercih eder. Bu, genellikle ciltlerinin nemli kalması gerektiği anlamına gelir. Ormanlar, bataklıklar ve diğer sulak alanlar, amfibiler için uygun yaşam alanları olabilir.

Amfibilerin habitat tercihleri, sıcaklık ve iklim koşullarına bağlı olarak değişir. Şekil 1’de görüldüğü gibi bazı türler sıcak ve tropikal bölgeleri tercih ederken, diğerleri daha serin ve ılıman iklimleri tercih edebilir.



**Şekil 1.** Kuvaterner buzul çağları boyunca amfibilerin bulunduğu ve çeşitlendiği ana kıtasal alanlar renkli ana hatlarla gösterilmiştir (Doğabilim, 2023)

Amfibilerin birçoğu, yaşadıkları suyun kalitesine duyarlıdır. Kirlenmiş veya bozulmuş su kaynakları, amfibi popülasyonları üzerinde olumsuz etkilere sahip olabilir (Başkale, 2012).

Amfibilerin habitat tercihleri, beslenme ve üreme davranışlarıyla da ilişkilidir. Yumurtalarını bırakmak ve larvalarının büyümesi için uygun sucul ortamları bulmak, üreme için önemlidir. Besin kaynaklarının bol olduğu habitatlar da amfibiler için önemlidir.

## 1.2. Amfibilerin Sistematikteki Yeri

Amfibiler, biyolojik sınıflandırmada (sistematikte) *Amphibia* sınıfına ait omurgalı hayvanlardır. Bu sınıf, *Reptilia* (sürüngenler) ve *Aves* (kuşlar) sınıflarının yanında *Pisces* (balıklar) ile birlikte *Tetrapoda* üst grubuna dahil edilir. Amfibiler, genellikle su ve karada yaşamak üzere uyum sağlayabilen hayvanlar olarak bilinirler (Göçmen & Budak, 2005). Amfibiler, üç ana grup altında sınıflandırılır:

Urodela (Kuyruklu Kurbağalar, Semenderler): Bu grup, kertenkele benzeri vücut yapısına sahiptirler. Semenderler, genellikle nemli ve serin ortamlarda bulunurlar ve tatlı su ekosistemlerinde yaşarlar. Semender türlerine örnek olarak Türk Semenderi (*Salamandra infraimmaculata*) Şekil 2’de gösterilmiştir.



Şekil 2. Türk Semenderi (*Salamandra infraimmaculata*) (Fainshil, 2007)

Anura (Kuyuksuz Kurbağalar): Kurbağalar, en büyük ve en çeşitli amfibi grubunu oluştururlar. Genellikle sucul habitatlarda yaşarlar, ancak bazıları karada da yaşayabilir. Yumurtalarını suya bırakan ve yüzen yavruları olan türler arasında yer alır. Kurbağa türüne örnek olarak yeşil kurbağa (*Hyla savignyi*) Şekil 3’de gösterilmiştir.



**Şekil 3.** Yeşil Kurbağa (*Hyla savignyi*) (Fotoğraf: Serkan Gül)

Gymnophiona (Üyesiz Kurbağalar): Bu grup, solucan benzeri görünümüleriyle dikkat çeken ve genellikle toprak altında yaşayan amfibileri içerir. Genellikle tropikal bölgelerde bulunurlar ve genellikle gözleri yoktur veya oldukça küçüktür. Süngersürenler türüne örnek olarak Gymnophiona (*Dermophis mexicanus*) Şekil 4’de gösterilmiştir.



**Şekil 4.** Gymnophiona (*Dermophis mexicanus*) (Andreone, 2008)

Amfibiler, türlerin fiziksel ve davranışsal özelliklerine dayanarak daha fazla alt gruplara ayrılabilir. Ancak, genel olarak, sınıflandırma sisteminde amfibiler, omurgalı hayvanlar arasında kendi belirgin sınıflarına sahiptirler ve ekolojik rolleri, evrimsel tarihleri ve biyolojik özellikleri bakımından önemli bir grup olarak kabul edilirler.

Kurbağalar, bu sınıf içinde önemli bir alt grup oluştururlar. Bu sınıfa ait hayvanlar genellikle yumurtalarını suya bırakır ve yavruları larva aşamasında sucul ortamlarda yaşarlar. Daha sonra metamorfoz geçirerek ergin kurbağalara dönüşürler ve hem karada hem de suda yaşayabilirler (Gül, 2012).

### **1.3. Amfibilerde Türleşme Mekanizması**

Günümüzde yaşayan organizmalar, 3,8 milyar yıl öncesine dayanan atalarından bugüne kadar gelen popülasyonların bölünmesi ve yeni türlerin oluşması şeklinde farklılaşmalar ile milyonlarca dallanma olayı meydana gelmişlerdir. Bu dallanma türleşme olarak adlandırılmaktadır (Özdemir (Yılmaz), 2005).

Türleşme mekanizmaları, farklı organizma türlerinin nasıl evrimleştiğini ve çeşitlendiğini anlamak için incelenen konulardır. Türleşme, bir türün yeni türler oluşturması ve bu yeni türlerin diğer türlerden farklılaşması sürecidir. Bu süreç, canlıların buldukları coğrafya ve çevresel faktörler tarafından etkilenmektedir. Popülasyonların yaşadıkları ortamda fiziksel engellerin (dağlar, nehirler, denizler vb.) olması, üreme engellerinin olması, farklı besin kaynaklarının olması gibi faktörler türleşmeyi teşvik etmektedir.

### **1.4. Tür Kavramı**

Taksonominin temel taşı olan tür, organizmaların sınıflandırılmasında kullanılmaktadır. Tür, bir tür içindeki bireyler arasında benzerliklerin bulunduğu ve diğer türlerden belirgin şekilde farklı olan bir grup organizmadır. Türler, doğal seçim ve evrim süreçleri sonucunda ortaya çıkar ve çeşitli özelliklere sahip olabilirler.

Tür kavramı, genellikle organizmaların fiziksel özelliklerine, üreme yeteneklerine ve genetik benzerliklerine dayanarak tanımlanır. Ancak, tür kavramı üzerinde kesin bir tanım veya sınırlar bulunmamaktadır ve tür tanımı çeşitli organizmalarda farklılık gösterebilir (Dursun, 2018).

Organizmaların sınıflandırılmasına örnek verecek olursak, kurbağalar amphibia sınıfının anura takımında olup kendi içerisinde birçok türe ayrılmaktadır. *Hyla*, Anura takımı içinde yer alan bir cinsdir. Bu cins, tipik olarak ağaçlarda veya çalılıklarda yaşayan ve gece aktif olan kurbağa türlerini içerir. *Hyla* cinsi, dünya genelinde çeşitli bölgelerde bulunan yaklaşık 300'den fazla tür içerir. Bu türler, Türkiye'nin farklı bölgelerinde bulunabilir ve habitat tercihleri ve coğrafi dağılımları arasında farklılıklar olabilir. Türkiye'de bulunan *Hyla* cinsi kurbağalara, *Hyla orientalis* ve *Hyla savignyi* türleri örnek olarak verilebilir.

Tür kavramı çeşitli özelliklere göre farklı adlarla incelenmiştir. Tablo 1'de tür kavramının çeşitleri özellikleri ile gösterilmiştir.

**Tablo 1.** Başlıca Tür Kavramları (Dursun, 2018)

<b>Tür Kavramı</b>	<b>Atfedilen Özellikler</b>
<b>Biyolojik</b>	İçsel ve dışsal üreme bariyerleri ile izole olmuş, kendi aralarında üreyebilen ve verimli döller veren türler.
<b>Ekolojik</b>	Aynı nişi veya ekolojik zonu paylaşan, minimal bir dağılım gösteren, yayılış alanları dışında kalanlardan bağımsız evrimleşen soy hatları.
<b>Evrimsel</b>	Kendi evrimsel tarihine sahip ve koruduğu kendine has özellikleri ile benzerlerinden farklı olan, bir atadan köken alan türev popülasyonların oluşturduğu soy hatları.
<b>Kohezyon</b>	Genetik veya demografik olarak kohezyon oluşturan yani evrimsel, ekolojik, üreme ve genetik birlik ekseninde tanımlanan popülasyonlar.
<b>Filogenetik</b>	İki türleşme olayı veya bir türleşme ile bir yok oluş olayı arasındaki soy hattı.
<b>a) Monofletik</b>	Atasal ve tüm türev popülasyonlarını kapsayan, türemiş apomorfiler ile belirlenen soy hatları.
<b>b) Genolojik</b>	Kapsamlı kaynaşan alellerle kaynaşan soy hatları.
<b>c) Diyagnostik</b>	Nitel veya fikse olmuş karakterlerle ayırt edilebilen soy hatları. Diyagnostik karakterlerin apomorfik ve soy hatlarının monofletik olması zorunlu değildir.
<b>Fenetik</b>	Benzer birimlerden fenetik kesinliklerle ayırt edilen (eşey, kast ve yaşa bağlı formlar hariç) küçük homojen organizma grupları.
<b>Genotipik</b>	Genetik bir küme oluşturan türler.

### **1.4.1. Biyolojik Tür Kavramı**

Biyolojik tür kavramı, organizmaların doğal dünyadaki en temel sınıflandırma birimidir. Genel olarak, bir tür, doğal olarak çiftleşip verimli bir şekilde döl verebilecek ve dölü de doğurgan olan bireyler grubudur. Biyolojik türler, üreme izolasyona, morfolojik ve genetik benzerliklere, ekolojik rol ve davranışlara göre analiz edilmektedir.

Aynı türden bireyler arasındaki üreme, doğal olarak gerçekleşirken, farklı türler arasında üreme genellikle başarısız olur veya döl verimli değildir. Bu, farklı türler arasında üreme izolasyonunun oluştuğunu gösterir. Aynı türe ait bireyler arasında morfolojik ve genetik benzerlikler genellikle yüksektir. Ancak, morfolojik benzerlikler tek başına yeterli değildir çünkü bazı türler arasında morfolojik farklılıklar olabilir. Genetik benzerlikler, bir tür içindeki bireyler arasında ortak bir atadan geldiğini gösterir. Aynı türe ait bireyler, benzer ekolojik rolleri paylaşma eğilimindedirler ve benzer davranış örüntülerine sahiptirler (Özdemir (Yılmaz), 2005).

### **1.4.2. Filogenetik Tür Kavramı**

Filogenetik tür kavramı, organizmaların evrimsel ilişkilerine dayalı olarak tanımlanan bir tür kavramıdır. Bu kavram, organizmaların ortak atasından türeyen ve birbirlerinden genetik olarak ayrılan grupları içerir. Filogenetik tür kavramı, modern filogenetik analizlerin kullanımıyla gelişmiştir ve organizmalar arasındaki evrimsel ilişkileri belirlemek için genetik verilerin incelenmesini içerir.

Filogenetik tür kavramı, monofiletik gruplar olarak adlandırılan grupları tanımlar. Monofiletik gruplar, belirli bir atasal türden türeyen ve bu ortak atasından başka hiçbir türü içermeyen gruplardır. Bu yaklaşım, organizmaların türlerini evrimsel ilişkilerine dayanarak tanımlar ve sınıflandırır. Organizmaların genetik ve morfolojik özelliklerini inceleyerek evrimsel ilişkilerini anlamak için önemli bir araç sağlar (Özdemir (Yılmaz), 2005).

### 1.4.3. Morfolojik Tür Kavramı

Morfolojik tür kavramı, organizmaların morfolojik (şekil ve yapısal özellikler) benzerliklerine dayalı olarak tanımlanan bir tür kavramıdır. Bu kavram, organizmaların dış görünüşlerinin benzerliğine ve farklılıklarına dayanarak türleri sınıflandırır. Organizmaların dış görünüşlerini, yapılarını ve anatomik özelliklerini temel alır. Bu yaklaşım, organizmaların şekil, boyut, renk, vücut yapısı, organlar ve diğer dış özelliklerini inceleyerek türleri tanımlamayı amaçlar (Dursun, 2018).

### 1.5. Alttür Kavramı

Alttür, biyolojik sınıflandırmada bir türün altında yer alan ve belirli bir coğrafi alanda veya belirli bir fiziksel özellikte farklılık gösteren popülasyonları tanımlamak için kullanılan bir terimdir. Alttürler, aynı tür içinde yer alır ve genellikle belirli bir bölgede veya ekolojik ortamda yaşayan popülasyonların yerel varyasyonlarını ifade eder.

Alttürler genellikle üreme izolasyonuna sahip olmayabilirler ve bu nedenle birbirleriyle melezleşebilirler. Ancak, genellikle belirli bir coğrafi bölgede veya ekolojik ortamda yaşayan ve belirli fiziksel özelliklere sahip olan popülasyonları tanımlamak için kullanılırlar. Örneğin, bir türün belirli bir coğrafi bölgedeki popülasyonu diğerlerinden farklı renk, boyut veya diğer morfolojik özelliklerde olabilir. Bu durumda, bu farklılık gösteren popülasyonlar alttür olarak sınıflandırılabilir.

Taksonomide alttürler üç isimle isimlendirilirler ve buna trinomial isimlendirme denilir. Mesela; *Hyla orientalis orientalis*, *Hyla orientalis anatolica*, *Hyla orientalis cyrnea* gibi.

Herhangi bir tür politipik olduğu takdirde alttürü vardır. Aynı sahada yaşayan fertler aynı gen havuzuna sahip olduklarından birden fazla alttürü bulunamaz. Monotipik türün yeni bir alttürü bulunduğu politipik hale geçmesi söz konusu olur. Bu durumda monotipik tür ismi nominat alttürün ismi olur (Özdemir (Yılmaz), 2005). Örneğin *Bombina bombina* önceden monotipik bir tür olarak bilinirdi. Adapazarı civarındaki *Bombina bombina*'nın popülasyonları alttür olarak belirlenip *Bombina bombina arifiyensis* adını almıştır. Böylelikle Trakya'da yaşayan popülasyonlar nominat alttür olan *Bombina bombina bombina* adını almışlardır (Dursun, 2018).

## **1.6. Modifikasyon ve Varyasyon**

Modifikasyon, organizmanın dış etkenlerden kaynaklanan çevresel etkilere bağlı olarak gösterdiği fenotipik değişiklikleri ifade eder. Bu değişiklikler, organizmanın yaşadığı çevresel koşullara yanıt olarak ortaya çıkar ve genellikle organizmanın fenotipini geçici olarak etkiler. Modifikasyonlar, organizmanın genetik yapısında bir değişiklik olmadan meydana gelir ve sonraki nesillere aktarılmazlar (Dursun, 2018).

Varyasyon ise organizmalar arasındaki doğal ve kalıtsal farklılıkları ifade eder. Genetik varyasyon, organizmanın DNA'sında bulunan genlerin farklı allellere ve genotiplerine dayanır. Varyasyonlar, bir tür içindeki bireyler arasında veya farklı popülasyonlar arasında görülebilir. Bu farklılıklar, organizmanın fenotipik özelliklerindeki farklılıklara neden olabilir (Özdemir (Yılmaz), 2005).

Modifikasyonlar dış etkenlere bağlı olarak oluşan geçici fenotipik değişiklikleri ifade ederken, varyasyonlar ise organizmalar arasındaki genetik farklılıkları ve doğal olarak meydana gelen fenotipik çeşitliliği ifade eder.

## **1.7. Karakter**

Taksonomik karakterler, organizmaları tanımlamak ve sınıflandırmak için kullanılan özelliklerdir. Bu karakterler, türler arasındaki farklılıkları ve benzerlikleri belirlemek için kullanılır ve taksonomik analizlerde önemli bir rol oynar. Her türün kendine özgü karakteristik özellikleri vardır ve bu özellikler, organizmaların türler arasında ayrılmasına ve sınıflandırılmasına yardımcı olur.

Türlerde karakter, genellikle morfolojik, anatomik, fizyolojik veya davranışsal özellikler gibi çeşitli kategorilere ayrılabilir. Örneğin, kurbağaların deri deseni, göz rengi, bacak uzunluğu, ayak yapısı gibi dış morfolojik özellikler veya üreme davranışı, ses çıkarma şekli gibi davranışsal özellikler, türlerdeki karakterlere örnek olabilir (Dursun, 2018).

Mayr (1969) taksonomik karakterlerin önemli olduğunu belirtir. Ona göre, taksonomik karakterler, organizmaların farklı türlerini ve taksonomik gruplarını tanımlamak için kullanılan özelliklerdir. Bu karakterler, morfoloji, fizyoloji, davranış, ekoloji ve moleküler yapı gibi çeşitli özellikler olabilir. Taksonomik karakterlerin doğru ve kesin bir şekilde belirlenmesi, organizmaların sınıflandırılmasında ve

taksonomik ilişkilerin anlaşılmasında önemlidir. Mayr, taksonomik karakterlerin belirlenmesinin dikkatli ve sistematik bir şekilde yapılması gerektiğini vurgular.

Taksonomik sınıflandırmada kullanılan "OTU" terimi, "Operational Taxonomic Unit" genellikle DNA dizilimi gibi moleküler verilerin analizinde sıklıkla kullanılır. Bir OTU, benzerlik ölçütlerine göre gruplandırılan ve genellikle bir türü veya daha yüksek taksonomik düzeyi temsil etmek üzere seçilen bir grup organizmayı ifade eder. OTU kavramı, belirli bir tür veya taksona kesin olarak atfedilemeyen organizmaların sınıflandırılmasında veya taksonomik ilişkilerin belirlenmesinde kullanışlı olabilir.

Karakter durumları, bir karakterin farklı varyasyonlarını veya biçimlerini ifade eder. Asli şartlar, bir karakterin evrimsel geçmişi boyunca değişmeden kalan ve o karakterin temel durumunu gösteren karakter durumlarıdır. Örneğin, bir kurbağanın sahip olduğu larva tipi (iribaş veya kuyruksuz) veya bir böceğin kanatlarının varlığı veya yokluğu asli şartlar olarak kabul edilebilir (Dursun, 2018).

Homoloji varsayımı, bir karakterin bütün durumlarının aynı atasal durumdan türediğini savunan bir ilkedir. Bu ilke, karakter durumlarının karşılaştırılmasını ve evrimsel ilişkilerin belirlenmesini sağlar. Homoloji varsayımına göre, farklı türlerde benzer olan karakterler, ortak bir atadan miras alınmıştır. Homoloji varsayımı ve karakter durumlarının incelenmesi, filogenetik (evrimsel tarih) çalışmalarda önemli rol oynar. Bu bilgiler, farklı türler arasındaki evrimsel ilişkileri ve ortak ataları belirlemek için kullanılır. Örneğin farklı amfibi türlerinin parmak sayıları incelendiğinde, bazılarının 4 parmağa, bazılarının ise 5 parmağa sahip olduğu görülebilir. Homoloji varsayımı göz önüne alındığında, 5 parmaklı durumun asli şart olduğu ve 4 parmaklı durumun evrimsel bir değişim sonucu ortaya çıktığı sonucuna varılabilir.

### **1.7.1. Karakter Seçimi**

Türler birçok farklılığa sahiptirler. Tüm farklılıklar karakter olarak ele alınsa incelenemeyecek kadar özellik olduğu görülür ve bu özellikleri kontrollü şekilde inceleme ve takip etme şansı pek mümkün değildir. Bu nedenle türlerin taksonomideki yerini belirleyebilecek yeterli sayıda ve kaliteli karakterlerle çalışmak gerekir.

Karakter seçerken göz önünde bulundurulması gereken kıstasların bazıları:

**Ayrım Gücü:** Seçilen karakterler, farklı türler arasında net bir ayrım yapabilmelidir. Yani, her türün kendine özgü karakterleri olmalı ve bu karakterler farklı türleri birbirinden ayırt etmemize yardımcı olmalıdır.

**Bilgi İçeriği:** Karakterler, türlerin evrimsel geçmişi ve biyolojisi hakkında bilgi vermelidir. Seçilen karakterler, türlerin evrimsel ilişkilerini ve ortak atalarını belirlememize yardımcı olmalı ve türlerin biyolojisi hakkında bilgiler sunmalıdır.

**Bağımsızlık:** Seçilen karakterler birbirinden bağımsız olmalıdır. Birbirleriyle ilişkili karakterler seçmek, analizlerde hatalara yol açabilir.

**Kolay Gözlemlenebilirlik:** Karakterler kolayca gözlemlenebilir veya ölçülebilir olmalıdır. Gözlemlenmesi veya ölçülmesi zor olan karakterler, pratik açıdan kullanışlı değildir.

**Homoloji:** Seçilen karakterler homolog (ortak atadan miras alınmış) olmalıdır. Homoplasik karakterler (farklı evrimsel yollarla ortaya çıkan benzer karakterler) türlerin gerçek ilişkilerini yansıtmayabilir.

**Stabilite:** Karakterler evrimsel süreçte değişime uğramamalıdır. Kolayca değişen karakterler, türlerin sınıflandırılmasında ve evrimsel ilişkilerinin belirlenmesinde güvenilir bir kaynak değildir.

**Korelasyon:** Seçilen karakterler birbirleriyle korele olmamalıdır. Korelasyonlu karakterler, analizlerde hatalara yol açabilir.

**Pratiklik:** Seçilen karakterler, araştırmanın veya uygulamanın amacına uygun olmalıdır. Pratik açıdan kullanışlı olmayan karakterler seçmek zaman ve kaynak israfına yol açabilir.

**Maliyet:** Karakterlerin gözlemlenmesi veya ölçülmesinin maliyeti de göz önünde bulundurulmalıdır. Pahalı yöntemlerle gözlemlenebilen veya ölçülebilen karakterler her zaman uygun olmayabilir.

**Etik:** Karakterlerin seçimi ve incelenmesi etik ilkelere uygun olmalıdır. Türlere zarar verebilecek veya doğal ortamlarını bozabilecek yöntemler kullanılmamalıdır (Dursun, 2018).

### 1.7.2. Karakter Çeşitleri

Taksonomide türlerin doğru şekilde tanımlanabilmesi ve sınıflandırılması için diyagnostik karakter önemlidir. Taksonomik çalışmalarda, bu tür karakterler genellikle morfolojik özellikler, davranışsal özellikler, genetik varyasyonlar veya biyokimyasal özellikler gibi çeşitli özellikler olabilir. Taksonomideki yeni gelişmeler ışığında karakter çeşitliliği artmakta olup karakter seçimi için büyük bir soru havuzu meydana gelmiştir. Karakter seçimi yapabilmek için bu soru havuzundan yapılacak çalışmaya uygun sorular seçilir ve bunlara uygun cevaplar araştırılır. Araştırma sonuçlarına göre yapılan çalışmaya uygun karakter belirlenmiş olur (Dursun, 2018).

Karakterler sınıflandırılırken ölçülebilirliğine ve biyolojinin belli başlı ana dallarına bakılarak yapılır. Ölçülebilirlik açısından bakıldığında kalitatif (nitel) karakterler ve kantitatif (nicel) karakterler olarak iki grupta incelenmektedir.

Kalitatif karakterler, nitelenebilir, tanımlanabilir karakter şeklinde veya karakter durumunun var olup olmaması şeklinde veya bir seri halinde birden fazla karakter durumunun bulunması şeklinde ele alınır. Kalitatif karakterler belirlenirken renk, desen, şekil, büyüklük ve büyüme gibi özelliklere bakılır. Kalitatif karakterlerin nümerik taksonomiye uyarlanması bazı durumlarda zorluklarla karşılaşabilir. Özellikle, kalitatif karakterlerin ölçülmesi veya sayılması mümkün olmayabilir ve değerlendirmedeki subjektiflik ve keyfiyetlerle ilgili sorunlar ortaya çıkabilir. Örneğin, yeşil renge sahip bir amfibiyi "zeytin yeşili", "koyu yeşil", "kirli yeşil" gibi farklı tonlarda tanımlamak, standart bir ölçüm veya değerlendirme sistemi oluşturmakta zorluklar yaratabilir. Bu tür tanımlamaların farklı kişiler veya araştırmacılar tarafından farklı şekillerde yapılması ve belirsizliklere neden olması muhtemeldir.

Bu tür sorunları çözmek için, net ve standart bir katalog sistemi oluşturulabilir. Renklerin standart renk kodlarına veya ölçümlerine dayalı olarak tanımlanması, kalitatif karakterlerin nümerik olarak değerlendirilmesini ve kaydedilmesini sağlayabilir. Bu, kalitatif karakterlerin daha tutarlı bir şekilde kullanılmasını ve bilimsel araştırmalarda daha güvenilir sonuçların elde edilmesini sağlayabilir.

Kantitatif karakterler, nicel olarak ölçülebilen ve sayılabilen özelliklerdir. Kalitatif karakterlerin aksine, belirli bir ölçüm veya sayısal değerle ifade edilebilirler. Bu nedenle daha elverişlidirler. Kantitatif karakterler, genellikle bir ölçek veya

derecelendirme kullanılarak belirlenir ve çeşitli istatistiksel analizlerle değerlendirilebilir.

Kantitatif karakterler genellikle birçok gen çifti tarafından kontrol edilir ve bu nedenle bir tür içinde çok çeşitli fenotipik varyasyonlara neden olabilirler. Ayrıca, çevresel faktörlerin kantitatif karakterler üzerindeki etkisi belirgin bir şekilde görülebilir. Örneğin, beslenme, iklim ve habitat gibi faktörler, bir organizmanın kantitatif özelliklerini etkileyebilir. Bu özelliklerin tanımlanabilir alt gruplara bölünerek incelenmesi, araştırmaların yönetilmesi ve sonuçların daha anlamlı hale getirilmesi açısından pratik bir yaklaşımdır (Dursun, 2018).

Kantitatif karakterler, metrik karakterler ve meristik karakterler olarak iki şekilde incelenir. Metrik karakterler, ölçülebilen ve devamlı olan özellikleri ifade eder. Bu karakterlerin değerleri, genellikle ağırlık, uzunluk gibi niceliklerle belirtilir. Meristik karakterler, sayılabilir içsel veya dışsal anatomik özellikleri temsil eder. Bu karakterler, bireyin vücudundaki belli parçaların sayısını ifade eder. Meristik karakterler, belirli bir sayıda durumu ifade eder ve bu durumlar birbirleriyle sürekli bir örüntü oluşturmaz. Bu karakterler, taksonomik sınıflandırmada bazen çok güçlü bir ayrımcılığa sahiptir (Dursun, 2018).

### **1.7.3. Morfolojik Karakterler**

Morfolojik karakterler, taksonomik sınıflandırmada en eski tarihe sahip olan ve yüksek çeşitliliği içeren gruplardan biridir. Tüm canlıların filogenisini belirlemek için yapılan ilk girişimler, canlıların morfolojisine dayanıyordu. Bu karakterler, dış görünüş, vücut yapısı ve anatomik özellikler gibi fiziksel özelliklerdir.

Morfolojik karakterlerin seçilmiş olmalarının temel nedeni, dış morfolojinin sürekli olarak gözlemlenebilir olması ve genotipik özelliklerin fenotipe yansımasıdır. Başlangıçta, genellikle dış morfolojiye dayanan bu karakterler, zamanla anatomik yapıların incelenmesiyle daha da gelişmiştir. Ancak, dış morfoloji her zaman öncelikli bir konumda kalmıştır, çünkü gözlemlenebilir ve kolayca tanımlanabilir olması nedeniyle tercih edilmiştir. Bu nedenlerden dolayı, morfolojik karakterler taksonomik çalışmalarda uzun bir geçmişe sahiptir ve hala temel bir rol oynamaktadır.

Morfolojik karakterlerin kullanımında en önemli özellik, doğrudan gözlem, sayım ve ölçümlere dayanmasıdır. Bu karakterlerin çeşitliliğine kronolojik bir bakış açısıyla yaklaşıldığında, görsel dışsal özellikler, ayaklardaki parmak sayısı, göz kapağının varlığı gibi özellikler pratiklikle kullanılmıştır. Bu tür özellikler, alet kullanmadan kolayca gözlemlenebilir ve belirlenebilir.

Ancak, zamanla, bu genel karakterlerin türler ve alt türler arasında yetersiz kaldığı anlaşılmıştır. Bu nedenle, daha özgül, daha ayırıcı ve daha incelikli karakterler elde etmek için daha hassas gözlemler ve analizler yapılmıştır. Günümüzde, morfolojik karakterlerin kapsamı genişlemiş ve hatta bir kromozomun şekli ve yapısı gibi daha ince detaylar bile morfolojik karakterler olarak ele alınabilmektedir.

Bu değişim ve gelişim, taksonomik çalışmalarda daha doğru ve ayrıntılı sonuçlar elde etmek için önemlidir. Hassas gözlem ve analizler, organizmalar arasındaki farklılıkları daha iyi anlamamıza ve türler arasındaki ilişkileri daha net bir şekilde belirlememize yardımcı olur.

Morfolojik karakterlerin kullanılabilirliği ve sağladığı fayda, ölçümler sırasında gösterilen hassasiyetle doğru orantılıdır. Bu nedenle, karakterlerin ölçümleri her bir örnek üzerinde aynı şekilde gerçekleştirilmeli ve doğru bir şekilde belirlenmelidir. Tutarlılık, morfolojik çalışmalarda son derece önemlidir ve karakterlerin ölçümlerinin tutarlılık göstermesi gerekmektedir. Ayrıca, kullanılan örneklerin kalitesi de karakterleri etkileyebilecek bir faktördür. Örneğin, müze örnekleri, zamanla bozulma riskine maruz kaldığından şekil açısından deforme olabilir ve bu da ölçümlerde farklılıklara neden olabilir. Bu nedenle, kaliteli ve iyi korunmuş örneklerle çalışmak daha güvenilir sonuçlar sağlar (Dursun, 2018).

Ölçümlerin farklı araştırmacılar tarafından yapılması da sapmalara neden olabilir. Bu yüzden, ölçümlerin tek bir kişi veya ekip tarafından yapılması ve tutarlılık sağlanması önemlidir. Sonuç olarak, morfolojik karakter ölçümleri, en yüksek düzeyde dikkat ve titizlik gerektirir. Bu şekilde, doğru ve güvenilir sonuçlar elde edilir ve morfolojik karakterlerin taksonomik çalışmalardaki değeri artar (Dursun, 2018).

Örneğin *Hyla savignyi*'in morfolojik incelemesinde dikkate alınan bazı ana özellikler:

Deri: *Hyla savignyi*'in derisi genellikle yeşilimsi renkte olabilir, ancak türün yaşadığı habitat ve bireyin yaşına bağlı olarak renk değişiklikleri gösterebilir. Deri dokusu düzgün olup, üzerinde çıkıntılar veya özel işaretler bulunabilir.

Gözler: Bu türün gözleri genellikle büyük ve iridir. İyi gelişmiş gözler, gece avcısı olmalarına ve avlarını bulmalarına yardımcı olur.

Ayaklar: *Hyla savignyi*'in ayakları genellikle yapışkan pedlerle donatılmıştır. Bu pedler, ağaçlara tırmanma yeteneklerini artırır ve dengelerini sağlar.

Boyut: Cinsiyetler arasında belirgin bir boyut farkı olabilir, genellikle erkekler dişilere göre daha küçüktür.

Ses: Erkeklerin çiftleşme döneminde belirgin bir sesi vardır. Bu ses, dişileri çekmek ve çiftleşme davranışlarını teşvik etmek için kullanılır.

Üreme organları: Dişilerin üreme organları, yumurtaları taşımak ve yumurtlamak için özelleşmiştir. Erkeklerin üreme organları, dışarıda bulunur ve çiftleşme sırasında görev yapar.

## 2. MATERYAL VE METOD

*Hyla savignyi*'nin genetik soylarındaki tür içi morfolojik varyasyon olup olmadığını bu tezde ele aldık. Bu tez çalışmasının temel amacı Türkiye'de yayılış gösteren *Hyla savignyi*'nin iki soyunun morfometrik yapıları arasında farklılık olup olmadığını araştırmaktır.

### 2.1. Materyal

Bu araştırmada *Hylidae* familyasına ait *Hyla savignyi* (Audoin, 1827) türü materyal olarak kullanılmıştır. *Hyla savignyi*, Doğu Akdeniz, Orta Doğu ve Güneydoğu Avrupa'da bulunur. Türkiye'de, özellikle Anadolu'nun çeşitli bölgelerinde yaygın olarak bulunur.

### 2.2. *Hyla savignyi* (Audoin,1827)

*Hyla savignyi* morfolojik olarak *Hyla orientalis*'e benzemektedir. Morfolojik olarak lateral bandındaki kesinti ile (Şekil 5) *Hyla orientalis*'den ayrılmaktadır. *Hyla savignyi*'nin vücudunun genellikle üst kısmı yeşil veya açık yeşil olabilir, bazen sarımsı veya kahverengi tonları da görülebilir. Sırtlarında genellikle koyu renkli lekeler veya desenler bulunabilir. Karın kısmı ise daha açık renkli veya beyaz olabilir. *Hyla savignyi*, farklı üreme çağrı yapıları, daha küçük vücut boyu ve bazı larval ve embriyonik özellikleri ile *Hyla orientalis*'den ayrılmaktadır (Gül, 2012).



Şekil 5. *Hyla savignyi* bireyi lateral bant ayrımı (Fotoğraf: Serkan Gül)

### 2.2.1. Sistematik

Regnum : Animalia

Phylum : Chordata

Group II : Craniata

Subpylum : Vertebrata

Group II : Gnathostomata

Superclassis : Tetrapoda

Classis : Amphibia

Ordo : Anura

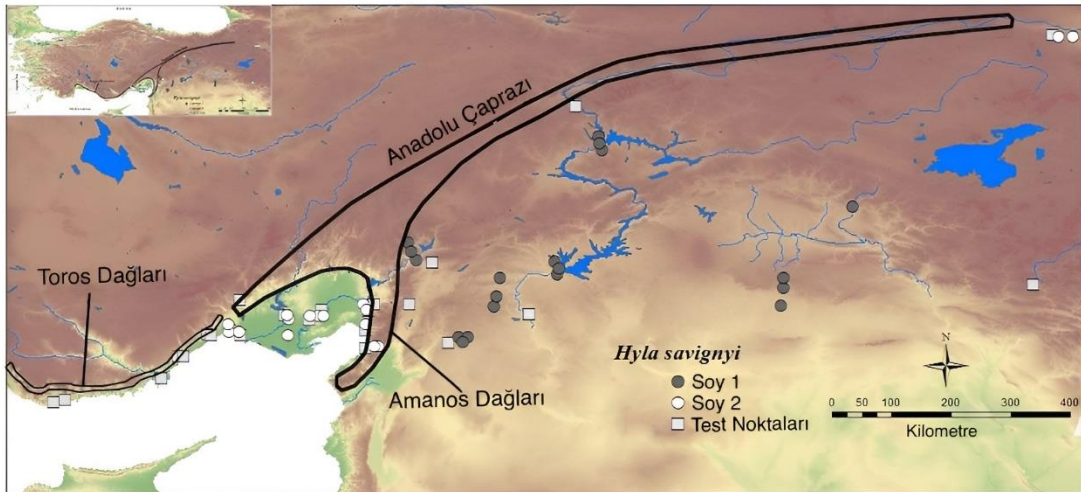
Familia : Hylidae

Genus : *Hyla*

Species : *Hyla savignyi* (Yeşil kurbağa)

### 2.2.2. Coğrafi Dağılışı

*Hyla savignyi*, Türkiye'de ve çevresindeki bölgelerde yaygın olarak bulunur. Türkiye'nin çeşitli bölgelerinde, özellikle Anadolu'da yaygın olarak bulunur. Bunun yanı sıra, *Hyla savignyi*'nin dağılımı, Kafkasya, Orta Doğu ve İran gibi yakın bölgeleri de içerir. Genel olarak *Hyla savignyi*'nin bulunduğu yerler olarak, Kıbrıs, Türkiye'nin güney batısı, Arap yarımadası (Suudi Arabistan'da Asir bölgesi ve kuzey Yemen), İran (Zagros bölgesi, ve izole populasyon Golestan Ulusal Parkı), Kuzey Irak, Talish (Azerbaycan), Ermenistan, ve Tiflis'in kuzey batısı (Gürcistan) sayılabilir.



**Şekil 6.** *Hyla savignyi*'nin konumları. Açık daireler *Hyla savignyi*'nin 2. soy hattını bulunduğu yerleri gösterirken, gri daireler *Hyla savignyi*'nin 1. soy hattını, beyaz kareler ise test noktalarını göstermektedir (Gül, 2013).

Şekil 6'da gösterilen Anadolu Çaprazında *Hyla savignyi*'nin iki soyunun yayılışları gösterilmiştir. Bu yayılışlar incelendiğinde her iki soyunda farklı iklim koşullarını tercih ettiği görülmektedir (Gül, 2013).

## 2.3. Metod

### 2.3.1. Çalışma Alanı ve Birey Sayıları

2023 yılında üreme mevsimi süresince Güneydoğu, Doğu Anadolu ve Orta Toroslar boyunca *Hyla savignyi*'nin dağılımını temsil eden 19 farklı ilde toplam 165 erkek birey üzerinde morfolojik ölçümler yapılarak ilgili bilgiler kayıt altına alınmıştır. Örneklem alanlarına ilişkin detaylı bilgiler Tablo 2'de verilmiştir. İncelenen bireyler ölçümlerden önce 250 mg/L MS222 ile uyuşturulmuştur. Gvozdik vd. (2008) tarafından rapor edilen on yedi dış morfolojik karakterin ölçümleri 0.01 mm'lik hassasiyeti olan bir dijital kumpas kullanılarak alınmıştır.

**Tablo 2.** Coğrafi yer ve her bir popülasyonun örneklem büyüklüğü

Lokasyon	N	Soy	Enlem	Boylam
Adana	10	Soy 1	36.664367	35.258611
Batman	9	Soy 2	37.881309	41.038687
Bingöl	4	Soy 2	38.972392	40.945055
Bitlis	9	Soy 2	38.320622	42.122893
Diyarbakır	10	Soy 2	38.179009	39.822725
Elazığ	10	Soy 2	38.578620	39.160886
Gaziantep	9	Soy 2	36.850534	36.642343
Hakkari	3	Soy 2	37.569781	43.726181
Hatay-Erzin	10	Soy 1	36.958503	36.028817
Hatay-Hassa	10	Soy 1	36.744336	36.539013
Iğdır	9	Soy 1	40.035444	44.284400
Kahramanmaraş	10	Soy 2	37.415225	36.904144
Kilis	10	Soy 2	36.836927	36.809417
Malatya	3	Soy 2	38.359702	38.606757
Mardin	2	Soy 2	37.252540	40.263338
Mersin	10	Soy 1	36.959446	34.867270
Osmaniye	10	Soy 1	36.953332	36.260331
Siirt	7	Soy 2	37.946322	41.470927
Şanlıurfa	10	Soy 2	37.050000	38.650000
Şırnak	10	Soy 2	37.305374	42.186406

### 2.3.2. Morfolojik Ölçümler

Morfolojik karakterleri belirlemek için yapılan ölçümler Şekil 7'de gösterilmiş olup kullanılan kısaltmalar aşağıda belirtilmiştir.

SUL (burun-urostil uzunluğu): burun ucundan urostilin arka kenarına kadar uzunluk

FML (femur uzunluğu): uyluklar ve kaval kemikleri vücut eksenini üzerinde dik bir pozisyonda olduğunda, kloakal aralığın ortasından dış diz eklemine kadar olan mesafe

TBL (tibia uzunluğu): dış diz ekleminden topuk eklemi dış kenarına kadar olan mesafe

TRL (tarsus uzunluğu): topuk eklemi dış kenarından iç metatarsal tüberkülün proksimal kenarına kadar olan mesafe

HW (baş genişliği): en geniş baş genişliği

HLT (baş uzunluğu): baş ucundan timpanumun arka kenarına kadar olan mesafe

ES (göz-burun mesafesi): baş ucundan gözün ön köşesine kadar olan mesafe

TD: yatay timpan çapı

EAD: gözlerin ön köşeleri arasındaki mesafe

IOD (interorbital mesafe): üst göz kapakları arasındaki en kısa mesafe

EPD: gözlerin arka köşeleri arasındaki mesafe

IND (iç burun mesafesi): burun deliklerinin orta noktaları arasındaki mesafe

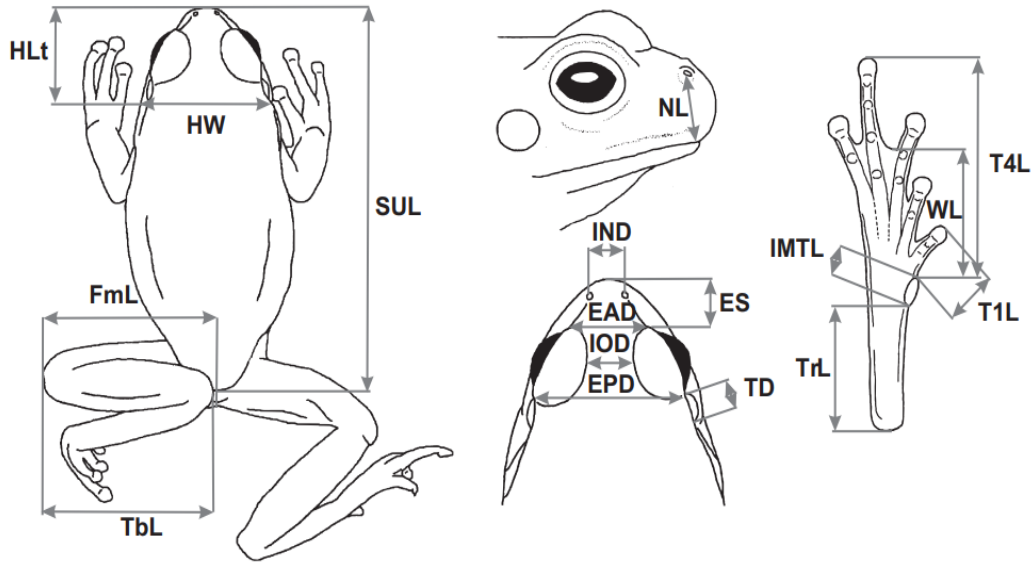
NL (burun deliği-üst dudak mesafesi): burun deliğinin orta noktasından üst dudağın kenarına kadar olan mesafe

IMTL (iç metatarsal tüberkül uzunluğu): tüberkülün tabanının uzunluğu

T1L (ilk ayak parmağı uzunluğu): iç metatarsal tüberkülün distal kenarından ilk ayak parmağının ucuna kadar olan mesafe

T4L: dördüncü ayak parmağı uzunluğu T1L'de olduğu gibi

WL (web uzunluğu): iç metatarsal tüberkülün distal kenarından üçüncü ve dördüncü ayak parmağı arasındaki orta web kenarına kadar olan mesafe.



Şekil 7. Morfolojik Ölçümler (Gvoždík vd., 2008)

### 2.3.3. İstatiksel Analizler

Gül vd. (2012) tarafından belirlenen moleküler bulgulara dayanarak her iki soya ait bireylerin morfolojik verileri için analizler yapılmıştır. “*Psych*” paketi kullanılarak tanımlayıcı istatistikler hesaplanmıştır (Revelle, 2021). Normal dağılım varsayımı, “*olsrr*” paketinde Kolmogorov-Smirnov testi kullanılarak değerlendirilmiştir (Hebbali, 2020). Tüm değişkenlerin normal dağılım gösterdiği belirlenmiştir ( $p > 0.05$ ). Bu nedenle genetik soylar arasındaki ölçüm farkları Student t-testi kullanılarak karşılaştırılmıştır. Tek değişkenli analizler, “*stats*” paketi kullanılarak yapılmıştır (R Core Team, 2022). Çok değişkenli analizler için, veri kümesi bozulma etkilerini en aza indirmek için log-dönüşümü kullanılarak standartlaştırılmıştır. Boyutu azaltmak ve genetik soylar arasındaki karakteristik farkları belirlemek için, temel bileşen analizi (PCA) “*factoextra*” (Kassambara ve Mundt, 2020) ve “*FactoMineR*” (Le vd., 2008) paketleri kullanılarak yapılmıştır. Son olarak, temel bileşenlerin diskriminant analizi (DAPC), karakter farklılıklarını belirlemek ve tanımlanan genetik soylara atanan örneklerin doğru sınıflandırma olasılığını ayarlamak için “*adegenet*” paketi (Jombart, 2008) kullanılmıştır. Tüm istatistiksel analizler R Programlama Dili v 4.1.2'de (R Core Team, 2022) gerçekleştirilmiştir.

### 3. BULGULAR

Morfolojik değişkenlerin tanımlayıcı istatistikleri Tablo 3'te sunulmuştur. Birinci genetik soy 59 örnek ile temsil edilirken, ikinci genetik soy 106 örnekle temsil edilmiştir. Student t-testi sonuçları, genetik hatların HLT ( $t = 2.1622$ ;  $p < 0.05$ ), ES ( $t = 2.9721$ ;  $p < 0.05$ ), IOD ( $t = 2.4718$ ;  $p < 0.05$ ), EPD ( $t = 3.709$ ;  $p < 0.001$ ), TRL ( $t = 2.3337$ ;  $p < 0.05$ ), WL ( $t = 2.264$ ;  $p < 0.05$ ), IMTL ( $t = -2.1708$ ;  $p < 0.05$ ) morfolojik özellikler açısından farklılık gösterdiğini ortaya koymuştur.

**Tablo 3.** Genetik soylarda morfometrik ölçümlerin tanımlayıcı istatistikleri (SH: Ortalamanın standart hatası; Min: Minimum değer; Maks: Maksimum değer).

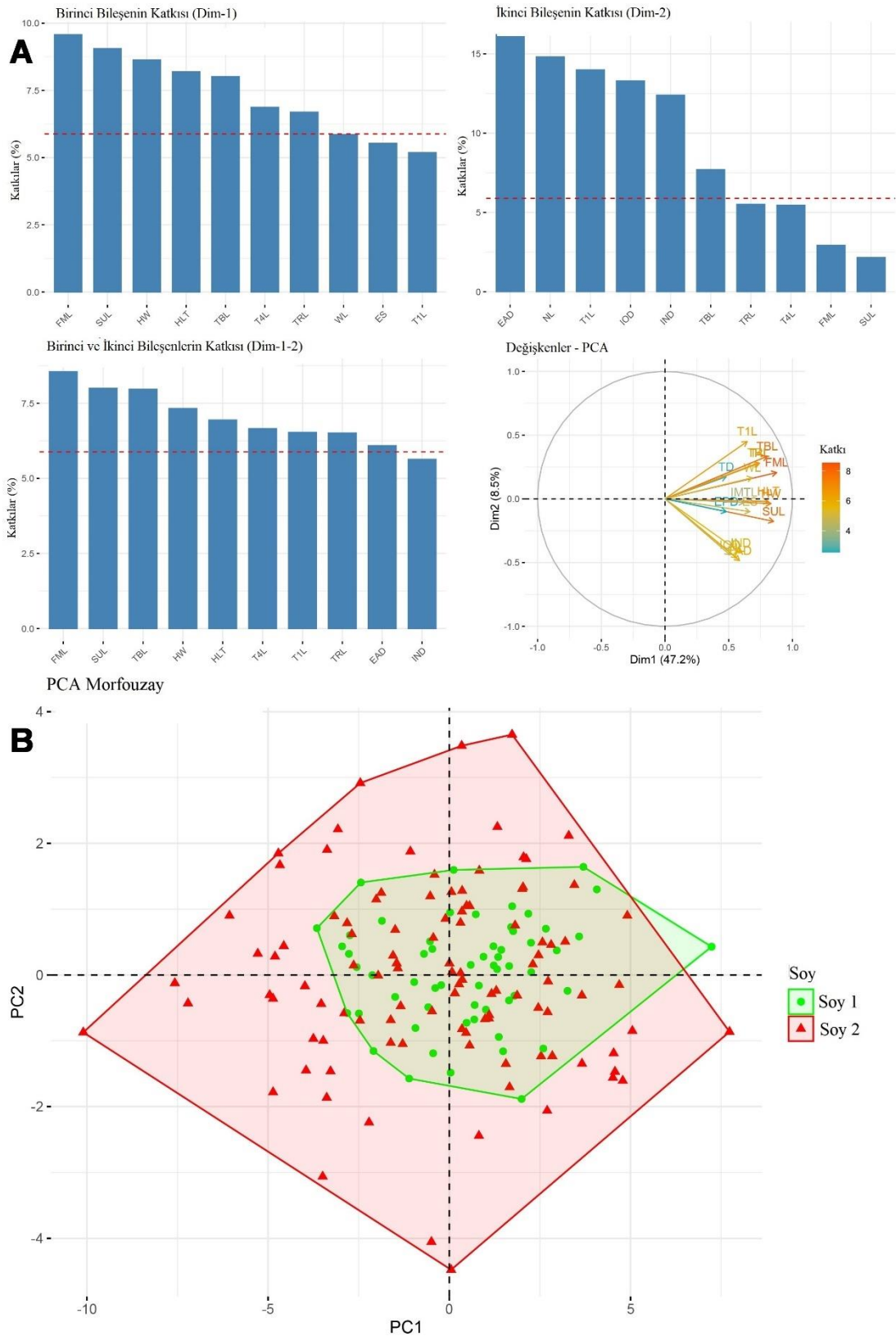
Karakterler	Soy 1			Soy 2		
	Ortalama $\pm$ SH	Min	Maks	Ortalama $\pm$ SH	Min	Maks
SUL	39.50 $\pm$ 0.38	33.07	46.86	38.87 $\pm$ 0.33	32.64	47.99
HLT	11.84 $\pm$ 0.11	9.30	13.73	11.50 $\pm$ 0.10	9.09	14.63
HW	12.54 $\pm$ 0.14	10.08	14.96	12.69 $\pm$ 0.11	10.09	16.00
IND	2.74 $\pm$ 0.04	2.28	3.46	2.75 $\pm$ 0.04	1.87	3.84
NL	2.40 $\pm$ 0.03	1.85	3.23	2.43 $\pm$ 0.03	1.64	3.26
ES	5.05 $\pm$ 0.06	4.01	6.04	4.83 $\pm$ 0.05	3.53	5.96
EAD	5.62 $\pm$ 0.05	4.73	6.71	5.49 $\pm$ 0.06	3.37	6.90
IOD	4.37 $\pm$ 0.07	3.19	5.86	4.15 $\pm$ 0.05	2.36	5.69
TD	2.56 $\pm$ 0.05	1.94	4.02	2.47 $\pm$ 0.05	1.46	6.46
EPD	8.46 $\pm$ 0.09	7.20	10.87	7.93 $\pm$ 0.09	2.03	10.20
FML	19.48 $\pm$ 0.20	16.81	25.14	19.47 $\pm$ 0.22	11.44	24.40
TBL	17.88 $\pm$ 0.19	14.51	23.39	17.58 $\pm$ 0.20	10.97	21.71
TRL	8.58 $\pm$ 0.11	7.04	11.40	8.22 $\pm$ 0.10	6.00	10.88
T1L	4.31 $\pm$ 0.08	2.28	5.54	4.10 $\pm$ 0.07	2.73	7.57
T4L	15.80 $\pm$ 0.19	12.76	19.53	15.53 $\pm$ 0.18	10.00	20.35
WL	9.55 $\pm$ 0.14	7.28	13.31	9.08 $\pm$ 0.14	3.82	14.74
IMTL	1.77 $\pm$ 0.02	1.35	2.14	1.85 $\pm$ 0.03	1.14	2.64

PCA sonuçlarına göre, üç bileşen alınmıştır (Özdeğer  $\geq 1$ ). Ayrıntılar Tablo 4'te sunulmuştur. Birinci temel bileşen toplam değişkenliğin %47.16'sını açıklamaktadır. Üç bileşen tarafından açıklanan toplam varyans %62.69'dur. İlk bileşende en yüksek yükler sırasıyla FML, SUL, HW, HLT ve TBL'de gözlemlenmiştir. İkinci temel bileşende, EAD, NL, T1L ve IOD en yüksek katkıyı yapmıştır (Şekil 8). Genetik soylar, ölçümlere dayalı morfolojik uzayda net bir şekilde ayrılmamıştır. DAPC analizinde, ilk 15 PC tutulmuştur. Optimum küme sayısı  $K=2$

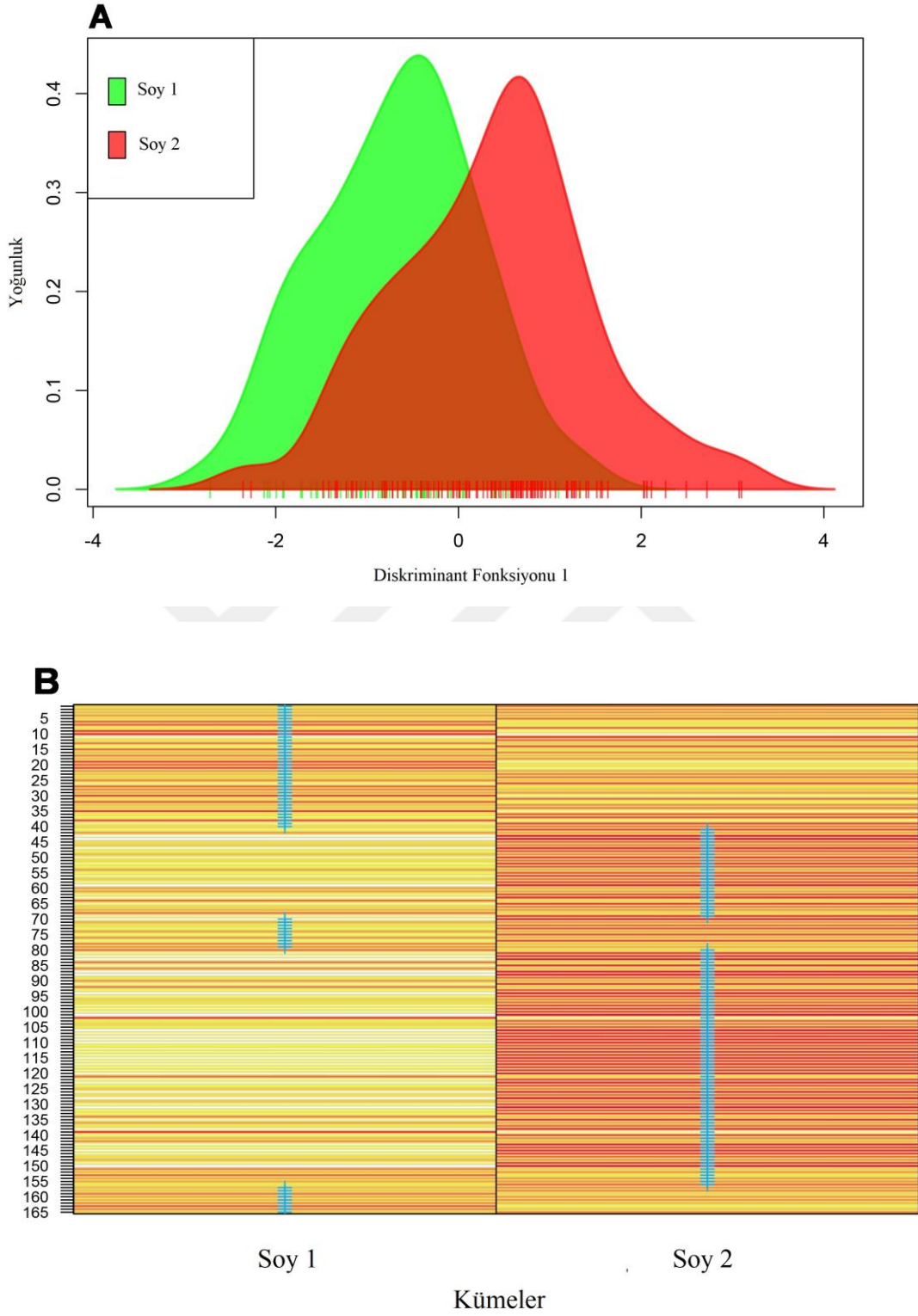
(413.20) olarak belirlenmiştir ve bu, genetik soy sayısına karşılık gelmektedir. LD1 işlevine göre merkez değerleri, birinci soy için -0.67 ve ikinci soy için 0.37 olarak belirlenmiştir. Fonksiyon, toplam varyansın %91.40'ını açıklamıştır. En yüksek yükler sırasıyla IMTL, EPD, WL ve TD üzerindedir. Hatlar, örtüşen bireylerle zayıf ayırım sergilemiştir (Şekil 9).

**Tablo 4.** Döndürme matrisi yükleri, özdeğerler ve açıklanan varyanslar üç temel bileşenle tanımlanır.

<b>Karakterler</b>	<b>PC1</b>	<b>PC2</b>	<b>PC3</b>
SUL	0.30	-0.14	0.05
HLT	0.28	-0.01	0.06
HW	0.29	-0.03	0.15
IND	0.20	-0.35	0.13
NL	0.19	-0.38	0.10
ES	0.23	-0.08	0.11
EAD	0.20	-0.40	-0.11
IOD	0.17	-0.36	-0.27
TD	0.16	0.14	0.49
EPD	0.16	-0.08	-0.62
FML	0.30	0.17	-0.00
TBL	0.28	0.27	-0.05
TRL	0.25	0.23	-0.21
T1L	0.22	0.37	-0.21
T4L	0.26	0.23	-0.01
WL	0.24	0.13	-0.03
IMTL	0.21	-0.02	0.33
Özdeğer	8.01	1.45	1.19
Varyans (%)	47.16	8.53	7.00
Kümülatif Varyans (%)	47.16	55.69	62.69



**Şekil 8.** Doğrusal morfometrik ölçümlerin genel PCA sonuçları. A: Birinci ve ikinci PC'lere değişken katkıları; B: Morfouzaydaki genetik soyların dağılım grafiği.



**Şekil 9.** Doğrusal morfometrik ölçümlerin genel DAPC sonuçları. A: Yoğunluk grafiği; B: Bireylerin matrisini belirlemek

#### 4. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Bu sunulan çalışmada, *Hyla savignyi*'nin Türkiye'deki iki farklı genetik soyları kapsamlı bir şekilde morfolojik analizlere tabi tutularak karşılaştırıldı. Bu soylar daha önce çeşitli moleküler belirteçler, iskelet kronolojisi ve niş modelleme gibi yöntemlerle incelenmiş olsa da karşılaştırmalı morfolojik veriler sağlamamışlardır (Gül vd., 2012; Gül, 2013; Kalaycı vd., 2015).

Lineer morfometrik veriler, soyların baş uzunluğu (HTL, ES), gözler arası mesafe (IOD, EPD) ve arka bacak (TRL, IMTL) gibi özellikler açısından farklılık gösterdiği tespit edilmiştir. Örneğin, Alaei vd. (2020) İran'daki 13 farklı *Hyla savignyi* popülasyonları arasındaki morfolojik değişkenliği incelemişler ve bu çalışmaya benzer şekilde, ES ve IMTL gibi 14 ayrı karakter açısından farklılıklar olduğunu rapor etmişlerdir. Ayrıca, IMTL'nin *Bufo* cinsini içeren farklı taksonları teşhis etmek için bir teşhis karakteri olarak rapor edilmiştir. Borzée vd. (2013), *Hyla suweonensis* ve *H. japonica* taksonları arasındaki morfolojik desenleri karşılaştırmış ve baş uzunluğu, gözler ve burun delikleri ile ilgili karakterlerin türleri ayırt etmek için teşhis edilebileceğini vurgulamışlardır. Ayrıca, Matson (1990), Gri Ağaç Kurbağaları, *Hyla chrysoscelis* ve *H. versicolor* arasında 13 farklı morfolojik karakteri değerlendirmiş ve türlerin baş genişliği ve burun deliği açısından önemli varyasyonlar gösterdiğini rapor etmiştir. Bu nedenle, belirlenen karakterlerin *Hyla savignyi*'nin genetik soylarını ele almak için dikkate alınabileceği belirtilmiştir.

PCA analizi, soyların temel olarak arka bacak (FML, TBL, T1L), baş boyutu (HW, HLT) ve vücut büyüklüğü (SUL) gibi özellikler açısından ayrıldığı gözlemlenmiştir. Ayrıca, DAPC analizi de arka bacak karakterleri (IMTL, WL, TD) gibi özelliklerde soylar arasında farklılıklar olduğu gösterilmiştir. Gvoždík vd. (2008), *Hyla arborea* ve *H. savignyi*'deki coğrafi morfolojik varyasyonu test etmiş olup çoklu değişken analizleri, varyasyonların çoğunlukla arka bacaklarda (FML, TBL, TRL), baş uzunluğunda (HTL) ve ayak karakterlerinde (IMTL, T1L, T4L, WL) gözlemlendiğini ortaya koymuşlardır. Ayrıca, vücut şekli ile coğrafi faktörler arasında önemli bir korelasyon bulmuşlardır. Türe özgü değerlendirmede, *Hyla savignyi* popülasyonlarının yağış ve sıcaklık gibi iklim faktörlerine bağlı olarak farklılık gösterdiği görülmüştür. Gül (2013), *Hyla savignyi* soyları arasındaki ekolojik ayrım

olduğunu vurgulamıştır. Böylece, soyların buzul dönemlerinde habitat parçalanması ve farklı iklim koşullarına uyum sağlaması nedeniyle şekillendiğini belirtmiştir. Bu açıdan, bulgularımız literatürle uyumlu olduğu görülmektedir. Kaya (2001), Türkiye boyunca *Hyla* cinsine ait türlerin (*H. orientalis* ve *H. savignyi*) farklı popülasyonları arasındaki morfolojik varyasyonu kapsamlı bir şekilde incelemiştir. Diskriminant analize dayanarak, Kafkasya popülasyonlarında gözlemlenen başlıca farklılaşmış karakterlerin SUL, HW ve IMTL olduğu belirtilmiştir. Ancak, ekofenotiplerin varlığı olasılığını reddetmiştir. Çalışmanın iki farklı taksonun karşılaştırılmasına odaklandığı göz önüne alındığında, tür içi varyasyonla ilgili sınırlı bilginin makul olduğu sonucuna varılmıştır.

PCA ve DAPC analizleri, bireyler arasında zayıf ayrımların olduğunu ve çoğu zaman bireylerin üst üste bindiğini göstermiştir. Gvoždik vd. (2008), *Hyla orientalis* ve *H. savignyi* popülasyonları için üst üste binen bir PCA morfo-mekan alanı belirlemişlerdir. Benzer şekilde, yakın akraba türler arasında ve aralarındaki hatlar arasında, paylaşılan atalara dayalı bir geçmişe ve nispeten yakın bir türleşme dönemine bağlı olarak önemli bir fenotipik benzerlik olabileceğini belirtmişlerdir. Marcelino vd. (2009), *Hypsiboas bischoffi* türünün çizgili ve çizgisiz popülasyonları üzerinde coğrafi dağılım ve morfolojik çeşitlilik üzerine bir çalışma yapmışlardır. Başlıca varyasyon, yağış gibi ekolojik faktörlere dayalı olarak vücut uzunluğu ve baş ölçümlerinde belirlenmiştir, ancak popülasyonlar PCA morfo-mekan alanında ayırt edilememiştir. Seger vd. (2021), hylid *Dendropsophus nanus* ve *Dendropsophus walfordi* tür kompleksinin beş bağımsız hattını incelemişlerdir. Bulguları, vücut boyutu, baş uzunluğu ve ekstremiteler uzunluğu açısından morfolojik varyasyonların tespit edildiğini göstermiştir ve bu da bizim verilerimize uygun bir biçimde olduğu tespit edilmiştir. Ancak, PCA morfo-mekan alanlarında üst üste binen grupların düşük derecede ayırt edilebilirliğe sahip olduğunu ve bu durumun soylar arasındaki düşük genetik uzaklıkla ilişkilendirildiğini belirtmişlerdir. Rapor edilen sonuçlar göz önüne alındığında, literatür bilgileride, bu çalışmanın bulgularını doğrulamaktadır.

Sonuç olarak, *Hyla savignyi*'nin genetik soylarındaki tür içi morfolojik varyasyonu kapsamlı bir şekilde ele alan ilk çalışma olmuştur. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda, gelecekteki çalışmaların Anadolu'daki tüm dağılım aralığını temsil eden ddRAD ve SNP gibi güçlü moleküler yaklaşımları kullanarak aday alt türleri keşfetmek için ele alınması elzem bir konu olduğu ortaya çıkmaktadır.



## KAYNAKÇA

- Alaei, R., Pesarakloo, A., Najibzadeh, M., (2020). Investigation of the Morphological Variation in the tree frogs (*Hyla savignyi*, Audouin, 1827) in two different regions: Lorestan and Markazi Provinces. *Journal of Animal Research (Iranian Journal of Biology)*, 33(4), 297-309.
- Andreone, F., (2008). Ayaksız İki Yaşamlılar. Wikipedi Özgür Ansiklopedi. [https://tr.wikipedia.org/wiki/Ayaks%C4%B1z\\_iki\\_ya%C5%9Faml%C4%B1lar#/media/Dosya:Dermophis\\_mexicanus.jpg](https://tr.wikipedia.org/wiki/Ayaks%C4%B1z_iki_ya%C5%9Faml%C4%B1lar#/media/Dosya:Dermophis_mexicanus.jpg) adresinden alındı.
- Başkale, E., (2012). Bilimsel Araştırma Projesi Sonuç Raporu. *Pelophylax caralitanus (Arikan,1988) Türünün Habitat Tercihlerinin Belirlenmesi: Bazı Populasyonların Büyüklüklerinin Hesaplanması ve Korunması*. Pamukkale Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi, Denizli
- Borzée, A., Park, S., Kim, A., Kim, H. T., Jang, Y., (2013). Morphometrics of two sympatric species of tree frogs in Korea: a morphological key for the critically endangered *Hyla suweonensis* in relation to *H. japonica*. *Animal Cells and Systems*, 17(5), 348-356.
- Doğabilim, (2023). İki Yaşamlılar: Amfibiler (Amphibia). <https://dogabilim.org/iki-yasamlilar-amfibiler-amphibia/> adresinden alındı.
- Dursun, C., (2018). *Türkiye'deki Bufo bufo ve Bufo verrucosissimus Türlerinin Morfolojik Yönden Karşılaştırılması*. Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Rize.
- Fainshil, L., (2007). Semender, Wikipedi Özgür Ansiklopedi. [https://tr.wikipedia.org/wiki/T%C3%BCrk\\_semenderi#/media/Dosya:Salamander\\_Israel.jpg](https://tr.wikipedia.org/wiki/T%C3%BCrk_semenderi#/media/Dosya:Salamander_Israel.jpg) adresinden alındı.
- Göçmen, B., Budak, A., (2005). *Herpetoloji, Kuyruksuz Kurbağalarda Üreme Davranışları (Stratijileri)*. Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü Zooloji Anabilim Dalı. Ege Üniversitesi Yayınları Fen Fakültesi Yayın No.194, 1. Baskı, İzmir.
- Gül, S., (2012). *Türkiye'deki Hyla orientalis ve Hyla savignyi Türlerinin Mitokondriyal ve Nükleer Genler Kullanılarak Moleküler Düzeyde Karşılaştırılması*. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Trabzon.
- Gül, S., Kutrup, B., Özdemir, N., (2012). Patterns of distribution of tree frogs in Turkey based on molecular data. *Amphibia-Reptilia*. 33(1), 95-103.
- Gül, S., (2013). Ecological divergence between two evolutionary lineages of *Hyla savignyi* (Audouin, 1827) in Turkey: effects of the Anatolian Diagonal. *Animal Biology*, 63(3), 285-295.

- Gvozdik, V., Moravec, J. ve Kratochvíl, L., (2008). Geographic morphological variation in parapatric Western Palearctic tree frogs, *Hyla arborea* and *Hyla savignyi*: are related species similarly affected by climatic conditions. *Biological Journal of the Linnean Society*, 95(3), 539-556.
- Hebbali A., (2020). *olsrr: Tools for Building OLS Regression Models*, R package version 0.5.3. <https://CRAN.R-project.org/package=olsrr>
- Jombart, T., (2008). Adegnet: a R package for the multivariate analysis of genetic markers. *Bioinformatics* 24: 1403-1405.
- Kalaycı, T. E., Özdemir, N., Altunışık, A., Gül, S., (2015). The effect of altitude, latitude and climatic variables on life-history traits of male *Hyla savignyi* (Audoin, 1827) from Anatolia (Turkey): A skeletochronological study.
- Kassambara, A., Mundt, F., (2020). *factoextra: Extract and Visualize the Results of Multivariate Data Analyses*, R package version 1.0.7. <https://CRAN.R-project.org/package=factoextra>
- Kaya, U., (2001). Morphological investigation of Turkish tree frogs, *Hyla arborea* and *Hyla savignyi* (Anura: *Hylidae*). *Israel Journal of Zoology*, 47(2), 123-134.
- Le, S., Josse, J., Husson, F., 2008. FactoMineR: An R Package for Multivariate Analysis. *Journal of Statistical Software* 25, 1–18.
- Marcelino, V. R., Haddad, C. F., & Alexandrino, J., (2009). Geographic distribution and morphological variation of striped and nonstriped populations of the Brazilian Atlantic Forest treefrog *Hypsiboas bischoffi* (Anura: *Hylidae*). *Journal of Herpetology*, 351-361.
- Matson, T. O., (1990). A morphometric comparison of gray treefrogs, *Hyla chrysoscelis* and *H. versicolor*, from Ohio. *OHIO J. SCI.* 90(4):98-101.
- Özdemir (Yılmaz), N., (2005). *Siğilli Kurbağa (Bufo bufo)'nın Morfolojik ve Moleküler Açından İncelenmesi*. Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, Trabzon.
- R Core Team, (2022). *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL. <https://www.R-project.org/>.
- Revelle, W., (2021). *psych: Procedures for Personality and Psychological Research*, Northwestern University, Evanston, Illinois, USA, <https://CRAN.R-project.org/package=psych> Version = 2.1.9.
- Seger, K. R., da Veiga Teixeira, B. F., Annibale, F. S., Rossa-Feres, D. D. C., Lima, A. P., Andrade, G. V., ... & Lourenço, L. B., (2021). Five independent lineages revealed by integrative taxonomy in the *Dendropsophus nanus*–*Dendropsophus walfordii* species complex. *Diversity*, 13(11), 522.

Türkiş, L., (2019). *Ova Kurbağası (Pelophylax ridibundus, Pallas, 1771) ve Uludağ Kurbağası'nda (Rana macrocnemis, Boulenger, 1885) Boy-Ağırlık İlişkisi Üzerine Bir Ön Çalışma*. Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Moleküler Biyoloji ve Genetik Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Ordu.

