



**T.C.**

**ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ  
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

**BİYOLOJİ ANABİLİM DALI**

**BALKAN DUVAR KERTENKELESİ'NİN (SAURIA: LACERTIDAE,  
*Podarcis tauricus*) GEÇMİŞ, GÜNÜMÜZ VE GELECEK COĞRAFİK  
DAĞILIM ÖRÜNTÜLERİ**

**DOKTORA TEZİ**

**ÇAĞRI GÖCEK**

**Tez Danışmanı**

**PROF. DR CEMAL VAROL TOK**

**ÇANAKKALE – 2023**





T.C.

ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ  
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

**BALKAN DUVAR KERTENKELESİ'NİN (SAURIA: LACERTIDAE, *Podarcis tauricus*) GEÇMİŞ, GÜNÜMÜZ VE GELECEK COĞRAFİK DAĞILIM  
ÖRÜNTÜLERİ**

DOKTORA TEZİ

ÇAĞRI GÖCEK

Tez Danışmanı

PROF. DR. CEMAL VAROL TOK

Bu çalışma, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri  
Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiştir.

Proje No: 2632

ÇANAKKALE – 2023

## ÖZET

### **BALKAN DUVAR KERTENKELESİ'NİN (SAURIA: LACERTIDAE, *Podarcis tauricus*) GEÇMİŞ, GÜNÜMÜZ VE GELECEK COĞRAFİK DAĞILIM ÖRÜNTÜLERİ**

Çağrı GÖCEK

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Biyoloji Anabilim Dalı Doktora Tezi

Danışman: Prof. Dr. Cemal Varol TOK

30/01/2023, 108

Pleyistosen buzul ve buzullar arası dönemler, türlerin dağılım desenini büyük ölçüde etkilemiştir. Bu çalışmada, geç Pleyistosen iklim dalgalanmalarının ve küresel iklim değişikliklerinin, yaygın olarak yayılış gösteren bir sürüngen türü olan Balkan duvar kertenkelesi (*Podarcis tauricus*) üzerindeki etkilerinin daha iyi anlaşılması amaçlanmıştır. Türün dağılımsal değişim dinamiklerini bulmak için ekolojik niş modellemesi yaklaşımı uygulanmıştır. WALLACE platformunda, Maxent algoritması ile biyoiklimsel değişkenler ve yeniden oluşturulmuş tür gözlem kayıtları kullanılarak, ekolojik niş modelleri oluşturulmuştur. Seçilen en iyi model, yeniden oluşturulmuş geçmiş ve tahminlenen gelecek biyoiklimsel koşullara projekte edilmiştir. Ayrıca, dağılım değişikliği ve biyoiklimsel bağlantısallık analizleri gerçekleştirilmiştir. Bunun yanı sıra türün Trakya, Sakarya ve Çanakkale-Çardak olmak üzere 3 ayrı popülasyondan, toplam 15 ♀♀, 14 ♂♂, 1 juvenil olmak üzere 30 örneği üzerinde morfolojik analizler gerçekleştirilmiş, sonuçlar önceki çalışmalarla karşılaştırılmıştır. Elde edilen tür vücut oranlarının ve pholodosis değerlerinin, önceki çalışmalardaki verilerle büyük çoğunlukla yakın değerlerde ve uyumlu olduğu görülmüştür. Mevcut koşullar altında, Balkan duvar kertenkelesi için model tahmini, büyük ölçüde bilinen dağılım alanını yakalamıştır. Son buzul maksimum (SBM) için türün dağılım tahmini, esas olarak ortalama kış sıcaklığının olumsuz etkisinden dolayı güney Balkanlar'da birkaç noktayla (57596,19 km<sup>2</sup>) sınırlanmıştır. SBM'den günümüze, türün dağılım alanı, özellikle Orta-Holosen'de belirgin şekilde (% 1254,59) genişlemiştir. Model, türün gelecekte yüksek yaz ve kış ortalama sıcaklıkları nedeniyle yayılış alanını genişleteceğini ve temel

olarak kuzey enlemlere ve daha yüksek rakımlara doğru hareket edeceğini öngörmüştür. Balkan duvar kertenkelesinin güneybatı ve kuzeydoğu popülasyonları arasında bir bağlantısallık bulunmuş olup, ağırlıklı olarak güney Balkanlar'da yüksek bağlantısallık tahminlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Geç Kuvaterner iklim dalgalanmaları, Buzul sığınağı, Küresel iklim değişikliği, Maxent, Wallace, Morfoloji



## ABSTRACT

### THE PAST, PRESENT AND FUTURE GEOGRAPHICAL DISTRIBUTION PATTERNS OF THE BALKAN WALL LIZARD (SAURIA: LACERTIDAE, *Podarcis tauricus*)

Çağrı GÖCEK

Çanakkale Onsekiz Mart University

School of Graduate Studies

Doctoral Dissertation in Animal Science

Advisor: Prof. Dr. Cemal Varol TOK

01/30/2023, 108

Pleistocene glacial and interglacial periods have been greatly affected distribution pattern of the species. Impact of the global climate change upon species distributions such as range shifts in latitude or elevation has been widely studied. In this study, it was aimed to have a better understanding on effects of the late-Pleistocene climatic oscillation and the global climate changes on widely distributed reptile species, the Balkan wall lizard (*Podarcis tauricus*). To find out the dynamics of the species' range shifts, ecological niche modelling approach was applied. Bioclimatic variables and reconstructed species occurrence records were used to construct models on the WALLACE platform via using Maxent algorithm. The best model chosen was projected to reconstructed past and predicted future climatic conditions. Moreover, distribution change and bioclimatic connectivity analyzes were executed. In addition, morphological analyzes were carried out on 15 ♀♀, 14 ♂♂, 1 juvenile totally 30 samples of the species from 3 different populations Trakya, Sakarya ve Çanakkale-Çardak and the results were compared with previous studies. The body ratios and pholodosis values achieved are mostly close to and consistent with the values in previous studies. Under present conditions, model prediction for the Balkan wall lizard was largely caught its known distribution area. Species distribution prediction for the last glacial maximum (LGM) was limited to a few spots (57596,19 km<sup>2</sup>) in the southern Balkans, mainly due to the negative effect of the mean winter temperature. From the LGM to the present, distribution area of the species remarkably extended, particularly noticeable during Mid-Holocene (1254,59 %). The model predicted that the species will extend the distribution area due to high mean

summer and high mean winter temperatures in the future and move basically towards northern latitudes and at higher elevations. A connectivity in between southwestern and northeastern populations of the Balkan wall lizard was found, with high connectivity predicted predominantly in the southern Balkans.

**Keywords:** Late-Quaternary climatic oscillations, Glacial refugia, Global climate change, Maxent, Wallace. Morphology



## İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
JÜRİ ONAY SAYFASI.....	i
ETİK BEYAN.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ÖZET .....	iv
ABSTRACT .....	vi
İÇİNDEKİLER .....	viii
SİMGELER ve KISALTMALAR.....	xi
TABLolar DİZİNİ.....	xii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xiii

### BİRİNCİ BÖLÜM

#### GİRİŞ

1.1. Tür Hakkında Genel Bilgiler.....	1
1.1.1. Türün Yayılışı ve Ekolojisi .....	1
1.1.2. Türün Biyolojisi .....	2
1.2. Biyocoğrafya .....	3
1.2.1. Ekolojik Niş .....	3
1.2.2. Ekolojik Niş Modellemesi (ENM).....	5
1.3. İklim Değişiklikleri .....	7
1.3.1. Son Buzul Maksimum ve Orta-Holosen.....	7
1.3.2. Buzul Sığınakları.....	9
1.3.3. Antropojenik İklim Değişiklikleri.....	10
İklim Senaryoları – Temsili Konantrasyon Rotaları.....	12
İklim Modelleri.....	14
1.4. Biyoiklimsel Bağlantısallık.....	15
1.5. Tezin Amacı.....	15

### İKİNCİ BÖLÜM

#### ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR



2.1. Taksonomik ve Coğrafik Yayılış Çalışmaları .....	18
2.2. Türün Biyolojisine Dair Çalışmalar .....	20
2.3. Filocoğrafya ve ENM Çalışmaları .....	21

## ÜÇÜNCÜ BÖLÜM MATERYAL YÖNTEM

3.1. Ekolojik Niş Modellemesi .....	25
3.1.1. Kullanılan Veri .....	25
Tür Bulunma Verisi.....	25
Biyoklimsel Veri.....	27
3.1.2. Niş Modellemesi Adımları .....	29
Wallace Platformunda Modelin Oluşturulması.....	30
1. Adım: Var/ Bulunma Verisinin Yüklenmesi (Occ Data).....	30
2. Adım: Var/ Bulunma Verisinin İşlenmesi (Process Occs).....	31
3. Adım: Çevresel Verinin Yüklenmesi (Env Data).....	33
4. Adım: Çevresel Verinin İşlenmesi (Process Envs).....	34
5. Adım: Var/ Bulunma Verisinin Bölümlenmesi (Partition Occs).....	36
6. Adım: Modelin Geliştirilmesi (Model).....	37
Model Sonuçlarının Eldesi ve Değerlendirilmesi.....	38
3.1.3. Dispersal Koridorları ve Patikaları Analizi.....	46
3.2. Türün Morfolojik Karakterler Açısından İncelenmesi .....	46

## DÖRDÜNCÜ BÖLÜM ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1. Modelleme Analizi Sonuçları .....	52
4.1.1. Biyoklimsel Değişkenler.....	52
4.1.2. Türün Dağılım Örüntüleri.....	55
Günümüz Dağılım Örüntüsü.....	55
Geçmiş Zaman Dağılım Örüntüsü.....	58
Gelecek Zaman Dağılım Örüntüsü.....	64
4.1.3. Dispersal Koridorları ve Patikaları.....	74
4.2. Morfolojik Analiz Sonuçları .....	75

BEŞİNCİ BÖLÜM  
SONUÇ ve ÖNERİLER

5.1. Ekolojik Niş Modellemesi Sonuçlarının Değerlendirilmesi .....	81
5.1.1. Biyoiklimsel Değişkenlerin Etkisi.....	81
5.1.2. Balkan Duvar Kertenkelesi'nin Geçmiş, Günümüz ve Gelecek Dağılım Örüntüsü.....	81
5.2. Türün Dispersal Koridorları ve Patikaları.....	85
5.3. Morfolojik Analiz Sonuçları.....	85
5.4. Sonuç ve Değerlendirme.....	87
KAYNAKÇA .....	88
EKLER .....	I
EK 1. KIŞ ORTALAMA SICAKLIĞI (BİO11).....	II
EK 2. MEVSİMSEL YAĞIŞ MİKTARI (BİO15).....	III
EK 3. VAR/YOK TÜR BULUNMA HARİTASI.....	IV
EK 4. ONDALIK KOORDİNAT CİNSİNDEN TÜR BULUNMA VERİSİ LİSTESİ..	V
EK 5. TÜRÜN TÜRKİYE'DEKİ BULUNMA VERİSİ LİSTESİ.....	VIII
ÖZGEÇMİŞ .....	IX

## SİMGELER VE KISALTMALAR

km	Kilometre
m	Metre
cm	Santimetre
mm	Milimetre
km <sup>2</sup>	Kilometrekare
Arc-Dk	Arc dakika
%	Yüzde değeri
µm	Mikrometre
C <sup>0</sup>	Santigrat
W/m <sup>-2</sup>	Işınım sal zorlama birimi
IUCN	The International Union for Conservation of Nature
r-RNA	Ribozomal RNA
SNP	Single-nucleotide polymorphism
Sitb	Sitokrom b
MtDNA	Mitokondriyal DNA
ddRADseq	Double digest restriction-site associated DNA
IPCC	The International Panel on Climate Change
Myö	Milyon yıl önce
yö	Yıl önce
Ort.	Ortalama
Min.	Minimum
Maks.	Maksimum
SS	Standart sapma
SH	Standart hata
n	Örnek sayısı
Bkz.	Bakınız
♀	Dişi birey
♂	Erkek birey
>	Büyük
≤	Küçük eşittir

## TABLULAR DİZİNİ

<b>Tablo No</b>	<b>Tablo Adı</b>	<b>Sayfa No</b>
<b>Tablo 1</b>	Biyoiklimsel değişkenler	28
<b>Tablo 2</b>	Biyoiklimsel değişkenlerin korrelasyon matrisi	29
<b>Tablo 3</b>	Biyoiklimsel veri setleri	29
<b>Tablo 4</b>	Wallace istatistiki model sonuçlarını gösteren değerlendirme tablosu	40
<b>Tablo 5</b>	Maxent Lambda dosyası	41
<b>Tablo 6</b>	Bazı eşik değerler ve çalışmada kullanılan eşik değer	45
<b>Tablo 7</b>	Morfolojik analizlerde kullanılan tür örneklerinin lokasyon bilgileri	48
<b>Tablo 8</b>	Biyoiklimsel değişkenlerin yüzde katkı değerleri	55
<b>Tablo 9</b>	Geçmişte ve günümüzde tür için biyoiklimsel açıdan uygun alanların büyüklüklerinin karşılaştırması	61
<b>Tablo 10</b>	Günümüzde ve gelecekte tür için biyoiklimsel açıdan uygun alanların büyüklüklerinin karşılaştırması	68
<b>Tablo 11</b>	Üç ayrı popülasyona ait <i>P. tauricus</i> örneğinin bazı pholidosis değerleri	78
<b>Tablo 12</b>	Üç ayrı popülasyona ait <i>P. tauricus</i> örneğinin bazı vücut oranları	79
<b>Tablo 13</b>	Tür örneklerinin bazı pholidosis değerleri ve önceki çalışmalardaki değerler	80
<b>Tablo 14</b>	Tür örneklerinin bazı vücut oranları ile önceki çalışmalardaki değerler	80

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil No	Şekil Adı	Sayfa No
Şekil 1	<i>Podarcis tauricus</i> Dünya Dağılım Haritası	2
Şekil 2	BAH diyagramında Abiyotik (A), Biyotik (B), hareket (H) faktörlerinin gösterimi	5
Şekil 3	SBM buzul sığınakları	10
Şekil 4	Dört TKR senaryosu için fosil yakıt emisyon değerleri	13
Şekil 5	Küresel ortalama yüzey sıcaklığı değişimi	14
Şekil 6	Türün dağılımının oluşturulan lokasyonlar ile çalışma kapsamında hazırlanan haritası	27
Şekil 7	Wallace grafik kullanıcı arayüzü iş akışının 1. aşaması görseli	31
Şekil 8	Tür bulunma verisinin çeşitli seyreltme değerlerinin görüntüsü	32
Şekil 9	Wallace grafik kullanıcı arayüzü iş akışının 2. aşaması görseli	33
Şekil 10	Wallace grafik kullanıcı arayüzü iş akışının 3. aşaması görseli	34
Şekil 11	Wallace grafik kullanıcı arayüzü iş akışının 4. aşaması görseli	35
Şekil 12	Wallace grafik kullanıcı arayüzü iş akışının 5. aşaması görseli	36
Şekil 13	Wallace grafik kullanıcı arayüzü iş akışının 6. aşaması görseli	38
Şekil 14	Kullanılan Maxent algoritma ayarları	44
Şekil 15	<i>P. tauricus</i> tür örneklerinin elde edildiği lokasyonlar ve <i>P. tauricus tauricus</i> örneği	47
Şekil 16	A. ve B. Türün tesbit edildiği habitat fotoğrafları	47
Şekil 17	A. Binoküler mikroskop ve kumpas, B. <i>P. tauricus</i> örnekleri	48
Şekil 18	A. İncelenen <i>P. tauricus</i> örneğinin üstten ve B. yandan baş görüntüsü	48
Şekil 19	İncelenen <i>P. tauricus</i> örneği dorsal vücut görüntüsü	49
Şekil 20	İncelenen <i>P. tauricus</i> örneği ventral vücut görüntüsü	49
Şekil 21	Kertenkelede baş plaklarının isimlendirilmesi	50

<b>Şekil 22</b>	Kertenkele sınıflandırmasında kullanılan bazı morfolojik ölçütler	51
<b>Şekil 23</b>	Tek değişkenli cevap eğrileri	53
<b>Şekil 24</b>	Marjinal cevap eğrileri	54
<b>Şekil 25</b>	Jackknife testi sonucu	55
<b>Şekil 26</b>	Güncel iklim koşullar altında türün biyoiklimsel uygunluk haritası	56
<b>Şekil 27</b>	Güncel iklim koşulları altında Maxent açıklama aracı sonuçları	57
<b>Şekil 28</b>	Güncel iklim koşulları altında Maxent açıklama aracı sonuçları	58
<b>Şekil 29</b>	SBM iklim koşulları altında türün biyoiklimsel uygunluk haritası ve olası buzul sığınakları	59
<b>Şekil 30</b>	SBM (CCSM4 modeli) iklim koşulları altında Maxent açıklama aracı sonuçları	60
<b>Şekil 31</b>	Orta-Holosen iklim koşulları altında tür için biyoiklimsel açıdan uygun alanlar	62
<b>Şekil 32</b>	SBM, Orta-Holosen ve günümüz arasında türün dağılım alanındaki değişim	63
<b>Şekil 33</b>	Orta-Holosen (CCSM4 modeli) iklim koşulları altında Maxent açıklama aracı sonuçları	64
<b>Şekil 34</b>	Tahminlenen gelecek iklim koşulları altında tür için biyoiklimsel açıdan uygun alanlar	66
<b>Şekil 35</b>	2050 ve 2070 yılları farklı iklim senaryoları arasında türün dağılım alanındaki değişim	69
<b>Şekil 36</b>	Gelecek (MIROC-ESM, RCP8.5, 2070) iklim koşulları altında Maxent açıklama aracı sonuçları	70
<b>Şekil 37</b>	SBM CCSM4, MIROC-ESM, MPI-ESM-P modelleri için MESS ve MoD analizi sonuçları	71
<b>Şekil 38</b>	2070 yılı TKR4.5 MIROC-ESM MESS ve MoD analiz sonuçları	72
<b>Şekil 39</b>	2070 yılı TKR8.5 MIROC-ESM MESS ve MoD analiz sonuçları	73
<b>Şekil 40</b>	Tür için uygun dispersal koridorlarının (LCC) ve patikalarının (LCP) oluşumu	74
<b>Şekil 41</b>	Farklı internasale görünüşleri	77

# BİRİNCİ BÖLÜM

## GİRİŞ

### 1.1. Tür Hakkında Genel Bilgiler

#### 1.1.1. Türün Yayılışı ve Ekolojisi

*Podarcis* (Wagler, 1830) cinsi duvar kertenkeleleri, Lacertidae (Reptilia, Squamata, Sauria) ailesinin üyesidir. Çeşitli vikaryans olayları nedeniyle, bu güne kadar tanımlanan 26 tür ile tür çeşitliği fazla olan ve yaygın bir taksondur (Yang, vd., 2021). Takson batı Avrupa'dan köken almakla birlikte (Oliverio, vd., 2000; Psonis, vd., 2018) günümüzde, hayvan ticareti gibi nedenlerle Kuzey Amerika'ya kadar yayılışını genişletmiştir (Kolbe, vd., 2013).

Duvar kertenkeleleri arasında, Balkan duvar kertenkelesi (*Podarcis tauricus*, Pallas, 1814), ekolojik olarak çok seçici bir tür değildir ve çok çeşitli habitatları işgal edebilmektedir (Arnold, 1987). Tür, tarla, orman ve otoyol kenarları, bozkır ve çayırların açıklık kısımları, seyrek halofit bitki örtüsüne sahip kumullar, kırsal bahçeler ile çalılıklar ve çayır habitatlarında yaygın bir türdür (Covaciu-Marcov, vd., 2006; Kati, vd., 2007). Orman içerisindeki açıklık alanlarda da bulunabilmekte (Baran, 2005), deniz seviyesinden 2350 m.'ye kadar olan rakımda görülebilmektedir (Böhme, vd., 2009).

Tür, kuzeyde Kırım Yarımadası, kuzeybatıda Çek Cumhuriyeti'nin güneydoğu kesimi, (Fischer, vd., 2019; Rehák, vd., 2022); güneyde Yunanistan (Gasc, vd., 1997; Sindaco ve Jeremčenko, 2008; Uetz ve Hallermann, 2022) ve Türkiye'nin Düzce iline kadar kuzeybatı kıyı şeridi (Başoğlu ve Baran, 1977; Baran, vd., 1992; Tok ve Çiçek, 2014; Gül ve Tosunoğlu, 2017; Bülbül, vd., 2015) boyunca, Trakya'yı, Marmara Bölgesi'nin kuzey ve doğusunu içine alan geniş dağılım alanına sahip birkaç duvar kertenkelesi türünden biridir (Bkz. Şekil 1).

### 1.1.2. Türün Biyolojisi

Balkan duvar kertenkelesi, orta boylu, heliotermik, gündüzcül, aktif beslenen ve toplam vücut uzunluğu 22 cm.'ye varabilen bir kertenkele türüdür (Başoğlu ve Baran, 1977; Böhme ve Corti, 1993; Ljubisavljević, vd., 2010). Türün renklenmesi coğrafi ve mevsimsel olarak değişerek, yaşadığı çevreye uyum sağlamaktadır. Kış uykusu dönemi kasım ayı başından şubat ayı sonuna kadar sürmektedir (Chondropoulos ve Lykakis, 1983). Dişiler, her yıl, genellikle 2 kez ve her seferinde 2-10 arasında yumurta bırakmaktadır (Chondropoulos ve Lykakis, 1983). IUCN Kırmızı Liste kategorilerine göre, Balkan duvar kertenkelesinin koruma durumu 'Asgari Endişe' (=Least Concern, LC, IUCN 3.2, Erişim Tarihi: 14 Aralık, 2022, Bkz Şekil 1) olarak değerlendirilmekte ve Bern Sözleşmesi (1979) Ek II'de ve Avrupa Birliği Habitatlar Direktifi (1992) Ek IV'te, habitat kaybı ve kirlilik gibi dağılım alanının bazı bölümlerindeki görülen yerel tehditler nedeniyle kesin surette korunan tür olarak listelenmektedir.



Şekil 1. *Podarcis tauricus* Dünya Dağılım Haritası  
(“IUCN”, 2022)



## 1.2. Biyocoğrafya

Biyoloji ve coğrafya gibi farklı disiplinlerden adını alan biyocoğrafya, dünya üzerindeki canlıların, birbirinden farklı bölgelerde yayılış göstermelerinden hareketle, çevresel koşulların sınırlandırıcı etkisi ve türlerin dar bölgelerde yayılış göstermeleri üzerine odaklanan bir bilim dalıdır. Bir türün dağılım alanı, ekolojisinin ve evrimsel tarihinin karmaşık bir dışa vurumudur (Brown, vd., 1995) Buradan hareketle biyocoğrafya, zaman içerisinde, belirli bir alandaki değişen ve dönüşen tür çeşitliliğinin coğrafik dağılımı, buna bağlı olarak kara parçalarının dağılımlarındaki değişimler ve iklim ile ilgilenmektedir (Lomolino, vd., 2010).

Biyocoğrafya, ekolojik biyocoğrafya ve tarihsel biyocoğrafya olarak ikiye ayrılmaktadır. Ekolojik biyocoğrafya, kısa zaman süresi içerisinde gerçekleşecek ve daha küçük çerçevede olan yerel sorulara odaklanmaktadır. Tarihsel biyocoğrafya ise, evrimsel tarih boyunca daha uzun süreli, daha geniş ve hatta global çerçevede sorular sormaktadır. Tarihsel biyocoğrafya çalışmalarında, coğrafya, iklim ve yaşam örüntüleri arasında korelasyon kurmayı sağlayacak, türlerin ekolojik nişlerinin tanımlanmasına dayalı çeşitli araç ve gereçler bulunmaktadır (Cox, vd., 2016).

### 1.2.1. Ekolojik Niş

Genel "niş" fikri, bir türün belirli bir bölgedeki popülasyonlarını sürdürmek için ihtiyaç duyduğu ekolojik koşulları, türün kaynakları üzerindeki etkileri, diğer etkileşim halindeki türler, habitat ve çevre ile birlikte ele almaktadır (Peterson, vd., 2011).

Niş kavramı ilk kez Grinnell (1917; 1924) tarafından kullanılmış olup, Grinnell daha çok türün abiyotik koşullar açısından gereksinimlerini ele almıştır. Kısa bir süre sonra Elton (1927), diğer türler, türler arası ilişkiler ve lokal kaynakları ele alan bir niş tanımlamasını gerçekleştirmiştir. İdeal olarak, türlerin coğrafi dağılımlarını tam olarak anlamak için hem Grinnell'in hem de Elton'ın niş unsurlarına ihtiyaç bulunmaktadır. Daha sonra Hutchinson (1957), çoğunlukla ölçek ve coğrafyanın önemini göz ardı ederek, nişi soyut ve uzamsal olmayan yollarla tartışmış, temel niş "fundamental niche" ve gerçekleşen niş "realized niche" kavramlarını ortaya koymuştur. Hutchinson temel niş, türün var olmasına imkan

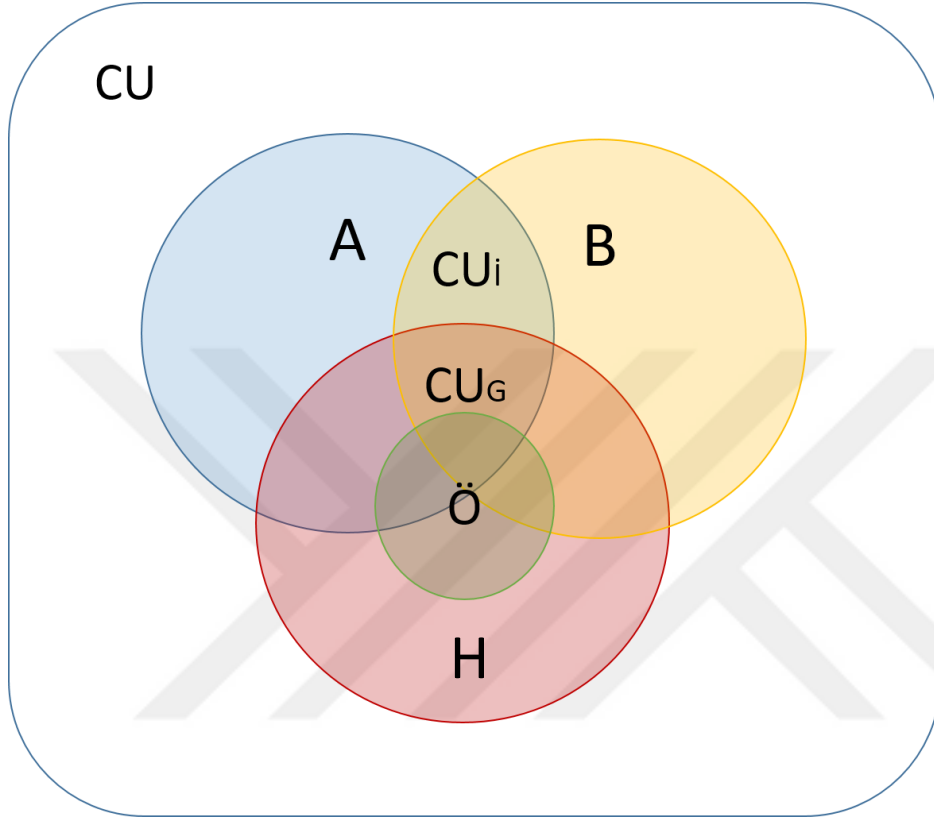
verecek ‘scenopoetic’ (birbirleri ile etkileşimde olmayan, bağlantısız olan, türün fizyolojisiyle ilgili kalıtsal bileşenlerle ölçülen ve bu nedenle türün kendi kendine değiştiremediği; Hutchinson, 1957) değişkenler tarafından tanımlanan temel ekolojik nişin, “bionomic” (biyotik; türün üstün bir rakip olarak, diğer türlerle etkileşimli bir ortamda varlığını sürdürebileceği, türün kendi kendine değiştirebileceği; Hutchinson, 1978) değişkenler (başka türler ile ilişkiler gibi) ile gerçekleşen ekolojik nişe indirgenliğini belirtmiştir. Bu haliyle, gerçekleşen ekolojik niş, temel ekolojik nişin indirgenmesi ile oluşmaktadır. Türün coğrafi dağılımı, gerçekleşmiş olan ekolojik nişinin coğrafi olarak karşılığı olmaktadır (Gür, 2019).

Soberón ve Peterson (2005), abiyotik ve biyotik faktörlere ilave olarak, niş kavramına hareket faktörünü eklemiş ve BAH (Biyotik, Abiyotik, Hareket) çerçevesini (BAM = Biotic, Abiotic, Movement framework) oluşturmuştur (Bkz. Şekil 2). Gerçekleşen niş, işgal edilen nişe hareket faktörü ile indirgenmektedir. Aşağıdaki şekilde, CU = çalışma alanını yani analizlerin gerçekleştirildiği coğrafik boyutu, B = biyotik açıdan uygun alanı, A = abiyotik açıdan uygun alanı, H = dispersal vasıtasıyla erişilebilecek alanı, CU<sub>G</sub> = türün kapladığı dağılım alanını, CU<sub>I</sub> = türün kaplayabileceği dağılım alanını, CU<sub>G</sub> + CU<sub>I</sub> = olası dağılım alanını, Ö = H’nin yeterince örneklenen bölümünü ifade etmektedir.

Aşağıda yer alan üç faktörün de karşılandığı belirli bir noktada, bir türün bulunacağı varsayılmaktadır: 1) Türün bir alanda kalıcı olma yeteneğini sınırlayan, iklim, fiziksel çevre, edafik koşullar gibi fizyolojik durumları içeren abiyotik koşullar (A). 2) Bölgede tasvir edilen uygun tür grubunun (örneğin, konakçılar, gıda bitkileri, tozlaştırıcılar, tohum dağıtıcılar) bulunması ve bazılarının ise (örneğin, güçlü rakipler, hastalıklar, özel avcılar) bulunmaması gibi biyotik koşullar (B), 3) Türlerin yayılış alanlarından dispersal ile ulaşabileceği bölgede (H) bulunması (Soberon ve Peterson, 2005). BAH çerçevesine göre, coğrafi dağılımlar coğrafi uzamda (CU), nişler scenopoetic (birbiriyle etkileşimde olmayan ve çok yavaş değişme eğilimine sahip) çevresel uzamda (ÇU) bulunmaktadır. Bu uzamlar, karşılıklı olarak etkileşim halinde olup, her bölgenin diğer uzamda da yeri vardır (Gür, 2019).

Ancak türlerin, hareket faktörü (H) ile ulaşabileceği alanlar, nadiren uygun abiyotik koşullara sahip tüm alanları içermektedir. Çünkü coğrafi bariyer gibi bazı nedenlerle, türler uygun alanlara dispersal yoluyla ulaşamayabilmektedir. Avcının, patojenin veya parazitin

varlığı gibi biyotik faktörler (B) de, türlerin uygun abiyotik koşullara sahip tüm alanlara yerleşmemesinin başka bir nedenidir (Soberón ve Peterson, 2005; Peterson, vd., 2011; Peterson, 2014; Şekil 2).



Şekil 2. BAH diyagramında Abiyotik (A), Biyotik (B), hareket (H) faktörlerinin gösterimi. Peterson vd. (2011)'e ve Gür vd. (2019)'a dayanılarak çizilmiştir.

### 1.2.2. Ekolojik Niş Modellemesi (ENM)

Türlerin coğrafi dağılımlarının modeller yoluyla tahminlenmesi yöntemi, ekoloji ve koruma alanındaki çeşitli uygulamalar için önemli araçlardır (Graham, vd., 2004). Ekolojik niş modeli, türlerin gözlemlendiği lokasyonların koordinat verisi ile bu lokasyona dair çevresel veri arasında ilişki kurarak, türlerin potansiyel coğrafi dağılım modellerini oluşturmaktadır (Guisan ve Thuiller, 2005). ENM'ler, zaman içinde tür-iklim dengesi ve ekolojik nişin korunumu varsayımlarına dayanarak, türlerin, farklı zaman dilimleri (tekrar oluşturulmuş geçmiş veya tahminlenen gelecek projeksiyonları; Peterson, vd., 2002; Waltari, vd., 2007; Nogués-Bravo, 2009) ve farklı coğrafik uzamlardaki (farklı çalışma

alanlarına yönelik projeksiyonlar; Peterson, vd., 2007) dağılımlarını anlamak için yararlı bir yaklaşımdır. ENM yaklaşımı, bir türün geçmiş ve gelecek zaman periyotları boyunca küresel iklim değişikliklerine yönelik cevabını anlamak için yaygın olarak kullanılmakta olup, biyocoğrafya ve koruma alanındaki çeşitli analizlerde ortak bir unsur haline gelmiştir (Guisan ve Zimmermann, 2000; Sequeira, vd., 2018). Bununla birlikte, ENM'yi geleceğe veya geçmiş iklim senaryolarına aktarmak, sorunlu tahminlere yol açabilmektedir. MESS (Multivariate Environmental Similarity Surfaces) analizi, model tahminlerinin eğitim verisinde analiz edilmeyen yeni zaman ve mekanlara projeksiyonunda, modelin kendi eğitim alanı dışındaki tahmin kabiliyetinin güvenilirliğini analiz etmek için kullanılmaktadır (Elith, vd., 2011). Yine de, tür dağılım modellerinin birçok uygulamasının, gerçekleşen dağılımlardan ziyade potansiyel dağılımları tahmin ettiğine dikkat etmek gerekmektedir. Çünkü çalışılan tür, coğrafi engeller nedeniyle potansiyel dağılım alanına ulaşamamış veya türler arası rekabet gibi nedenlerle bir alandan dışlanmış olabilmektedir (Phillips ve Dudík, 2008). Model bu olasılıkları ele almamaktadır.

Maksimum entropi modelleme algoritması olan Maxent (Maximum Entropy Species Distribution Modelling; Phillips, vd., 2017) en etkili ekolojik niş modelleme algoritmalarından biridir (Phillips, vd., 2004; 2006; Elith, vd., 2006) ve bir model oluşturmak için yalnızca bulunma verisini kullanmaktadır (Peterson, vd., 2011). Maxent, bir türün gözlemlendiği lokasyondaki tahminleyici değişkenler (predictor variables) ile çalışma bölgesindeki arka plan (background) konumları arasındaki istatistiksel ilişkileri nicelleştirerek modeli oluşturmaktadır.

Maxent'te de kullanılan temel model ayarlarından biri olan öznitelik sınıfları (Feature Class – FC), çevresel değişkenlerin basit fonksiyonları olup, iki tür çevresel değişkenden türetilmektedir: sürekli (continuous) ve kategorik (categorical). Sürekli öznitelik sınıfları, yükseklik, yıllık yağış ve maksimum sıcaklık gibi ölçülen miktarlara karşılık gelen gerçek ve sürekli değerler almaktadır. Kategorik öznitelik sınıfları ise, toprak türü veya bitki örtüsü çeşidi gibi yalnızca sınırlı sayıda ve kesikli değer alabilmektedir (Phillips ve Dudík, 2008). Ayrıca, öznitelik sınıfları, doğrusal (Linear -L), Karesel (Quadratic - Q), Kıvrım (Hinge - H) ve Çarpım (Product - P) olarak nitelendirilmektedir. Maxent algoritmasındaki öznitelik sınıf kombinasyonları, L, LQ, H, LQH ve LQHP'dir. L'den LQHP'ye gidildikçe model karmaşıklaşmaktadır. Doğrusal öznitelik sınıfı, sürekli çevresel değişkenlere eşittir. Karesel

öznitelik sınıfı çevresel değişkenlerin karelerine eşittir (Örneğin,  $L = \text{sıcaklık} + \text{yağış}$ ;  $Q = (\text{sıcaklık})^2 + (\text{yağış})^2$ ). Çarpım öznitelik sınıfı sürekli çevresel değişken çiftlerinin ürünlerine eşittir. Kıvrım öznitelik sınıfı ise, çevresel değişkenlere rastgele parçalı doğrusal cevapları modellemek için kullanılmaktadır. Kısaca, öznitelik sınıfları kullanılarak, ilgili değişkenlerin sırasıyla, ortalamaları, varyansları ve kovaryansları ampirik değerlerine uyacak şekilde kısıtlanmaktadır (Phillips, vd., 2006). Temel olarak, tüm tahminleyici değişken katsayıları, aşamalı olarak küçültülmekte ve 0'a ulaştığında modelden çıkmaktadır. Yalnızca modele en büyük tahmin katkısı olan değişkenler modelde kalmaktadır. Diğer bir temel model ayarı ise, düzenlileştirme çarpanı (Regularization Multiplier – RM) ile yapılmakta olup, RM çeşitli değerler alabilmekte, değer arttıkça, model basitleşmektedir (Phillips ve Dudík, 2008).

Model oluşturma işlemi sırasında, tür bulunma verilerinden türetilen ve bir dizi kısıtlamaya uyan bir olasılık dağılımı olan bir 'p modeli' üretilmektedir. Kısıtlamalar, yukarıda ifade edilen öznitelikler cinsinden ifade edilmektedir. ENM gibi maksimum entropi yoğunluğu tahmininde, bir türün gerçek dağılımı, çalışma alanındaki 'x' kümesi üzerindeki olasılık dağılımı 'p' olarak temsil edilmektedir. Böylece 'p', her 'x' bölgesine negatif olmayan bir değer atamakta ve  $p(x)$  değerleri toplamı '1' olmaktadır. Spesifik olarak, her değişkenin ortalamasının, bazı hata sınırları dahilinde, bulunma verisinin bulunduğu alanlar üzerindeki deneysel ortalamaya yakın olması gerekmektedir. Örneğin, "yıllık yağış" özelliği için ilgili kısıtlama, model tarafından tahmin edilen yıllık ortalama yağışın, gözlemlenen ortalama yağışa yakın olması gerektiğini söylemektedir. Kısıtlama ayarları, modeli tipik olarak yetersiz tanımladığı için, kısıtlamaları karşılayan tüm olasılık dağılımları arasından maksimum entropiden biri, yani kısıtı en az olan seçilmektedir (Jaynes, 1957).

### **1.3. İklim Değişiklikleri**

#### **1.3.1. Son Buzul Maksimum ve Orta-Holosen**

İklim değişikliği, içinde bulunduğumuz (son  $2,588 \pm 0,005$  milyon yıl) Kuvaterner jeolojik zamanının son 430 bin yılında, 100 bin'er yıl süren buzul-buzullararası döngüler boyunca gerçekleşmiştir. Bu döngülerin ortalama % 20'lik kısmına tekabül eden, yaklaşık 10-30 bin yıllık süre buzullararası dönemde geçmiştir (Jansen, vd., 2007).

Kuvaterner iklim dalgalanmaları sırasında türlerin alansal daralmaları ve genişlemeleri gibi uzamsal ve zamansal tepkiler birkaç on yıldır incelenmektedir (Hewitt, 1996; Taberlet, vd., 1998; Stewart, vd., 2010; Gür, vd., 2013). Kuvaterner'e hakim olan iklim değişikliği, buzul dönemlerinin oluşmasında en önemli etkidir. Dünya yörüngesindeki belirli aralıklarla yinelenen değişimler, dünyaya gelen güneş ışığının yoğunluğuna ve bunun sonucunda dünyanın iklimine etki etmektedir. Milankovitch döngüleri adı altında tanımlanan bu değişiklikler, soğuk iklimsel koşullarda buzul alanlarda artışa, göreceli daha ılıman dönemlerde ise, azalışa sebep olmaktadır (Jansen, vd., 2007).

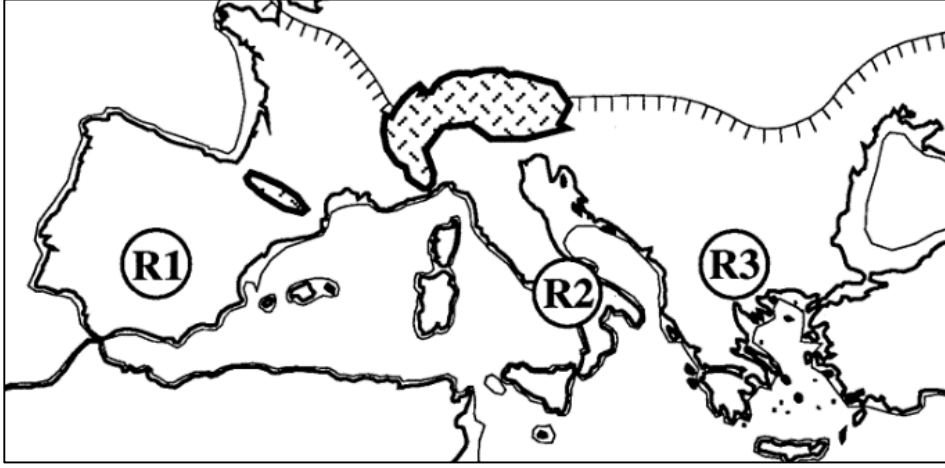
Kuvaterner'in Pleyistosen jeolojik çağındaki (2580000 -11700 y.ö.) buzul dönemleri, soğuk ve kuru iklim ile karakterize olmuştur. Bu dönemlerde, ılıman iklim kuşağı türlerinin büyük çoğunluğu, mevcut yayılış alanlarında hayatta kalamamış, genellikle daha aşağı enlemlerdeki 'buzul sığınaklarına' gerilemişlerdir. Buzullar arası dönemlerde ise, türler yayılış alanlarını çoğunlukla sığınaklarından daha yüksek enlemlere doğru genişletmişlerdir (Hewitt, 1996, 1999, 2000, 2004).

Pleyistosen'in son döneminde gerçekleşen son buzul çağı, buzullaşmanın en fazla olduğu dönemdir. Bu dönemin, günümüzden yaklaşık 22 bin yıl önceki kısmı ise, buzullaşma şiddetinin en fazla olduğu Son Buzul Maksimum (SBM) olarak adlandırılmaktadır. SBM'de, azalan yağış ve sıcaklığa bağlı olarak, dünya yüzeyinin % 8'i buzullarla kaplanmış, küresel buz kütleleri en yüksek hacmine ulaşmış, deniz seviyesi şimdiki seviyesine göre 120 m. kadar düşmüş ve kıta sahanlıkları kara haline gelmiştir (Atalay, 2005; Peltier, 2007; Clark vd., 2009). Son Buzul Çağı'nda, sıcaklık günümüze göre dünya yüzeyinde 4-5°C düşmüş, soğuma sonucu buharlaşma azalmış ve buna bağlı olarak da yağış azalmıştır. Sonuçta, enlemlerin yüksek ve orta kısımlarında soğuk ve kurak iklim koşulları oluşmuştur. Kuzey Yarımküre'nin kuzeyinde buzul kaplı alanlar artmış, orta enlemlerde, dağların yüksek kesimlerinde buzullaşma gerçekleşmiş, Avrupa'da Alp Dağları eteklerine ve Amerika'da Göller Bölgesine'ne kadar olan alan buzullarla kaplanmıştır. 11-12 bin yıl önce buzulların erimesiyle deniz seviyesi yükselmeye başlamıştır. Günümüzü de kapsayan Kuvaterner'in son çağı olan Holosen günümüzden yaklaşık 10-10,5 bin yıl önce başlamış olup, iklimsel açıdan en uygun kısmı yaklaşık 8±1 bin yıl öncesidir. Bu dönemde, sıcaklık ve yağış artmaya başlamış ve günümüz iklim koşullarına yaklaşılmıştır (Atalay, 2005).

### 1.3.2. Buzul Sığınakları

Hızlı ve büyük iklimsel değişiklikler, türlerin coğrafi dağılımlarında değişikliğe neden olmaktadır (Hewitt, 1999). Fosil kayıtlar, biyocoğrafi veriler ve filocoğrafya çalışmalarının ışığında, SBM’de, özellikle orta kuşak enlemlerindeki biyotanın büyük çoğunluğunun dağılımını değiştirdiğini ve genellikle daha düşük enlemlerdeki, iklimsel koşulların daha makul olduğu sığınak olarak tanımlanan bazı dar bölgelere çekilerek hayatta kalabildiğini göstermiştir (Bennett, vd., 1991; Proven ve Bennett, 2008). Buzul Sığınak Hipotezi olarak tanımlanan bu hipotez ile çok sayıda türün genetik çeşitliliğinin coğrafik açıdan değişimi ve türlerin yakın geçmişe ait evrimsel tarihleri ortaya konmuştur.

Kuvaterner süresince zaman içerisinde oluşan buzul sığınakları, biyocoğrafik araştırmalarda önemli yere sahiptir (Feliner, 2011). Sığınak kavramı, uygun çevresel koşulların azalması ve/veya uygun olmayan çevre koşulları sebebiyle türün bolluğunda azalmayla birlikte, dağılımındaki coğrafik daralma olarak tanımlanmaktadır (Provan ve Bennett, 2008). Geleneksel olarak sığınaklar, vikaryant taksonların dağılımı, süreklilik arzeden tür dağılım desenindeki kopukluklar, fosiller, makroskobik bitki kalıntıları ve polen birikintileri incelenerek tanımlanmaktadır (Huntley ve Birks, 1983; Carrión, vd., 2003; Waltari, vd., 2007). Bu gelişmeler ışığında, Avrupa’nın güneyinde, İber Yarımadası, İtalya Yarımadası ve Balkan Yarımadası’nda konumlanan 3 ana sığınığın varlığı tanımlanmıştır. (Taberlet, vd., 1998; Stewart, vd., 2009) Şekil 3’teki R1, R2 ve R3 SBM’de Avrupa’daki 3 ana güney buzul sığınığını göstermektedir. Bunlar sırasıyla, İspanya-Portekiz, İtalya ve Balkanlar’ı işaret etmektedir. Bu buzul sığınakları, ılıman kuşakta yaşayan türlerin buzul dönemlerde varlığını sürdürebilmesi için, uygun iklimsel koşulları barındıran alanları içermektedir (Hewitt, 1996; 2000). Şekil 3’teki Permafrost bölgenin güney sınırı ölçekli çizgi ile, deniz kıyısındaki çekilme ise, 100 metre denizaltı çizgisi ile kıyıların çevresinde gösterilmiştir. Aşağı enlemlerdeki buzul sığınaklarından biri olan Balkan Yarımadası, buzul sonrası, orta ve kuzey Avrupa'nın yeniden kolonizasyonunda kilit bir rol oynamıştır (Taberlet, vd., 1998; Hewitt, 1999, 2000; Feliner, 2011).



Şekil 3. SBM buzul sığınakları.

(Taberlet, vd., 1998)'den uyarlanarak, bir kısmı alıntılanmıştır.

SBM'nin bitimi ve iklim koşullarının çoğu tür için daha uygun hale gelmesiyle birlikte sığınaklardan kuzey yönlü yayılan türler, Avrupa'nın yeniden kolonize olmasına sebep olmuştur. Buzul sonrası yeniden kolonizasyon olarak tanımlanan bu durum ılıman kuşak bitkiler, böcekler ve omurgalı taksonları arasında genel bir örüntü olarak gözükmektedir (Hewitt, 2001). Türlerin, bu buzul döngüleri yoluyla demografik değişimini tanımlamak amacıyla, basit bir paradigma olan 'Genişleme-Daralma' (Expansion–Contraction) modeli ortaya konmuştur (Provan ve Bennett, 2008). Bu modele göre, buzul dönemlerinde, ılıman kuşak türlerinin çoğu, buzul dönemlerinde çok soğuk ve kuru iklim koşullarının hüküm sürmesi nedeniyle, mevcut dağılım alanlarında barınamayıp, genellikle daha düşük enlemlerdeki buzul sığınaklarına göç etmişlerdir. Bununla birlikte, bu türler buzullar arası dönemlerde, bu buzul sığınaklarından genellikle daha yüksek enlemlerdeki yeni alanlara doğru dağılım alanlarını genişletmiş, o bölgelerde yeniden kolonileşmişlerdir (Hewitt, 1996, 1999, 2000, 2004).

### 1.3.3. Antropojenik İklim Değişiklikleri

Dünyanın yörünge değişiklikleri (Milankovitch döngüleri) atmosferin üst kısımlarına rastlayan güneş radyasyonunun mevsimsel ve enlemsel açıdan yayılışını değiştirerek, buzul-buzullar arası döngüleri yönlendirmektedir. Milankovitch teorisi, buzul çağlarının 65°N enlemi civarındaki yaz solar radyasyonunun minimuma ulaşması ve kışın yağın karın tüm yıl kalmasıyla, kuzey yarımkürede buz tabakalarının oluşumunu sağlayacak kadar

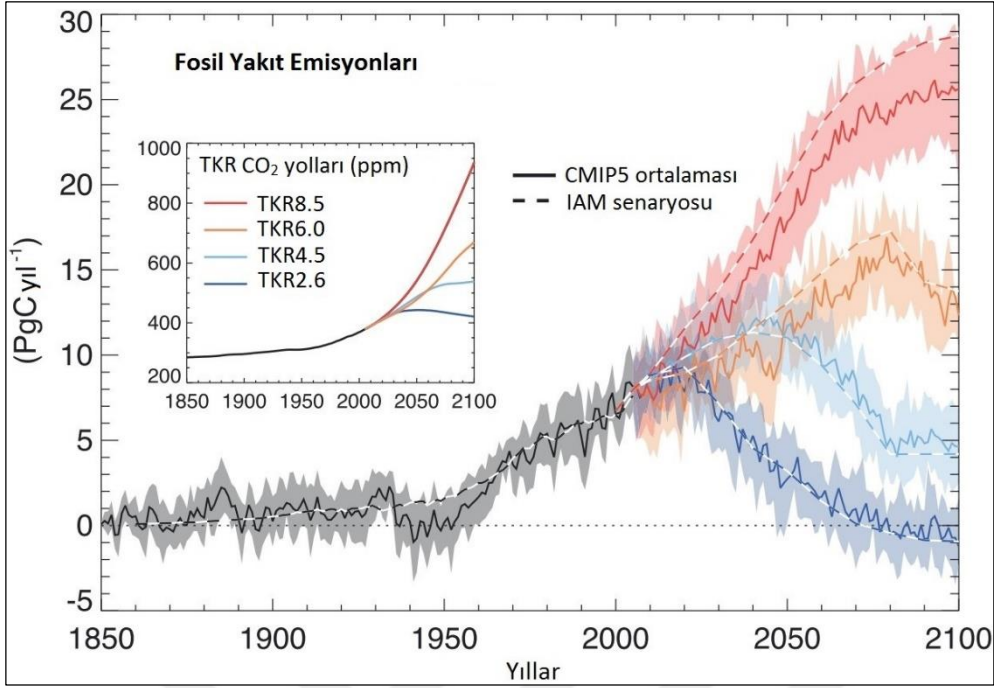


soğumasına neden olduğunu ve bu durumun buzul dönemleri tetiklediğini öne sürmektedir. Benzer şekilde, yörünge değişiklikleri nedeniyle kuzey yarımkürede yaz solar radyasyonunun, maksimuma ulaşması, buzulların hızla çözülmesine ve deniz seviyelerinde yükselmelere sebep olarak, iklim değişikliğini tetiklediğini öne sürmektedir. Gelecekte ısınmanın yüksek kuzey enlemlerdeki karasal yüzeylerde en fazla Kuzey Atlantik Okyanusu'nda bazı bölgelerde ve Güney Okyanusu'nda ise en az olacağı tahminlenmektedir. Yağışın, subtropikal bölgelerin çoğunda azalacağı ve yüksek enlemlerde artacağı tahmin edilmektedir (IPCC, 2007).

Ancak küresel atmosferdeki karbondioksit, metan ve azotoksit konsantrasyonları, 1750'den beri insan faaliyetlerinin bir sonucu önemli ölçüde artarak, binlerce yıllık buz çekirdeklerinden belirlenen sanayi öncesi değerlerin çok üzerine çıktığı saptanmıştır. Bu durum antropojenik (insan kaynaklı) iklim değişikliği olarak ifade edilmektedir. Karbondioksit yoğunluğundaki küresel artışlar, öncelikle fosil yakıt kullanımı ve arazi kullanımı değişikliğinden kaynaklanırken, metan ve nitrozoksitteki artışlar ise esas olarak tarımsal faaliyetlerden kaynaklanmaktadır. Belirtilen sera gazlarının ve aerosollerin atmosferik bolluğunda, güneş radyasyonu miktarında ve kara yüzeyi özelliklerindeki değişiklikler, iklim sisteminin enerji dengesini değiştirmektedir. Bu gibi antropojenik ve doğal faktörlerin küresel iklim üzerindeki ısınma veya soğuma etkilerini nasıl yönlendirdiğini karşılaştırmak amacıyla, 'ışınımsal zorlama' (radiative forcing) terimi kullanılmaktadır (IPCC, 2014). Işınımsal zorlama, harici olarak dayatılan değişikliğin bir sonucu olarak, dünyanın enerji dengesindeki değişimi ölçmek için kullanılmaktadır. Metrekare başına watt ( $W/m^2$ ) olarak tanımlanmaktadır (Stocker vd., 2013). Işınımsal zorlama ile bu zorlamalara iklim sisteminin cevabına yönelik olasılıkların bulunduğu antropojenik iklim değişikliği senaryoları, IPCC çalışmalarının önemli bir kısmını oluşturmaktadır. Senaryo, tahminden farklı olarak, gelecekteki alternatif durumların tanımlanması ile geleceğin canlandırılmasına dayanmaktadır (Nakicenovic, vd., 2000). İklimin, karmaşık bir sistem olması, belirsizliğinin de yüksek bir yapıda olmasına neden olmaktadır. Senaryolar, bu yüksek belirsizliği ele alarak, gelecekteki muhtemel değişimin anlaşılmasında önemli katkıyı sağlamaktadır (Moss, vd., 2010).

## İklim Senaryoları – Temsili Konantrasyon Rotaları

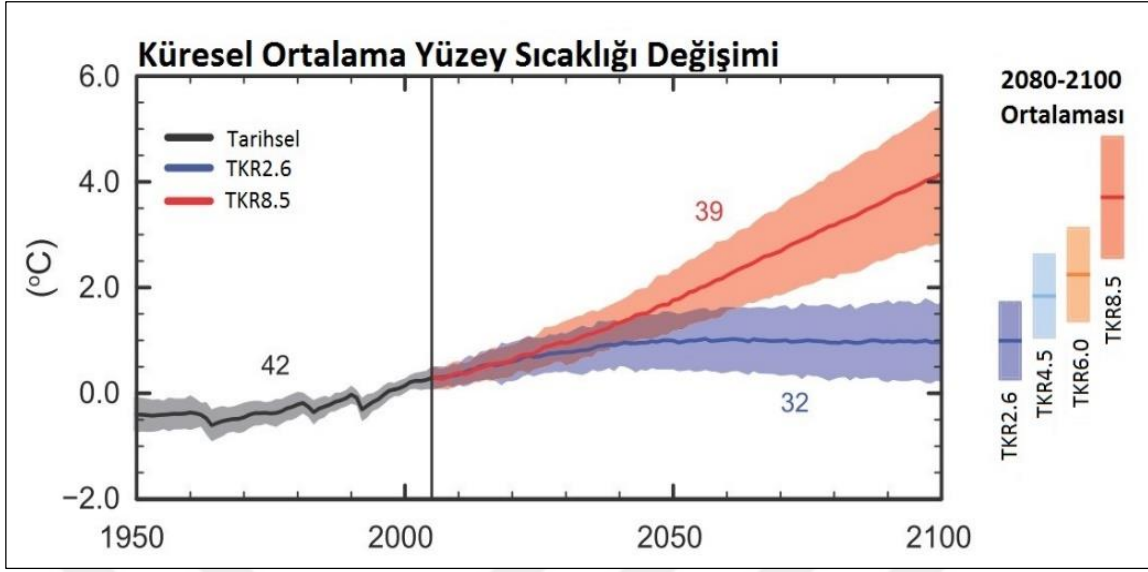
Dünya İklim Araştırma Programı'nın Beşinci Eşleştirilmiş Model Karşılaştırma Projesi (World Climate Research Programme's Fifth Coupled Model Intercomparison Project - CMIP5) çerçevesinde, atmosferik bileşim değişimine yönelik, olası gelecek durumu ortaya koymak üzere bir dizi senaryo geliştirilmiştir (Moss, vd., 2008; Moss, vd., 2010). Temsili Konantrasyon Rotaları – TKR'ler (Representative Concentration Pathways - RCPs) olarak adlandırılan bu senaryolar, iklim modeli simülasyonları için kullanılmaktadır. Her bir TKR, ekonomik, teknolojik, demografik, politik ve kurumsal alandaki değişimlerinin gelecekteki farklı etkilerinin kombinasyonlarıyla ve Entegre Değerlendirme Modelleri (IAMs) kullanılarak oluşturulmuştur (Meinshausen, vd., 2011; Stocker, vd., 2013). TKR'ler, CMIP5'in bir parçası olarak planlanan iklim modeli simülasyonlarını yürütmek için kullanılmaktadır (Knutti ve Sedláček, 2013). TKR'ler emisyon azaltım senaryoları grubunu temsil etmekte olup, 2100' de ışımsal zorlama açısından farklı hedeflere sahip olacak şekilde seçilmişlerdir. Bunlar, sırasıyla artan miktarda ışımsal zorlama değerleri ile yaklaşık 2,6, 4,5, 6,0 ve 8,5 W/m<sup>-2</sup>'dir. Şekil 4'te, farklı TKR'ler ile, fosil yakıt emisyon değerlerinde öngörülen artış miktarları görülmektedir. Yıllık emisyonun zaman serisi (PgC yr<sup>-1</sup>), kesikli çizgiler, TKR senaryolarını tanımlamak için kullanılan Entegre Değerlendirme Modelleri tarafından hesaplanan geçmiş tahminlerini ve TKR emisyonlarını temsil ederken, düz çizgiler ve dalgalı alan, CMIP5 Dünya Sistemi Modellerinin (Earth System Models – ESMs) model ortalaması ve standart sapma sonuçlarını göstermektedir.



Şekil 4. Dört TKR senaryosu için fosil yakıt emisyon değerleri.

(Stocker, vd., 2013)'den alıntılanmıştır.

Tüm sera gazı emisyon senaryoları göz önüne alındığında, 1986-2005 dönemine göre, 21. yüzyılın sonunda küresel ortalama yüzey sıcaklığının, 0,3 - 4,8 °C artması; her hangi bir önlem alınmadığı durumdaki en kötü senaryoya göre ise (TKR8.5), global ortalama yüzey sıcaklığının 21. yüzyıl sonunda 3,7 - 4,8 °C artacağı öngörülmektedir. 21. yüzyılın sonundaki küresel yüzey sıcaklığı değişiminin, TKR2.6 hariç tüm TKR senaryoları için 1850 ile 1900 yılları arasındaki ortalama değere göre 1,5 °C'yi aşması muhtemel görülmektedir. Bu değer, TKR 6.0 ve TKR 8.5 için 2°C'yi aşması ve TKR 4.5 için 2°C'yi aşmaması daha olasıdır. Isınma, yıldan yıla değişkenlik göstermekle birlikte, TKR2.6 hariç tüm TKR senaryolarında 2100 yılından sonra da devam edecektir (IPCC, 2013). Şekil 5'te 1986-2005'e göre küresel yıllık ortalama yüzey sıcaklığındaki değişiklik için 1950'den 2100'e CMIP5 çok modelli simüle edilmiş zaman serileri görülmektedir. Tüm TKR senaryoları için 2081-2100 yılları üzerinden hesaplanan, değer ortalamaları ve değişkenliği, renkli dikey çubuklar olarak verilmiştir. Çoklu-modelin ortalamasının hesaplanmasında kullanılan CMIP5 modellerinin sayısı şekil içerisinde belirtilmiştir.



Şekil 5. Küresel ortalama yüzey sıcaklığı değişimi.  
(Stocker, vd., 2013)'den alıntılanmıştır.

İklim değişikliğini sınırlandırabilmek için, salınan sera gazı emisyonlarının miktarında önemli ve sürekli azaltım gerekmektedir (IPCC, 2013). Isınmayı sanayi öncesi seviyelere göre 2 °C'nin altında sınırlayacak çok sayıda etki azaltma yolu tasarlanmıştır. Bu yollar, önümüzdeki birkaç on yılda önemli miktarda emisyon azaltımı ve yüzyılın sonuna kadar sifıra yakın karbondioksit ve diğer uzun ömürlü sera gazı emisyonu azaltımını gerektirecektir. Isınmayı daha düşük veya daha yüksek seviyelerle sınırlamak, farklı zaman ölçeklerinde olsa da, benzer zorlukları içermektedir (IPCC, 2014).

### İklim Modelleri

Gözlenen küresel ortalama sıcaklık değişimi (küresel ısınma), insan ve doğal kaynaklı çeşitli değişkenlerin göz önüne alındığı iklim modelleri ile açıklanabilmektedir. Enerjinin, gezegen üzerindeki döngüsel hareketinin nasıl olacağına dair iklim modelleri üretilirken, küresel ekonomi, enerji sistemleri, tarım ve arazi kullanımı, karasal ve okyanus karbon çevrimleri, buz erime modelleri, rüzgar, sıcaklık, nem, sera gazı emisyonları gibi bir çok sosyo-ekonomik, çevresel veri ve değişken hesaba katılmaktadır (Thomson, vd., 2011). İklim sistemindeki değişikliklerin projeksiyonları, basit iklim modellerinden orta derecede karmaşık iklim modellerine, kapsamlı iklim modellerine ve dünya sistemi modellerine kadar değişen bir iklim modelleri hiyerarşisi kullanılarak yapılmaktadır. Bu modeller, antropojenik

zorlama senaryolarına dayalı değişiklikleri simüle etmektedir. Atmosfer, okyanus, kriyosfer ve kara yüzeyindeki fiziksel süreçleri temsil eden sayısal modeller ‘Genel Sirkülasyon Modelleri - GSM’ler’ (General Circulation Models - GCMs) olarak adlandırılmakta ve küresel iklim sisteminin artan sera gazı konsantrasyonlarına tepkisini simüle etmek için günümüzde mevcut olan en gelişmiş araçlar olarak bilinmektedir. GSM'ler, basit iklim modellerinden farklı olarak, bölgesel iklim değişikliğinin coğrafi ve fiziksel olarak tutarlı tahminlerini sağlama potansiyeline sahiptir.

Tez çalışmasında farklı iklim modelleri ve senaryoları kullanılarak, geçmiş ve gelecek zaman dilimlerinde gerçekleşen büyük ölçekte küresel iklim değişiklikleri nedeniyle, ekolojik niş modellemesinde ortaya çıkabilecek belirsizliklerin üstesinden gelinmeye çalışılmıştır (Varela, vd., 2015).

#### **1.4. Biyoiklimsel Bağlantısallık**

Çeşitli araştırmalar, küresel iklim değişikliğinin türlerin dağılımı üzerindeki etkisinin, enlem veya yükselti değişimleri ile gerçekleştiğini vurgulamıştır (Parmesan, vd., 1999; Thomas, 2010; Chen, vd., 2011; Vicenzi, vd., 2017; Bezeng, vd., 2018). Küresel iklim değişikliği karşısında, biyoiklimsel bağlantısallık, popülasyonlar arasındaki bağlantıları ölçmek için kolaylaştırıcı bir araç olup, türlerin popülasyonları arası bağlantı koridorları oluşturmaktadır (Hodgson, vd., 2009; Brown, 2014). Biyoiklimsel bağlantısallık aracı, tür dağılım modelleri ve/veya popülasyon genetiği verileriyle birlikte daha önce kullanılmıştır (Chen, vd., 2011; Yu, vd., 2015; Zhang, vd., 2019). Bu yöntem, bir popülasyonun dispersal yoluyla takip edebileceği en düşük maliyetli yolları tahmin etmek için, ‘en düşük maliyetli koridorları’ (Least Cost Corridors - LCC) ve ‘en düşük maliyetli yolları’ (Least Cost Paths - LCP) sunmaktadır (Rudnick, vd., 2012). Maliyet, habitat uygunluğu ile ters orantılı olarak kabul edilmektedir. Tez çalışmasında, habitat uygunluğu yerine çalışmada kullanılan veri çeşidine uygun olacak şekilde biyoiklimsel uygunluk adı altında bu konu araştırılmıştır.

#### **1.5. Tezin Amacı**

Sürüngen türlerinin evrimsel tarihinde dağılım örüntüleri, ekolojik niş modelleme yaklaşımı ile (Kaliontzopoulou, vd., 2008; Sillero ve Carretero, 2013; Ćorović, vd., 2018;

Mothes, vd., 2019) ya da moleküler filocoğrafya ile birlikte (Melville, vd., 2016; Psonis, vd., 2018; Promnun, vd., 2021) sıklıkla çalışılmıştır.

Sürüngenler genel olarak zayıf dispersal yeteneği olan canlılar olup, yaşam alanlarına bağımlılıkları oldukça yüksektir (Huey, 1982; Joger, vd., 2007). Bu durum, dağılım örüntüleri ve iklimi arasında ilişki kurmayı daha kolay kılmaktadır. Türün taksonomik incelemesine (Baran, 1977; Çevik 1999; Bülbül, vd., 2015) ve filocoğrafyasına ilişkin daha önce gerçekleştirilen çalışmalar bulunmakla birlikte (Poulakakis, vd., 2005a; Poulakakis, vd., 2005b; Psonis, vd., 2017; Psonis, vd., 2018; Koç, vd., 2018), bu çalışmalar kapsamında, türün biyocoğrafyasına yönelik detaylı çıkarımlar yapılmamış, türün gelecek iklim modellemesi gerçekleştirilmemiştir. Tez çalışma kapsamında, türün tarihsel biyocoğrafyasına odaklanılmış, dağılım örüntüsünün, yeniden oluşturulmuş detaylı geçmiş (SBM ve Orta-Holosen) iklim modelleri ile olası geçmiş iklim değişimlerinden nasıl etkilendiği detaylı şekilde araştırılmıştır. Bununla birlikte tahminlenen gelecek (2050 ve 2070 yılları) için hazırlanan iklim senaryolarına (TKR2.6, TKR4.5, TKR6.0, TKR8.5) dayalı iklim modelleriyle, gelecekteki iklim değişimlerinin türün dağılım desenini nasıl etkileyeceği açıklanmaya çalışılmıştır. Dolayısıyla söz konusu tez çalışması bir eksiği giderecek ve özgün sonuçları içerecek niteliktedir.

Bu çalışmanın temel amacı, ılıman kuşakta, yaygın olarak yayılış gösteren bir sürüngen türü olan Balkan duvar kertenkelesinin (Pallas, 1814), küresel iklim modelleri ve senaryoları çerçevesinde günümüzde, geçmişte ve gelecekteki potansiyel yayılış desenini değerlendirmektir. Türün potansiyel coğrafi dağılımını oluşturan arazi kayıtları ve yayınlanmış makalelerden yeniden oluşturulan tür bulunma verisi ile şimdiki zaman, geçmiş ve gelecek zaman periyotları için WorldClim v. 1.4 (Hijmans, vd., 2005) veri tabanından elde edilen biyoiklimsel veri, modelleme yöntemiyle türün ekolojik nişini tahmin etmek için kullanılmıştır. Modelleme için yaygın olarak kullanılan modelleme yaklaşımı olan ENM tercih edilmiştir (Franklin, 2010; Peterson vd., 2011). Bununla birlikte, türlerin farklı zaman dilimlerine göre dağılım değişimi ve potansiyel buzul sığınakları değerlendirilmiştir. Ayrıca, biyoiklimsel değişkenler, model tahminine katkıları ve türlerin yayılış örüntüsü üzerindeki etkileri açısından irdelenmiştir. LCC ve LCP analizleri yapılmış ve tür popülasyonlarının biyoiklimsel bağlantısallığı analiz edilmiştir. Bunun yanı sıra, türün taksonomik incelemesi ve morfolojik farklılıkların kontrolü amacıyla, laboratuvar çalışmalarında sTrakya ve

Anadolu'dan tür örneklerinin pholidosis özellikleri analiz edilmiş, tür örneklerinin vücut ölçümleri ve oranları alınarak, önceki çalışmalardaki farklı örnek grupları ile tanımlayıcı istatistikî yöntemler uygulanarak karşılaştırılmıştır.



## İKİNCİ BÖLÜM

### ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

#### 2.1. Taksonomik ve Coğrafik Yayılış Çalışmaları

Türün taksonomisi, yayılışı ve tanımlanmasına ilişkin temel ve detaylı bir çalışmada, türün Türkiye'deki temsilinin *Podarcis tauricus tauricus* alt türü olduğu ve Trakya Bölgesi'nde yayılış gösterdiği aktarılmaktadır (Başoğlu ve Baran, 1977). Aynı çalışmada, Balkan duvar kertenkelesinin (*Podarcis tauricus*) Anadolu'dan ilk kaydının, Polonezköy'den (Bodenheimer, 1944) olduğu belirtilmiştir. Daha sonra, taksonun Adapazarı'nda ve Karamürsel'de yaşadığının tespit edilmesi ile, yalnızca Trakya ve İstanbul civarında değil, Marmara Denizi'nin doğu ve güney kısmında da yayılışının olduğu aktarılmıştır (Baran, 1977).

Taksonun Trakya popülasyonunun ayrıntılı olarak ele alındığı bir çalışmada, Türkiye'den toplanan 121 erkek, 96 dişi, 24 juvenil tür örneği üzerinde, pholidosis, vücut ölçüm ve oranları ve renk ve desen özellikleri incelenmiştir. İncelenen örneklerle Werner (1938) tarafından tanımlanan karakterlerin çoğunlukla büyük benzerlik içinde olduğu, Fuhn ve Vancea, (1961), Terentiev ve Chernov (1965) ve Başoğlu ve Baran, (1977) tarafından tanımlanan özelliklerden de farklı olmadığı ortaya konmuştur (Çevik, 1999).

Yunanistan ve Bulgaristan arasındaki, Batı Rodop Dağları'ndaki kapsamlı bir herpetofauna çalışması kapsamında, Mesta Nehri boyunca *P. tauricus* örneklerine sıklıkla rastlanıldığı, dağın en iç kesimlerinde türün bulunmadığı ancak daha çok çevresindeki 550 m. rakıma kadar olan tepelik açık ve otluk alanlarda türe rastlandığı aktarılmıştır (Petrov vd., 2006).

Türün kentsel iki metapopülasyonun yapısı üzerine, Bulgaristan'ın güneyinde gerçekleştirilen bir çalışmada, arazi kullanımının değişmesi ile bu durumun türün popülasyonuna etkisi araştırılmıştır. Plovdiv şehrinde tür için temel riskin, yapılaşma ve orman alanlarının artırılması ile açık alanların tahrip edilmesi olduğu belirtilmiştir. Yine de, türün popülasyonlarının bu olumsuz etkilerin üstesinden başarıyla geldiği ve popülasyonların devamlılık arzettiği aktarılmıştır (Mollov ve Valkanova, 2009).



Kırım'da yapılan bir çalışmada, toplanan *Podarcis tauricus* örneklerinde, renk sapması *cineracea* (concolor) olduğu aktarılmış ve bu renklenmenin coğrafi dağılımı ve sıklığı hakkında yeni veriler sunulmuştur. Renk sapması olan bireylerin Kırım Dağları bölgesinde, deniz seviyesinden bağımsız irtifalarda tespit edildiği aktarılmıştır. Renklenmenin bölgedeki melanin pigmentinin sentezini dolaylı yoldan etkileyen jeokimyasal kaya bileşiminden kaynaklandığı belirtilmiştir (Kukushkin ve Doronin, 2013).

Romanya'nın sürüngen faunası üzerine yapılan bir çalışmada, Balkan duvar kertenkelesinin güney ve güneydoğusunda oldukça sık ve kuzeybatısında da az sayıda olmakla birlikte, bir popülasyonunun bulunduğu aktarılmıştır (Cogălniceanu, vd., 2013).

Çanakkale çevresinden amfibi ve sürüngenlerin araştırıldığı bir çalışmada, tür Gelibolu yarımadasından tanımlanmış ancak Biga Yarımadası, Gökçeada'da ve Bozcaada'da kaydı bulunmamıştır (Tok ve Çiçek, 2014).

Türkiye'de yaşayan nominat alttürün, Düzce'den bulunması ile Balkan duvar kertenkelesinin dağılım alanının, Türkiye'nin Karadeniz kıyısı boyunca daha önce bilinen 90 Km. daha doğuya uzandığı ortaya konmuştur. Aynı çalışmada, tür örnekleri morfometrik, pholidosis ve renk-desen özellikleri açısından araştırılmış, örneklerin özelliklerinin literatürde, *P. tauricus tauricus* için tanımlanan özelliklerden farklı olmadığı bulunmuştur (Bülbül, vd., 2015).

Sırbistan'daki Lacertid türlerinin dağılımının araştırıldığı bir çalışmada, Balkan duvar kertenkelesinin step ve orman-step habitatlarında, Sırbistan'ın %10 ile %50'sini kapsacak miktarda yayılış gösteren nadir türlerden olduğu, türün dağılımının Sırbistan'ın kuzeybatı sınırına ulaştığı ifade edilmektedir. Türün, geçmişte daha geniş bir dağılım alanı olduğu, şu anki yayılışındaki daralmanın tarım alanlarının artması ile, tür için uygun açık arazilerin değişiminden kaynaklandığı ifade edilmektedir (Urošević, vd., 2015).

*Podarcis tauricus*, Sırbistan'da parçalı bir yayılış alanına sahip olup, bu durumun açık bozkır habitatlarının bulunması ve tarımsal uygulamalara bağlı habitat kaybı nedeniyle olduğu ifade edilmiştir. Öte yandan, türün antropojenik habitat dejenerasyonundan

faaydalanabildiği, 6zellikle nehir bentlerinin kumlu, seyrek bitkiye sahip kısımları gibi insan yapımı yaşam alanlarını kolonize edebildiği aktarılmıştır. Sırbistan'ın kuzey kesimlerinde ise, Balkan duvar kertenkelesinin ova pop6lasyonlarının, diğer t6rlerin pop6lasyonlarıyla rekabetten dolayı, alandan silinme vakaları kaydedildiği için, risk altında olabileceği belirtilmiştir (Uroşevic, vd., 2016).

anakkale'nin Anadolu yakasından ilk t6r 6rneği ardak Lag6n6 çevresinden kayıt altına alınmıştır. Çalışmada 6 erişkin, lag6n çevresindeki kofa (*Juncus acutus*) gibi halofit bitkilerin yer aldığı kumluk alanda bulunmuştur (G6l ve Tosunoğlu, 2017).

## 2.2. T6r6n Biyolojisine Dair alışmalar

Romanya'da gerçekleştirilen bir çalışmada, Balkan duvar kertenkelesinin, saklanmak ve k6t6 hava koşullarından korunmak amacıyla alternatif bir sığınak olarak 6r6mcek deliklerini kullandıklarını aktarılmaktadır (Sas-Kov6cs ve Sas-Kov6cs, 2020).

Bir alışmada, *P. tauricus* pop6lasyonunun batın ve yumurta karakteristikleri laboratuvar ortamında analiz edilmiştir. Dişi v6cut b6y6kl6đ6n6n batın sayısı ve yumurta b6y6kl6đ6ne etkisinin olmadığı, ayrıca yumurta sayısı ile bir batındaki yumurta miktarının birbirleriyle ilişkili olmadığı aktarılmıştır (Ljubisavljevi, vd., 2010).

*P. tauricus* ve diğer iki t6r6n Yunanistan'daki 6reme 6zelikleri 6zerine yapılan bir çalışmada, dişi v6cut boyu, batındaki yumurta sayısı ve yumurta b6y6kl6đ6 araştırılmış, *P. tauricus* taksonunda, v6cut boyu ile batındaki yumurta sayısı pozitif korelasyon g6stermiş, ve 6remenin yumurtanın boyutundan ziyade sayısal artışı ile sağlanması y6n6nde bir ivme olduğu aktarılmıştır (Maragou, vd., 1999).

Vejetasyon 6zellikleri ile s6r6ngen t6rlerinin yoğunluklarının araştırıldığı bir çalışmada, Balkan duvar kertenkelesinin (*Podarcis tauricus*) ortamdaki sorgu otu (*Stipa spp.*) bitkisinin y6ksekl6đine pozitif şekilde, genel bitki 6rt6s6 yoğunluğuna ise negatif şekilde cevap verdiği ortaya çıkmıştır. Çalışmada, vejetasyonun yapısal ve kompozisyon açısından çeşitliliğinin s6r6ngenler açısından 6nemi vurgulanmıştır (Mizsei, vd., 2020).

### 2.3. Filocoğrafya ve ENM Çalışmaları

Balkan duvar kertenkelesinin (*Podarcis tauricus*), filogenetik açıdan değerlendirilmesi, diğer *Podarcis* türleri ile ilişkisi ve DNA sekanslarına ilişkin Avrupa’da yapılmış moleküler çalışmalar bulunmaktadır. *Podarcis* için önceden kabul edilen sistematik çıkarımlar ve takson içindeki farklı türler bazındaki ilişkilerin, yapılan moleküler araştırmaların sonuçlarına göre hızla değişme eğiliminde olduğu ortaya konmuştur (Arnold, vd., 2007).

*Podarcis* üzerine, *P. tauricus* taksonunun da dahil edildiği mitokondrial DNA sekans verisi kullanılarak gerçekleştirilen ilk moleküler çalışma, duvar kertenkeleleri arasındaki filogenetik ilişkiye odaklanmıştır. Bu çalışmada, moleküler verinin morfolojik sonuçları destekler şekilde, *Podarcis*’in parafiletik *Lacerta* taksonundan köken aldığı, *Podarcis* içerisinde coğrafik olarak birbirleriyle uyumlu 4 soy hattının olduğu bulunmuştur. Bunlardan Balkan soy hattının, *P. tauricus*, *P. milensis*, *P. gaegeae*, *P. melisellensis* taksonlarını içerdiği ve olasılık dahilinde *P. wagleriana*, *P. erhardi* ve *P. peloponnesiaca* taksonlarını da içerebileceği belirtilmiştir. Balkan soy hattı içerisinde, iki tür çifti bulunduğu, bunlardan *P. melisellensis* ve *P. tauricus* taksonlarını içeren tür çiftinin dağılım alanlarının batı Balkan Dinarik Dağları nedeniyle allopatrik bir ayrışmaya gittiği ifade edilmektedir. Ayrıca, protein elektroforez analizi sonucuna göre, bu iki türün yakın ilişkide olduğu aktarılmıştır (Harris ve Arnold, 1999).

*Podarcis* taksonu içerisindeki filocoğrafik ilişki, mtDNA’sı kullanılarak farklı çalışmalarda araştırılmıştır. Parçalı mitokondri DNA sekansı ile gerçekleştirilen bir çalışmada, *Podarcis* taksonunun monofiletik yapısı araştırılmıştır. Bu çalışmada, Miyosen’de *Podarcis* içerisinde gerçekleşen çeşitlenme sekans verisiyle ortaya konmuştur. Takson içerisinde 7 ayrı soy hattı bulunmuş, bu soy hatlarının bir tanesi de Balkan duvar kertenkelesini içine alan Balkan soy hattı olarak belirtilmiştir (*P. erhardi*, *P. milensis*, *P. peloponnesiaca*, , *P. melisellensis* ve *P. tauricus*). *Podarcis* taksonu içerisinde, erken zamanda, çok sayıda ve hızlı şekilde gerçekleşen parçalanmalar sonucu ayrılan ana soy hatlarının, çalışmada kullanılan veriler ve parsimoni analiziyle çözülemeyecek boyutta olduğu belirtilmiş ancak *Podarcis* taksonunun monofiletik yapısı desteklenmiştir (Oliverio, vd., 2000).

Yunanistan'dan *P. tauricus* tür alt grubuna ait örneklerle, bu alt grup içindeki türler arasındaki filogenetik ilişkinin araştırıldığı bir çalışmada, kısmi mtDNA (sitb ve 16S) verisi kullanılarak analizler gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar, alt grup içerisindeki monofiletik yapıyı desteklemiştir. *P. tauricus* tür örneklerinin iki gruba ayrıldığı görülmüştür. Bir grubun, kuzeydoğu Yunanistan'ı, diğer grubun ise, geri kalan Yunanistan anakarasını ve İyon Adaları'nı temsil ettiği ortaya çıkmıştır. Yunanistan'daki *P. tauricus* popülasyonunun evrimsel tarihinin tek evrimsel yayılıştan farklı ve daha karmaşık olduğu ifade edilmiştir. *P. tauricus* taksonunun yüksek genetik çeşitlenme gösterdiği ve kompleks yapıda olduğu değerlendirilmiştir (Poulakakis, vd., 2005a).

*Podarcis* taksonunun filogenetik ilişkileri ve Balkan yarımadasındaki *Podarcis* türlerini biyocoğrafyası üzerine gerçekleştirilen bir çalışmada, taksonun monofiletik bir yapıda olduğu ve 3 filogenetik soy hattına sahip olduğu ortaya konmuştur. *P. tauricus* taksonunun, *P. milensis*, *P. melisellensis* ve *P. gaigeae* ile aynı soy hattı içerisinde yer aldığı belirtilmiştir. Filogenetik ağacın ana dallarının belirgin şekilde ayrılmış coğrafi dağılıma ve topolojiye sahip olması, Ege Denizi'nin jeolojik tarihindeki önemli paleocoğrafik ayrımlarla çakışan bir takson yapısı ortaya koymuştur (Poulakakis, vd., 2005b).

Balkanlar'daki *Podarcis tauricus* tür alt grubu içerisindeki genetik çeşitliliği ele alan bir çalışmada, filogenetik yapı 2 mtDNA ve 3 nDNA gen bölgesinden elde edilen sekans verisi kullanılarak tekrar araştırılmıştır. Sonuç olarak, türün monofiletik yapısı, alttürlerden birinin (*P.t. ionicus*) tür seviyesindeki genetik uzaklığa sahip olduğu ve tür içi büyük genetik çeşitlilik sergilediği için desteklenmemiştir. Tür sınırlandırma (species delimitation) yaklaşımı kapsamında *P. tauricus* tür alt grubu içerisinde dokuz tür tespit etmiştir (*P. milensis*, *P. gaigeae*, *P. melisellensis*, ve *P. tauricus* kompleksi içerisinde 6 tane). *P. t. ionicus* alt tür grubunun taksonomik açıdan yeniden değerlendirilmesi gerekliliğinin altı çizilmiştir (Psonis, vd., 2017).

*Podarcis* taksonu üzerindeki coğrafi açıdan en ayrıntılı filocoğrafik çalışmada, *P. tauricus* tür alt grubu temel alınarak Balkan Yarımadası'ndaki ve güney doğu Avrupa'daki, *Podarcis* taksonu içerisindeki çeşitlilik, filocoğrafya, tarihsel demografi, popülasyon yapısı araştırılmıştır. Genom çapında SNP'ler (ddRADseq), mikrosatellit, mtDNA ve nDNA gibi çeşitli metodların entegre edildiği çalışmada, moleküler çalışmaları destekleyici bir analiz

olarak *P. tauricus* için son buzullar arası dönem ve SBM dönemi potansiyel dağılım analizleri de gerçekleştirilmiştir. Sonuç olarak, Messiniyen tuzluluk krizinin tür çeşitliliğini şekillendiren kilit rolde olduğu, tür içi çeşitlenmede ise, temel olarak Piliyosen tektonik olayları ve Kuvaterner iklim dalgalanmalarının itici gücü ortaya konmuştur. Ayrıca bu çalışma kapsamında, Yunanistan anakarasındaki kuzey-güney doğrultulu Pindus Dağları'nın doğu ve batı taraflarına karşılık gelen kesiminde yer alan ve daha önce *Podarcis t. ionicus* olarak ifade edilen popülasyonun, gerçekleştirilen filogenetik çalışma sonucunda tür kategorisinde moleküler farklılığa sahip olduğu ve iki ana soy hattının bulunduğu ortaya konmuştur. Aynı çalışmada, *Podarcis tauricus* taksonuna ait kalan iki alt tür olan *P. tauricus tauricus* ve *P. tauricus thanopoulou* arasındaki filogenetik farklılığın az olduğu aktarılmış ve bu iki alt tür, *P. tauricus* takson adı altında tek bir tür olarak kabul edilmiştir (Psonis, vd., 2018). Bu çalışmaya dayanarak, Avrupa Herpetoloji Derneği Taksonomik Komitesi, doğu popülasyonuna ait *P. tauricus tauricus* ve *P. tauricus thasopulae* (Kattinger, 1942) alt türlerinin *P. tauricus* adını koruması, batı popülasyonuna ait *P. tauricus ionicus* alt türünün, *P. ionicus* (Lehrs, 1902) adıyla tür seviyesine yükseltilmesini kararlaştırmıştır.

Yakın zamanda, Türkiye'den elde edilen örneklerin mtDNA dizilerinin kullanıldığı, filocoğrafik ilişkiye dayalı bir çalışmada, *Podarcis siculus* ve *Podarcis tauricus* türlerinin taksonomik ilişkileri filogenetik yaklaşımla, sırasıyla 43 ve 42 mtDNA (16 S rRNA ve sitb) sekansları kullanılarak karşılaştırmalı olarak analiz edilmiştir. Türkiye'deki *P. siculus* popülasyonları arasındaki genetik uzaklık düşük ve öte yandan, *P. tauricus* popülasyonları arasındaki genetik uzaklık ise daha yüksek bulunmuştur. Sonuç olarak, her iki türün de mevcut popülasyonlarının monofiletik olduğu ve türlerin popülasyonları arası bariyer bulunmadığı ifade edilmiştir (Koç, vd., 2018).

Türkiye'de gerçekleştirilen diğer bir çalışmada, Çanakkale-Çardak popülasyonundan alınan tür örneklerinin mtDNA (16 S rRNA ve sitb) sekansları, Gelibolu, Kırklareli ve Şile popülasyonları ile karşılaştırılmış, filogenetik ağaç ve haplotip çeşitliliğini ortaya koymak için haplotip ağı oluşturulmuştur. Çardak popülasyonunun, Çanakkale Boğazı'nın diğer tarafında yer alan Gelibolu popülasyonu ile genetik olarak benzer olduğu ortaya konmuştur (Çördük, vd., 2018).

Türün en kuzey popülasyonu üzerine Çek Cumhuriyeti'nde gerçekleştirilen moleküler bir çalışmada, Sitb markırı kullanılarak türün ayrık ve uzak popülasyonunun kaynağı araştırılmıştır. Çalışmada 3 ayrı yeni haplotip bulunmuş, bunların merkez/kuzey Balkan ve Macaristan popülasyonu ile yakın ilişkili olduğu ortaya konmuştur. Çalışmada var olan popülasyonun, insan eliyle ya da doğal yollarla türeyen yerli bir popülasyon olduğu desteklenmekte, türün yakın zamandaki genişlemesi ya da alana giriş yapması yönündeki tezler dışlanmaktadır (Rehák, vd., 2022).



## ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

### MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1. Ekolojik Niş Modellemesi

##### 3.1.1. Kullanılan Veri

##### Tür Bulunma Verisi

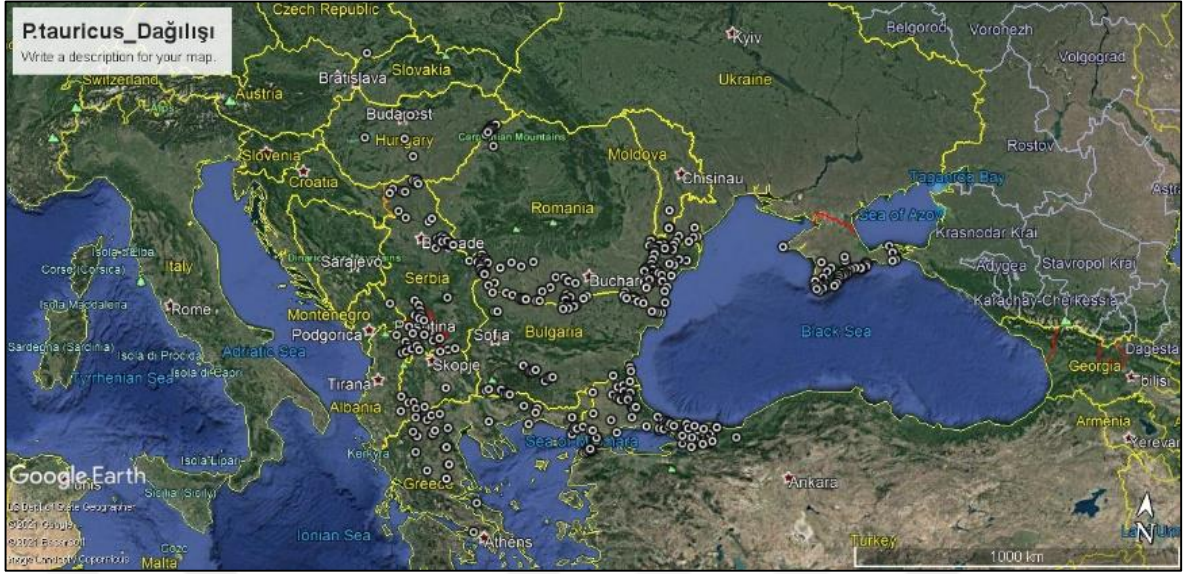
Yakın zamanda *P. tauricus ionicus*, *P. ionicus* adıyla tür seviyesine yükseltildiği için, bu türün yayılış alanındaki tür bulunma verileri çalışmaya dahil edilmemiştir. Bununla birlikte, *P. tauricus* taksonunun iki alt türü olan *P. tauricus tauricus* ve *P. tauricus thasopulae* (Kattinger, 1942) popülasyonlarına ait veriler tez çalışmasına dâhil edilmiştir.

Tez çalışması için kullanılan tür bulunma verilerinin bulunduğu çoğu bilimsel çalışmada, veri koordinat verisi olarak verilmemekte, bunun yerine türün bulunduğu alan tanımlaması, köy, kasaba, yakın nehir, dağ veya tepe isimleri ile tarif edilmiştir. Bu nedenle tür gözlem verisi oluşturulurken, türün bulunma olasılığının en yüksek olduğu lokasyon, yanlış olma payı da hesaba katılarak belirlenmiştir. Öncelikle 5x5 km<sup>2</sup>'lik bir alanda, türün bulunma olasılığına bakılmış ve çoğu lokasyon tarifinde, bu kadar yüksek doğrulukta tür gözlem verisinin bulunmadığı görülmüştür. Bu nedenle, bu alana eşit büyüklükte alan olan 2,5 arc-dk (=5x5 km<sup>2</sup>) çözünürlükteki biyoiklimsel veri kullanılmamıştır. Bu çözünürlükten sonra gelen daha düşük çözünürlüklü veri 5 arc-dk (=~8,3 x 8,3 km<sup>2</sup>) boyutundadır. Eldeki tür gözlem verisinin büyük çoğunlukla 8,3 x 8,3 km<sup>2</sup> içerisinde kaldığı görülmüştür. Modelleme işleminde kullanılacak tür bulunma verisi ve biyoiklimsel verinin uzamsal açıdan birbiriyle uyumlu olması gerekmektedir (Araújo, vd., 2019; Feng, vd., 2019; Sofaer, vd., 2019). Bu nedenle, türün bulunabileceği lokasyon, biyoiklimsel verinin çözünürlüğü olan ~8,3 x 8,3 km<sup>2</sup> içerisine yerleştirilebildiği takdirde, bu veri kabul edilmiştir. Sonrasında, ekolojik gereksinimleri göz önünde bulundurularak türün bu kare içerisinde bulunabileceği en uygun nokta belirlenmiş, ondalık (desimal) koordinat verisi Google Earth versiyon 7.3.2'de (<http://www.google.com/earth>) üzerinde oluşturulmuş ve tür bulunma verisi olarak kaydedilerek excel dosyasına işlenmiştir. Belirtilen alan içerisinde kalacak şekilde tanımlanmamış tür gözlem verileri, yeterli doğrulukta bulunmamış ve lokasyon verisi olarak kabul edilmemiştir. Böylece, toplamda 370 adet koordinat verisi oluşturularak, modelleme çalışmasında kullanılmıştır (Bkz. Şekil 6). Bu verilerin % 10'u, bilimsel yayınlarda verilen

gerçek koordinat verisidir. Geriye kalan veriler, ilgili makalede tanımlanan tür gözlem verileri kullanılarak yukarıda belirtilen yöntemle oluşturulmuştur. Tür bulunma verisinin elde edildiği makaleler şunlardır: Altunışık, vd., (2016); Başoğlu ve Baran, (1977); Bülbül, vd., (2015); Cogălniceanu, vd., (2013); Çördük, vd., (2018); Eroğlu, vd., (2017); Fischer, vd., (2019); Iftime ve Iftime, (2016); Koç, vd., (2018); Kukushkin ve Doronin, (2013); Mollov ve Valkanova, (2009); Petrov, vd., (2006); Poulakakis, vd., (2005a, 2005b); Psonis, vd., (2017); Sokolov, (2019); Stănescu, vd., (2013); Tomovic, vd., (2018); Tok ve Çiçek, (2014); Urošević, vd., (2015). ÇOMÜ Zooloji Araştırma Laboratuvarı ZDEU-ÇOMÜ koleksiyonu ve ÇOMÜ- Etik Komitesi izniyle (No: 2018/04-01) toplanan ve modelleme çalışmasında kullanılan yeni örneklerle dair tür lokasyon bilgileri şunlardır: ZDEU-49/2009-1/1♂ Demirköy/Kırklareli, Leg. C. V. Tok, B. Y. Yakın; ZDEU-58/2010/1♂ Dupnisa/Kırklareli, Leg. C. V. Tok, B. Y. Yakın; ZDEU-17/2011-1/1♂ Saray/Tekirdağ, Leg. C. V. Tok, B. Y. Yakın; ZDEU-127/2009/1♀ Dereköy/Kırklareli, Leg. C. V. Tok, B. Y. Yakın; ZDEU-28/2018/1♂ Karasu/Sakarya, Leg. C. V. Tok, Ç. Göcek; ZDEU-27/2019/1♀ Çardak/Çanakkale, Leg. C. V. Tok, Ç. Göcek.

Tez çalışmasında kullanılan tür bulunma verisi, çoğunlukla 1990 yılı sonrasına ait olmak üzere 1977 ve 2019 yılları arasındaki bilimsel çalışmalardan elde edilmiştir. Biyoiklimsel veri ise, 1960-1990 yıllarını kapsayan iklim verisi ile oluşturulmuştur. Bununla birlikte, türün dağılım alanına ait olabildiğince çok veriyi analize dahil etmenin, türün ekolojik nişini tahminlemede daha fazla katkı sağlayacağı yönünde karar verilmiştir. Bu nedenle, tür bulunma verisi ile biyoiklimsel verinin temporal (zamansal) uygunluğu dikkate alınmadan, yalnızca uzamsal uygunluk göz önünde bulundurulmuştur. Tez çalışmasında kullanılan tür bulunma verileri, coğrafi bilgi sistemleri programında düzenlenmiş, alansal seyreltme yapılmış ve seçilen seyreltme miktarındaki bulunma verisi, Wallace (Kass, vd., 2018; “Wallace Ecological Modeling App”, 2023) platformu ara yüzünde, model oluşturmak üzere kullanılmıştır.





Şekil 6. Türün dağılımının oluşturulan lokasyonlar ile çalışma kapsamında hazırlanan haritası

### Biyoklimsel Veri

Worldclim versiyon 1.4 veri bankasından (Hijmans, vd., 2005; <http://www.worldclim.org>) 5 arc-dk uzamsal çözünürlükte, iklim modellerine dayanılarak yeniden oluşturulmuş uzak geçmiş (SBM, ~22 bin yıl öncesi; Orta-Holosen, ~7 bin yıl öncesi), günümüz (yakın geçmiş, 1960-1990 yılları arası ortalaması) ve iklim modellerine dayanan öngörülen yakın gelecek 2050 (2041-2060 yılları ortalaması) ve 2070 (2061-2080 yılları ortalaması) zaman dilimleri için düşükten yükseğe 4 ayrı zorlama seviyesindeki (forcing level) 4 temsili konsantrasyon rotasının [TKR2.6 (düşük), TKR4.5 (orta), TKR6.0 (yüksek) ve TKR8.5 (yüksek)] her biri için, 3 ayrı GSM biyoklimsel veri seti kullanılmıştır. Biyoklimsel veri setleri, dünyadaki iklim istasyonlarının aylık ortalama sıcaklık ve yağış verileri kullanılarak türetilmiş 19 biyoklimsel veri katmanını içermektedir (Bkz. Tablo 1).

Tez çalışması kapsamında kullanılan iklim modelleri, CMIP5 altında yer alan GSM modelleridir. Bu modeller, yeniden oluşturulan uzak geçmiş ve öngörülen yakın gelecek zaman periyotları için geliştirilen küresel iklim modelleri de olup, CCSM4 (The Community Climate System Model Version 4; Gent, vd., 2011), MPI-ESM (Max Planck Institute Earth System Model; Giorgetta, vd., 2013) ve MIROC-ESM (Model for Interdisciplinary Research on Climate; Watanabe, vd., 2011)'dir. Bu modeller, küresel ve kıtasal ölçeklerde

iklim değişikliğinin iklim sisteminin farklı bileşenleri üzerindeki etkilerini incelemek amacıyla sıkça kullanılmaktadır (Hu ve Wu, 2004).

İklim gradiyentinde yapay kırılmalar olan biyoiklimsel değişkenler (BİO8, BİO9, BİO18, BİO19), uç değerlerdeki değişkenler (BİO5, BİO6, BİO13, BİO14) ve çalışmanın amacıyla örtüşmeyen değişkenler (BİO7) çalışmadan çıkarılmış ve böylece model tahminindeki belirsizlik azaltılmaya çalışılmıştır (Varela, vd., 2015). Sonuç olarak, 10 biyoiklimsel değişken (BİO1, BİO2, BİO3, BİO4, BİO10, BİO11, BİO12, BİO15, BİO16 ve BİO17) model oluşturmak için kullanılmıştır (Bkz. Tablo 2). Biyoiklimsel değişkenler, ArcGIS v.10.5 üzerinde SDM ToolBox v. 2.4 (Brown, vd., 2017) kullanılarak korrelasyon açısından analiz edilmiştir. Biyoiklimsel verilerin birbirleriyle korrelasyonu yüksektir. Bu nedenle, yüksek bir eşik değer olan ‘0,8’ alınmış olup, ‘≤0,8’ değere sahip değişken çiftleri bir arada olacak şekilde biyoiklimsel veri setleri oluşturulmuş, böylece bir arada olabilecek en yüksek sayıda değişkene sahip 4 biyoiklimsel veri seti ortaya çıkmıştır (Tablo 2 ve Tablo 3).

Tablo 1.

Biyoiklimsel değişkenler. Koyu renk ile ifade edilen değişkenler, biyoiklimsel veri setlerinin oluşturulması için kullanılmıştır.

Kısa adı	Tanımı	Birim
<b>BİO1</b>	<b>Yıllık ortalama sıcaklık</b>	<sup>0</sup> C
<b>BİO2</b>	<b>Ortalama sıcaklığın değişim aralığı (Aylık en yüksek ve en düşük sıcaklığın ortalaması)</b>	<sup>0</sup> C
<b>BİO3</b>	<b>Izotermallik (BİO2/BİO7) (×100)</b>	%
<b>BİO4</b>	<b>Mevsimsel sıcaklık (standart sapma ×100)</b>	<sup>0</sup> C
BİO 5	En sıcak ayın en yüksek sıcaklığı	<sup>0</sup> C
BİO6	En soğuk ayın en düşük sıcaklığı	<sup>0</sup> C
BİO7	Yıllık sıcaklık aralığı	<sup>0</sup> C
BİO8	En yağışlı mevsimin ortalama sıcaklığı	<sup>0</sup> C
BİO9	En kurak mevsimin ortalama sıcaklığı	<sup>0</sup> C
<b>BİO10</b>	<b>En sıcak mevsimin (yaz) ortalama sıcaklığı</b>	<sup>0</sup> C
<b>BİO11</b>	<b>En soğuk mevsimin (kış) ortalama sıcaklığı</b>	<sup>0</sup> C
<b>BİO12</b>	<b>Yıllık yağış miktarı</b>	<b>mm</b>
BİO13	En yağışlı ayın yağış miktarı	mm
BİO14	En kurak ayın yağış miktarı	mm
<b>BİO15</b>	<b>Yağışın mevsimsel değişkenliği (Varyasyon katsayısı)</b>	%
<b>BİO16</b>	<b>En yağışlı mevsimin yağış miktarı</b>	<b>mm</b>
<b>BİO17</b>	<b>En kurak mevsimin (yaz) yağış miktarı</b>	<b>mm</b>
BİO18	En sıcak mevsimin (yaz) yağış miktarı	mm
BİO19	En soğul mevsimin (kış) yağış miktarı	mm

Tablo 2.

Biyoklimsel değişkenlerin korrelasyon matrisi

	<b>BiO1</b>	<b>BiO2</b>	<b>BiO3</b>	<b>BiO4</b>	<b>BiO10</b>	<b>BiO11</b>	<b>BiO12</b>	<b>BiO15</b>	<b>BiO16</b>	<b>BiO17</b>
<b>BiO1</b>	1	0,15831	0,46289	0,49141	<b>0,90417</b>	<b>0,95238</b>	0,00596	0,47657	0,22899	0,45993
<b>BiO2</b>		1	0,76516	0,16014	0,08889	0,15429	0,17890	0,33977	0,05153	0,45400
<b>BiO3</b>			1	0,74147	0,16099	0,60212	0,18693	0,52871	0,33357	0,38805
<b>BiO4</b>				1	0,07716	0,72711	0,46817	0,42953	0,53480	0,10247
<b>BiO10</b>					1	0,73979	0,21423	0,32895	0,00378	0,47045
<b>BiO11</b>						1	0,17171	0,51910	0,36864	0,39375
<b>BiO12</b>							1	0,09192	<b>0,85977</b>	0,55185
<b>BiO15</b>								1	0,55066	0,72152
<b>BiO16</b>									1	0,11176
<b>BiO17</b>										1

Tablo 3.

Biyoklimsel veri setleri.

<b>Biyoklimsel veri setleri</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>Biyoklimsel değişkenler</b>	BiO1	BiO1	BiO2	BiO2
	BiO2	BiO2	BiO3	BiO3
	BiO3	BiO3	BiO4	BiO4
	BiO4	BiO4	BiO10	BiO10
	BiO12	BiO15	BiO11	BiO11
	BiO15	BiO16	BiO12	BiO15
	BiO17	BiO17	BiO15	BiO16
			BiO17	BiO17

### 3.1.2. Niş Modellemesi Adımları

Niş modellemesi çalışmasının ilk aşamasında, Wallace platformu üzerinde Maxent v.3.4.1. algoritması kullanılarak, tür için ekolojik niş modelleri oluşturulmuştur. Daha sonra, ekolojik nişi en iyi yakalayan model belirlenmiştir. Model seçiminin ardından, ‘Maxent.jar’ java uygulaması üzerinde, seçilen ekolojik niş modelinin günümüz, geçmiş ve gelecek projeksiyonları gerçekleştirilmiş ve türün dağılım örüntüsündeki değişimler irdelenmiştir.

Wallace v.1.0.6 yazılımı bir açık kaynak platformu olup, R komut dosyası ile çalışan, kullanım dostu iş akışına sahiptir (Kass, vd., 2018; “Wallace Ecological Modeling App”, 2023; Muscarella, vd., 2014; Gür, 2019). Wallace yazılımı, optimum biyoklimsel değişken

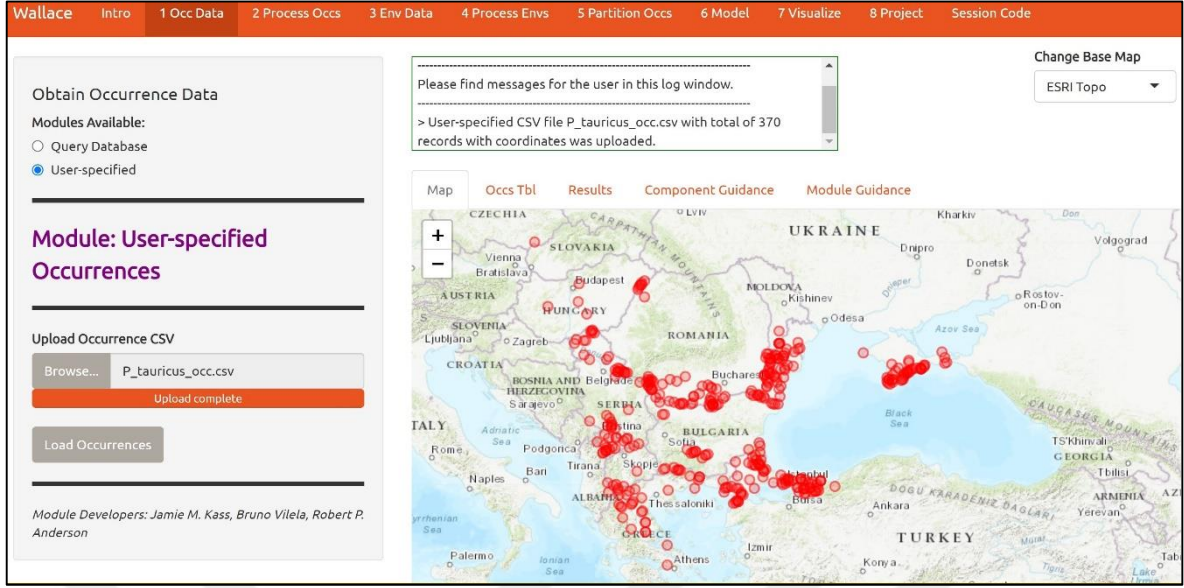
setinin seçimi ve model ayarlarının yapılması amacıyla kullanılmıştır (Elith, vd., 2011; Merow, vd., 2013). Wallace modülünün kullanımı Maxent yazılımında güncel tür dağılım modeli oluşturmaya kıyasla daha az ön hazırlık gerektirmektedir. Örneğin, tür gözlem verisinin ve biyoiklimsel verinin işlenmesi gibi işlemler Wallace modülünde iş adımları kapsamında hızlıca gerçekleştirilebilmektedir.

### **Wallace Platformunda Modelin Oluşturulması**

Wallace v.1.0.6 modülünde ekolojik niş modeli oluşturmak için, 8 farklı adımdan oluşan iş akışı bulunmaktadır (Kass, vd., 2018). Bu adımlardan ilk 6'sı model oluşturulması, sonraki adımlar ise modelin gelecek zamana projeksiyonunu içermektedir. Tez çalışması kapsamında, Maxent.jar Java uygulaması üzerinde model transferi yapıldığı için, Wallace modülü üzerindeki ilk 6 iş adımı kullanılmıştır. Bu adımlar aşağıda detaylı şekilde açıklanmaktadır.

#### **1. Adım: Var/Bulunma Verisinin Yüklenmesi (Occ Data)**

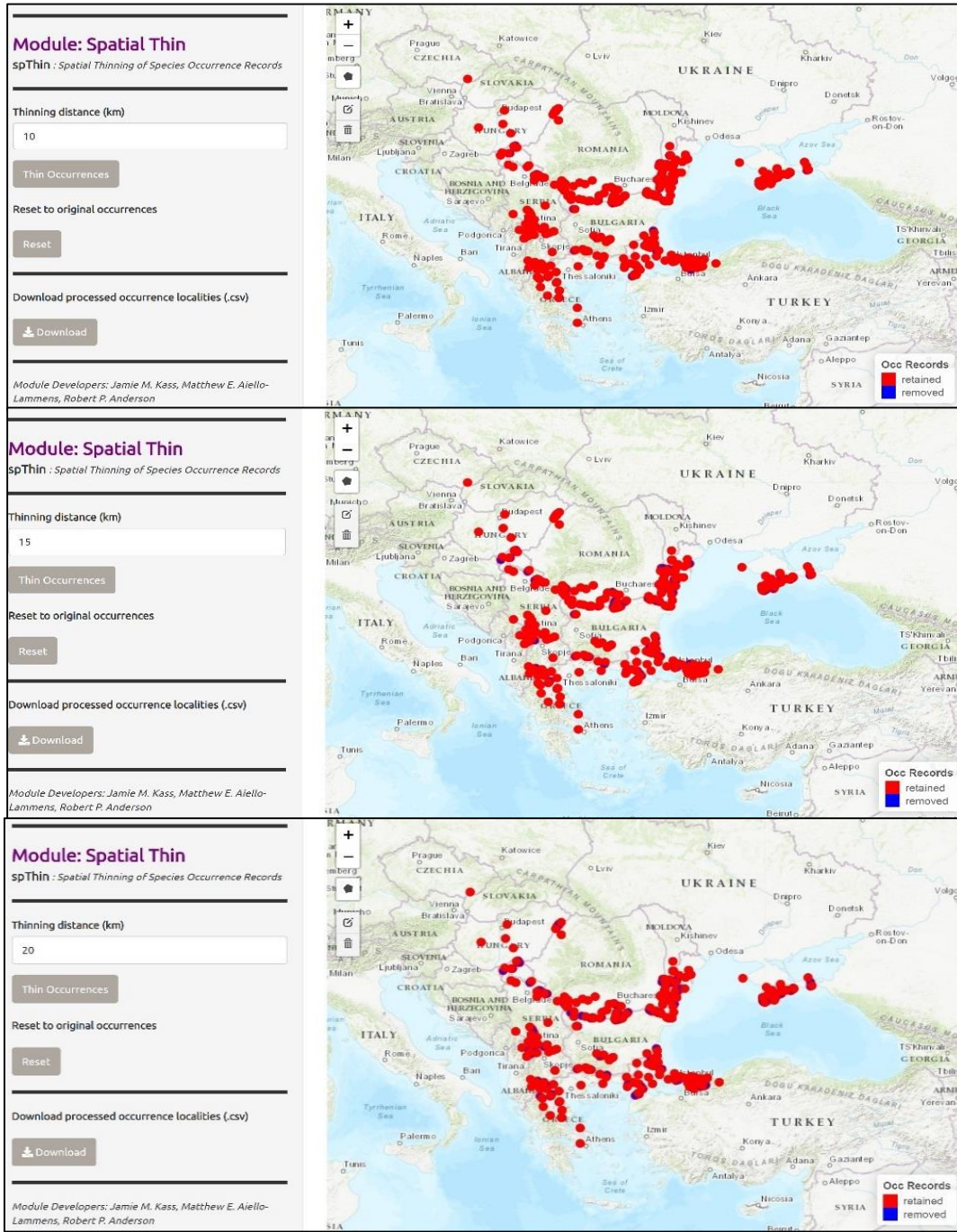
Bu aşamada verilen iki seçenek olan a) veritabanı sorgulama (Query Database) ve/veya b) kişisel veriyi yükleme (User-specified) seçeneklerinden, 'b' seçeneği seçilmiş ve '.csv' dosyası olarak, ondalık derece şeklinde hazırlanmış tür bulunma verisi sisteme yüklenmiştir. Dosyada yer alan lokasyon bilgileri İsim, Boylam ve Enlem başlıkları altında yazılmıştır. Toplam 370 tür bulunma verisi sisteme yüklenmiştir (Bkz. Şekil 7).



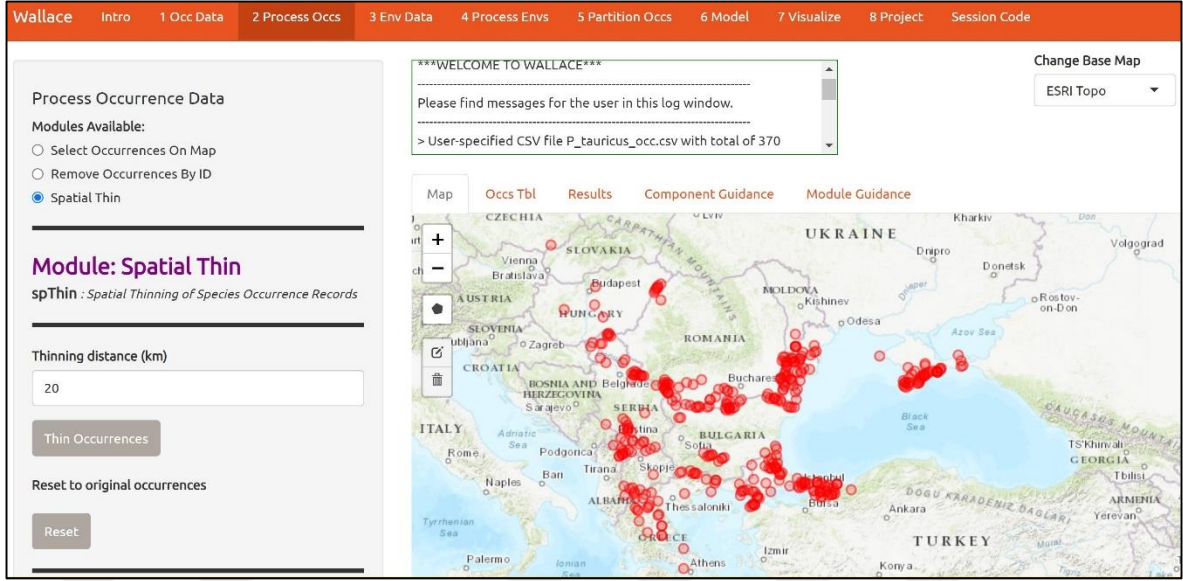
Şekil 7. Wallace grafik kullanıcı arayüzü iş akışının 1. aşaması görseli

## 2. Adım: Var/Bulunma Verisinin İşlenmesi (Process Occs)

Bu aşamada a) verinin bir kısmı seçilebilmekte (Select Occurrences On Map), b) veri elenebilmekte (Remove Occurrences By ID) c) veri alansal olarak seyreltilebilmektedir (Spatial Thin). Maxent algoritması, çalışma alanındaki tüm tür bulunma kayıtlarının alansal olarak eşit şekilde örneklemlendiğini varsaymaktadır (Merow, vd., 2013). Ancak, oluşturulan bulunma verileri bazı alanlarda daha yoğun şekilde kümelenmektedir. Tür için oluşturulacak niş modelinin alansal kümelenmeden kaynaklanan örneklem yanlılığından ve model aşırı uyumundan etkilenmemesi için, tür gözlem verisi alansal olarak seyreltilmiştir. Bunun için, seyreltme uzaklığı olarak (Thinning distance (km)), 10 Km, 15 Km ve 20 Km seçenekleri, tek tek seçilerek, bu aşama toplamda 3 kez tekrarlanmıştır (Bkz. Şekil 8). Bu aşamaya dair görsel Şekil 9'da görülmektedir. Böylece, örneklem yanlılığının durumu kontrol edilmiştir (Boria, vd., 2014; Kadmon, vd., 2004). 10 Km seyreltmede 243, 15 Km seyreltmede 193 ve 20 Km seyreltmede ise, 153 tür bulunma verisi bulunmaktadır. Alansal kümelenmenin 20 Km seyreltme seçeneğinde en düşük olduğu görülmüştür (Bkz. Şekil 8). Bu nedenle 20 Km seyreltme seçeneği ile 153 gözlem verisi kullanılarak model oluşturulmaya devam edilmiştir.



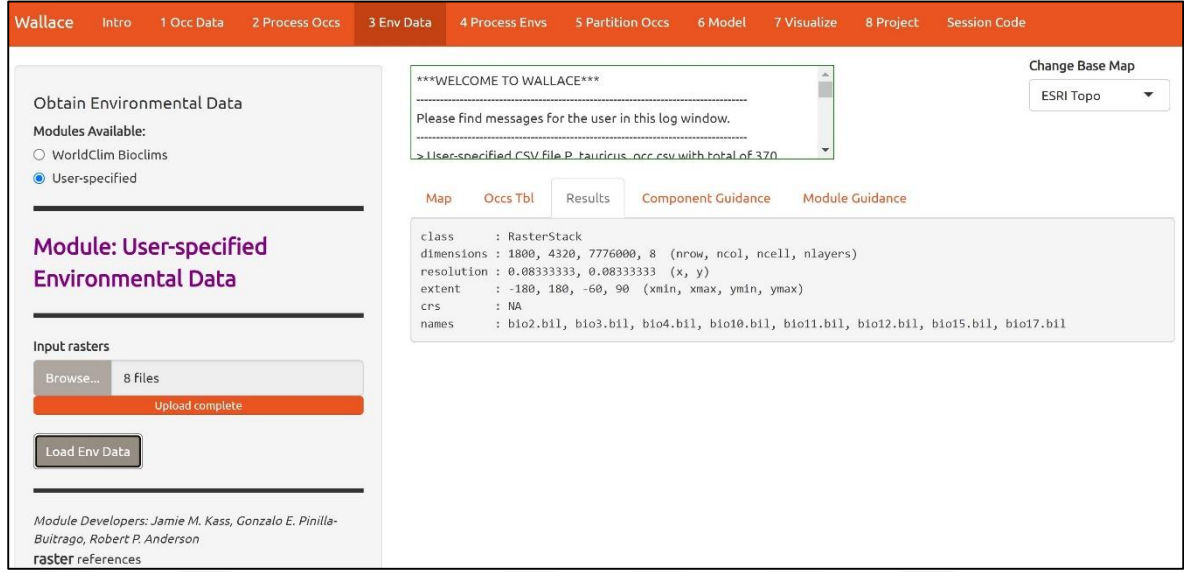
Şekil 8. Tür bulunma verisinin çeşitli seyreltme değerlerinin görüntüsü. Sırasıyla 10 Km, 15 Km ve 20 Km seyreltme seçenekleri verilmiştir.



Şekil 9. Wallace grafik kullanıcı arayüzü iş akışının 2. aşaması görseli

### 3. Adım: Çevresel Verinin Yüklenmesi (Env Data)

Bu aşamada sunulan iki seçenek olan: a) WorldClim veritabanından istenilen çözünürlükte biyoiklimsel değişkenlerin indirilmesi (WorldClim, Bioclim) ve b) kişisel verinin yüklenmesi (User-specified) adımlarından, b) seçeneği seçilmiştir. Ayrıca aralarındaki korrelasyon değeri  $\leq 0,8$  olan 4 farklı biyoiklimsel veri seti (Bkz. Tablo 3) bu aşamada sisteme tek tek yüklenerek, modelleme aşamaları her bir biyoiklimsel veri seti ile tekrarlanmış, toplamda 4 kez bu adım ve sonraki aşamalar gerçekleştirilmiştir. Dört biyoiklimsel veri setinde bulunan biyoiklimsel değişkenler, BİO 1, 2, 3, 4, 10, 11, 12, 15, 16, 17'dir. Bu aşamanın görüntüsü aşağıda yer almaktadır (Bkz. Şekil 10).



Şekil 10. Wallace grafik kullanıcı arayüzü iş akışının 3. aşaması görseli

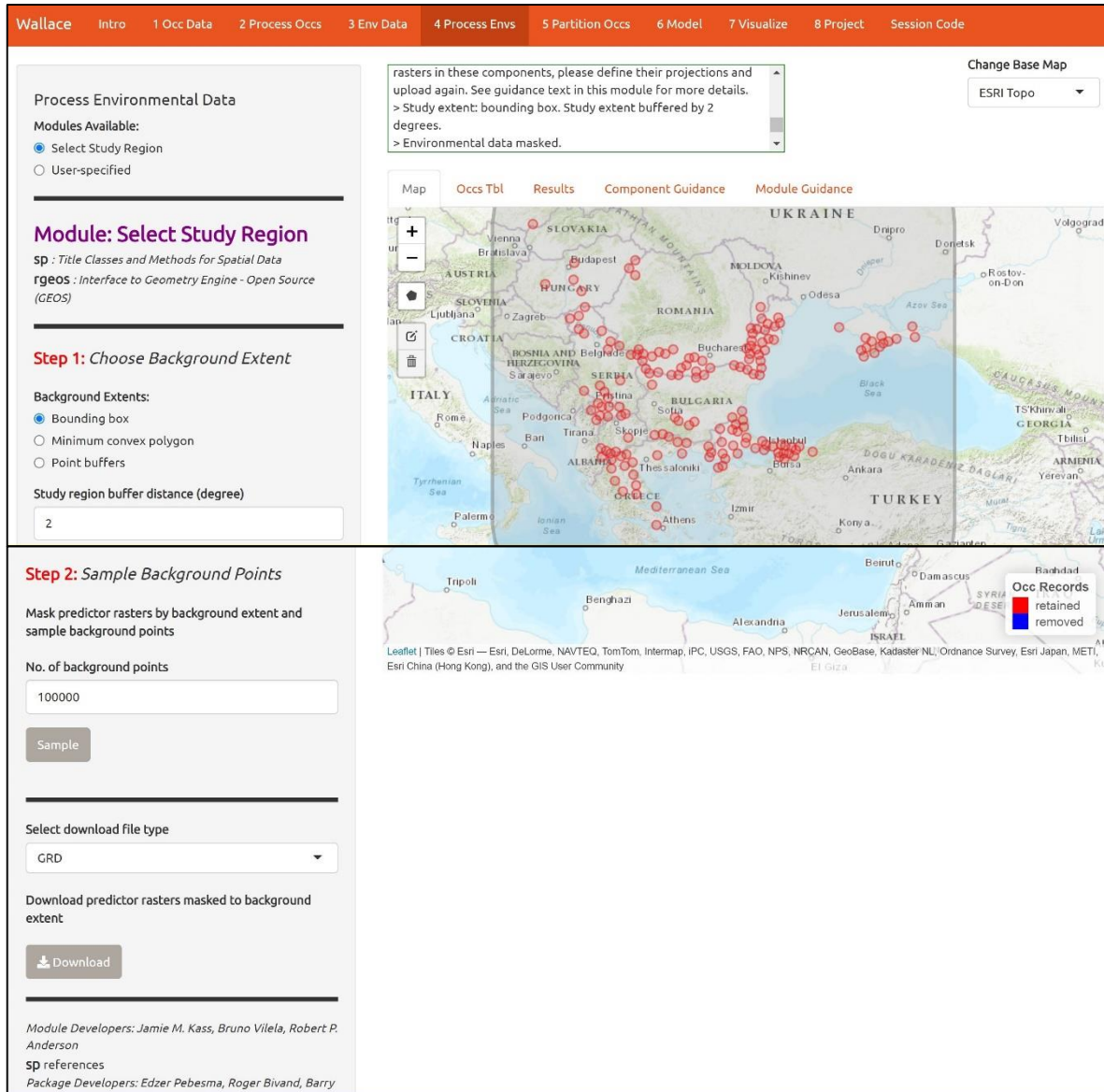
#### 4. Adım: Çevresel Verinin İşlenmesi (Process Envs)

Bu aşamada 1) arka planı/çalışma alanı ve büyüklüğü seçilmekte (Choose Background Extent), 2) arka plan verisi örneklenmektedir (Sample Background Points). Çalışma alanını, kullanıcı kendisi tanımlayabilmekte (User-specified) ya da Wallace platformunda yer alan üç ayrı seçenektan biri seçilebilmektedir (Select Study Region – Background Extents: Minimum convex polygon, Bounding box, Point buffers). Çalışma alanını seçerken, türün tarihsel olarak dağılım gösteremeyeceği veya göstermediği bölgeler, örneğin geniş akarsular, büyük sıradağlar gibi bariyerleri dışarıda bırakacak bir alan planlanmıştır.

Bu çalışma kapsamında, türün dağılım sınırları da göz önünde bulundurularak ‘Bounding Box’ seçeneği seçilmiş (Soberón ve Peterson, 2005), bulunma verisi sınırlarından itibaren çalışma alanı tampon bölge mesafesi (Study region buffer distance (degree))  $2^0$  (~ 200 km) olacak şekilde dikdörtgen şeklinde bir çalışma alanı belirlenmiştir. Bu alan, 15.25 - 38.33 °D ve 36.08 - 50.92 °K sınırlarını içermektedir (Şekil 5). Ekvatorda  $1^0$ , ~ 111 Km mesafeye karşılık gelmekte olup, dünyanın Geoit şekli nedeniyle kuzey paleoarktik bölgede bulunan çalışma alanındaki bu mesafe yaklaşık  $1^0 = \sim 100$  Km’dir. Böylece, seçilen tampon bölge mesafesi ~200 Km’ye karşılık gelmektedir.



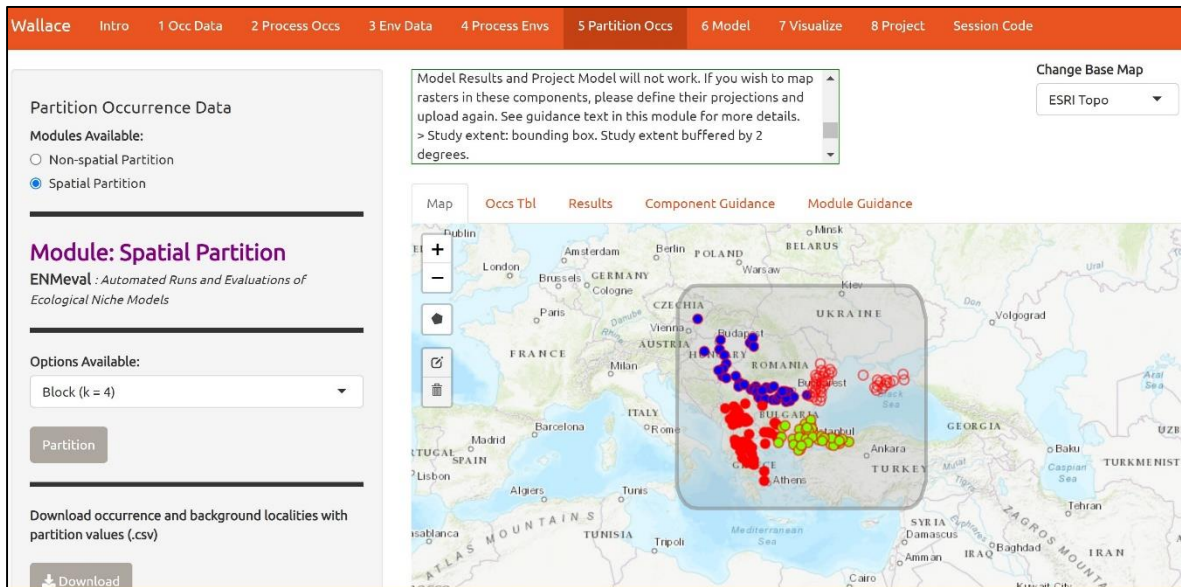
Maxent’te arka plan verisi örneklenirken, varsayılan (default) olarak 10 bin arka plan noktası (No. of back ground points) tanımlanmaktadır. Arkaplan noktaları rastlantısal olarak seçilmektedir. Tez kapsamında ele alınan çalışma alanının geniş olması ve farklı coğrafik alanları kapsaması nedeniyle, varsayılan arka plan nokta sayısının çalışma alanındaki çevresel değişkenliği tam olarak yansıtamayacağı düşünülmüştür. Bu nedenle, arka plan nokta sayısı artırılarak, 100 bin olarak ayarlanmıştır. Böylece, modelin çevresel veri üzerinde yokluk verisini tahminleyeceği arkaplan verisindeki tüm pikseller örneklenmiş (n = 36619) ve Balkan duvar kertenkelesi için mümkün olan çevresel değişkenlerin tam temsili sağlanmıştır (Guevara, vd., 2018; Şekil 11).



Şekil 11. Wallace grafik kullanıcı arayüzü iş akışının 4. aşaması görseli

## 5. Adım: Var/Bulunma Verisinin Bölümlemesi (Partition Occs)

Bu aşamada Wallace iki seçenek sunmaktadır. Bunlar, a) alansal olmayan bölümleme (Non-spatial Partition), b) alansal bölümlemedir (Spatial Partition). Bu çalışma kapsamında, alansal bölümleme seçeneği tercih edilmiştir. Bu seçenekte, rastlantısal 'k' kadar bölüm elde edilebilmektedir. Alansal bölümleme tercih edildiğinde üç seçenek sunulmaktadır: a) Blok (Block (k = 4)), b) Dama tahtası 1 (Checkerboard 1 (k = 2)), c) Dama tahtası 2 (Checkerboard 2 (k = 4)). Bu kısımda, Blok seçeneği tercih edilmiş ve tüm veri (bulunma ve arkaplan verisi), enlem ve boylam çizgileri ile her biri eşit bulunma verisine sahip, uzamsal olarak birbirinden ayrı parçalara ayrılmış, birbirlerinden bağımsız birimler oluşturulmuştur. Her bir model için, 4 model test edilmiştir. Bu modellerden üçü modeli eğitmek için kullanılmış, bir parça ise, modeli test etmek için model dışında bırakılmıştır. Bu yöntem 'k-fold cross-validation' olarak bilinmekte, k tüm parçaların toplam sayısını ifade etmektedir. Tez çalışmasında geliştirilen niş modeli, biyoiklimsel koşulların farklılık gösterebileceği farklı zaman dilimlerine ve farklı coğrafik uzama transfer edileceğinden Blok k=4 seçilerek, bulunma verisi birbirinden alansal olarak farklı dört bölüme ayrılmıştır (Metodoloji için Bkz. Muscarella, vd., 2014; Kass, vd., 2018; Gür, 2019; Alansal bölümleme blok seçeneği için Bkz. Şekil 12).



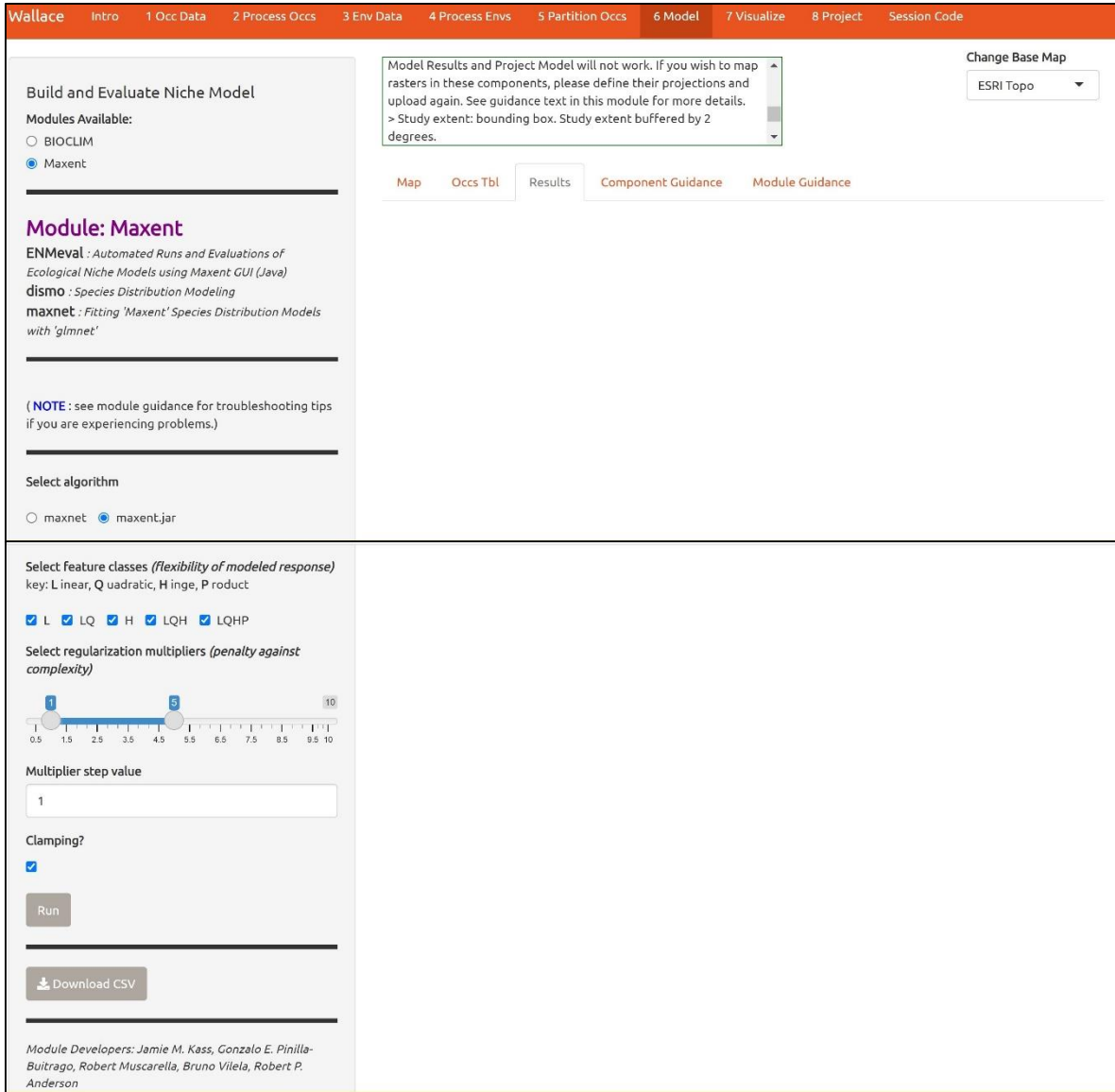
Şekil 12. Wallace grafik kullanıcı arayüzü iş akışının 5. aşaması görseli

## 6. Adım: Modelin Geliştirilmesi (Model)

Bu aşamada model geliştirmek için kullanılabilir iki modül seçeneği bulunmaktadır: Bunlar, a) BIOCLIM ve/veya b) Maxent. Çalışma kapsamında, algoritma olarak, 'Maxent' kullanılmıştır. Maxent algoritması seçildiğinde 2 seçenek bulunmaktadır: Bunlar, (Select algorithm): a) maxnet, b) maxent.jar uygulamasıdır. Burada, algoritma olarak 'maxent.jar' seçilmiştir. Maxent, maksimum entropi prensibine dayanan ve arka plan verisi de kullanan, bir algoritma olduğu için tercih edilmiştir.

Aynı başlık altında, Maxent algoritmasında model karmaşıklığını düzenleyen iki parametre seçimi daha gerçekleştirilmiştir. Bunlardan ilki, öznitelik sınıflarının (FC) seçimidir. Bu aşamada verilen öznitelik sınıfları, Doğrusal, (Linear – L), Karesel (Quadratic – Q), Kıvrım (Hinge – H) ve Çarpım (Product – P)'dir. Seçilebilecek öznitelik sınıf kombinasyonları ise, L, LQ, H, LQH ve LQHP'dir. Model karmaşıklığını düzenleyen diğer parametre ise, düzenleme çarpanı (RM)'dir. Bir model çalıştırıldığında, hangi öznitelik sınıflarına izin verildiğinden bağımsız olarak, Maxent, modele çok az 'kazanç' sağlayan veya hiç 'kazanç' sağlamayan ek parametrelerin dahil edilmesini RM yoluyla cezalandırarak, aşırı uyuma (overfitting) karşı koruma sağlamaktadır (Cobos, vd., 2019). RM için 0.5-10 arasında, 0,5'er artım miktarıyla değerler seçilebilmekte, değer arttıkça, model basitleşmektedir. Modele eklenen değişken katsayıları, 0' a ulaşıncaya kadar aşamalı olarak küçülmekte ve 0'a ulaşıncaya kadar modelden çıkmaktadır. Böylece, modelde yalnızca tahmin katkısı en yüksek değişkenler kalmaktadır. Model oluştururken, tüm öznitelik sınıf kombinasyonları seçilmiştir. Düzenleme çarpanı (Select regularization multipliers) seçeneğinde, 1, 2, 3, 4 ve 5 değerleri, 1'er artım miktarı ile, toplamda 5 ayrı değer olacak şekilde seçilmiştir.

Aynı sekmede son adım olan, Klamping işlemi (clamping) varsayılan ayar olarak seçili haldedir ve bu haliyle model çalıştırılmıştır. Klamping işlemi extrapolasyon metodu nedeniyle, tahminlerin net olmadığı lokasyonları, tahmin değerini büyük ölçüde etkilediği yerleri göstererek tanımlamaktadır. Böylece öznitelikler, eğitim verisi değerlerinin sınırları içerisinde tutturulmaktadır (Bkz. Şekil 13).



Şekil 13. Wallace grafik kullanıcı arayüzü iş akışının 6. aşaması görseli

## Model Sonuçlarının Eldesi ve Değerlendirilmesi

İş akışının bu alt aşamasında, model oluşturma işlemi tamamlanmış, Wallace çıktıları olan ‘değerlendirme tabloları’ (Bkz. Tablo 4) ve ‘lambda dosyaları’ (Bkz. Tablo 5) dosyaları incelenmiş ve model seçimi yapılmıştır. Bunun için, değerlendirme istatistikleri kullanılmıştır. Wallace platformu üzerinde, çeşitli değerlendirme istatistikleri bulunmaktadır. Herhangi bir modeli en iyi model olarak tanımlamak güçtür. Değerlendirme istatistikleri arasında yer alan AUC (the area under the curve of a receiver operating characteristic (ROC) plot=karar değerlendirme grafiğindeki eğrinin altında kalan alan), OR (Omission Rate) kriterleri bölümlenme (partition) özelliğini kullanarak, AICc (the Akaike

information criterion corrected for small sample sizes) ise, tüm arkaplan kalibrasyon boyutunun ve tüm düzenlenmiş gözlem noktalarının model tahmini kullanılarak hesaplanmaktadır.



Tablo 4.

Wallace istatistiki model sonuçlarını gösteren değerlendirme tablosu

Settings	Features	RM	Train. AUC	Avg. test. AUC	Var. test. AUC	Avg. diff. AUC	Var. diff. AUC	Avg. test. orMTP	Var. test. orMTP	Avg. test. or10pct	Var. test. or10pct	AICc	Delta. AICc	w.AIC
LQ_5	LQ	5	0.842	0.8	0.013	0.059	0.005	0.0385	0.006	0.247	0.031	2984.674	26.649	1.20E-06
LQ_4	LQ	4	0.844	0.796	0.013	0.062	0.006	0.0385	0.006	0.247	0.031	2979.474	21.449	1.62E-05
H_5	H	5	0.85	0.793	0.015	0.074	0.012	0.0513	0.011	0.181	0.039	2977.559	19.534	4.22E-05
LQ_3	LQ	3	0.847	0.792	0.013	0.066	0.008	0.0385	0.006	0.247	0.033	2972.821	14.796	0.000451265
L_5	L	5	0.821	0.788	0.016	0.06	0.006	0.0395	0.004	0.222	0.033	3028.706	70.681	3.30E-16
L_4	L	4	0.821	0.787	0.016	0.061	0.006	0.0459	0.003	0.221	0.036	3028.178	70.153	4.30E-16
L_3	L	3	0.823	0.784	0.017	0.066	0.008	0.0459	0.003	0.228	0.04	3028.46	70.435	3.74E-16
LQ_2	LQ	2	0.85	0.784	0.014	0.076	0.012	0.0513	0.011	0.273	0.042	2964.572	6.5475	0.02789934
H_4	H	4	0.852	0.781	0.013	0.082	0.015	0.0577	0.013	0.22	0.057	2973.418	15.393	0.000334761
L_2	L	2	0.824	0.778	0.02	0.073	0.012	0.0393	0.002	0.254	0.058	3026.887	68.862	8.21E-16
LQH_5	LQH	5	0.852	0.774	0.004	0.079	0.006	0.0513	0.011	0.28	0.037	2968.801	10.776	0.003368465
LQH_4	LQH	4	0.855	0.768	0.005	0.088	0.006	0.0513	0.011	0.306	0.026	2963.133	5.1084	0.057293021
H_3	H	3	0.858	0.767	0.013	0.091	0.018	0.0577	0.013	0.24	0.066	2976.223	18.198	8.24E-05
LQ_1	LQ	1	0.852	0.765	0.014	0.091	0.02	0.0833	0.028	0.325	0.069	2964.629	6.6038	0.027125295
L_1	L	1	0.825	0.765	0.018	0.081	0.017	0.0589	0.005	0.281	0.092	3027.969	69.944	4.78E-16
LQHP_5	LQHP	5	0.855	0.763	0.009	0.082	0.007	0.0707	0.015	0.319	0.038	2961.858	3.8328	0.108412938
LQH_3	LQH	3	0.86	0.762	0.004	0.098	0.006	0.0641	0.016	0.358	0.028	2965.603	7.578	0.016665941
LQHP_4	LQHP	4	0.857	0.757	0.008	0.092	0.007	0.0899	0.026	0.345	0.031	2958.025	0	0.736833852
LQHP_3	LQHP	3	0.863	0.755	0.007	0.101	0.008	0.1027	0.035	0.345	0.024	2967.725	9.7002	0.005767567
LQHP_2	LQHP	2	0.872	0.748	0.009	0.118	0.009	0.1351	0.049	0.358	0.032	2966.935	8.9101	0.00856162
H_2	H	2	0.866	0.745	0.011	0.119	0.013	0.0769	0.024	0.371	0.045	2989.39	31.365	1.14E-07
LQH_2	LQH	2	0.864	0.744	0.005	0.123	0.006	0.0641	0.016	0.404	0.019	2967.297	9.2722	0.007143802
LQHP_1	LQHP	1	0.89	0.729	0.006	0.147	0.006	0.168	0.048	0.45	0.021	3070.836	112.81	2.35E-25
LQH_1	LQH	1	0.879	0.706	0.01	0.162	0.007	0.1029	0.03	0.509	0.016	3072.092	114.07	1.25E-25
H_1	H	1	0.878	0.706	0.01	0.166	0.009	0.1032	0.02	0.502	0.022	3047.773	89.748	2.39E-20

Tablo 5.

Maxent Lambda dosyası

Maxent Lambda dosyası
[1] "bio10, 0.2998422421289179, 81.0, 289.0"
[2] "bio11, 10.39136031319209, -94.0, 127.0"
[3] "bio12, 0.0, 309.0, 1773.0"
[4] "bio15, -3.185050864237784, 11.0, 102.0"
[5] "bio17, 1.7986466238465624, 2.0, 287.0"
[6] "bio2, 0.0, 54.0, 142.0"
[7] "bio3, 0.0, 19.0, 43.0"
[8] "bio4, 0.0, 4730.0, 10226.0"
[9] "bio10^2, 1.2888186807473745, 6561.0, 83521.0"
[10] "bio11 ^2, -7.4885622396314755, 0.0, 16129.0"
[11] "bio12 ^2, -3.1424326881260245, 95481.0, 3143529.0"
[12] "bio15 ^2, -1.289763940255604, 121.0, 10404.0"
[13] "bio2 ^2, -0.1389729264813303, 2916.0, 20164.0"
[14] "linearPredictorNormalizer, 6.637145946138369"
[15] "densityNormalizer, 4615.114023936132"
[16] ",numbackGroundpoints, 36619"
[17] "entropy, 9.835222031250549"

İstatistiksel hesaplamalar, eşik değeri bağımlı olmayan değerlendirme istatistikleri ( $AUC_{TEST}$  ve  $AUC_{DIFF}$ ), eşikdeğeri bağımlı değerlendirme istatistikleri (%10 eğitim omisyon oranı (training omission rate -  $OR_{10}$ ) ve minimum eğitim bulunma omisyon oranı (Minimum Training Presence omission rate –  $OR_{MIN}$ ) olup, bölümlenmiş veri ile oluşturulmuştur. Bu istatistikler tekrarlama üzerinden ortalama değeri olarak hesaplanmaktadır. Diğer bir istatistiksel hesaplama da bölümlenmemiş, tam veri ile oluşturulmuş  $AICc$  değerlendirme istatistiğidir. Aşağıda, bu değerlendirme istatistikleri ile ilgili açıklamalar sunulmuştur.

$AICc$ , regresyon tabanlı modellerde sıklıkla kullanılan bir model değerlendirme metriğidir. En düşük  $AIC$ 'ye sahip modeller, aday modeller arasında optimum olarak tanımlanmaktadır.  $\Delta AICc$ , en düşük  $AICc$  değeri ve her bir  $AICc$  arasındaki mutlak farkı ifade eder. Modelin seçilebilmesi için  $\Delta AICc < 2$  olması gerekmektedir. Model seçiminde,  $AICc$  ve  $\Delta AICc$  değerinin en küçük olduğu modeller tercih edilir.  $w.AIC$ ,  $AIC$  ağırlığı olup, tüm modellerde ortalama göreceli model olasılığı olarak hesaplanmaktadır.  $AIC$  karmaşıklık ve uyum arasında en iyi dengeyi bulmak amacıyla, karmaşık modelleri cezalandırırken,

yüksek olasılıklı karmaşık modelleri ödüllendirmektedir (Burnham ve Anderson, 2002). Bu yöntem model güvenilirliğinin bir tahmini olup, en iyi tahmin yeteneğini elde etmek için model uyumu ve karmaşıklığı arasındaki dengeye önem verilmektedir.

Omisyon oranı (Omission rate - OR) bir modelin, bir eşik uyguladıktan sonra, sürekli veya sıralı bir model tahmini için, test yerlerini tahmin etme yöntemidir.  $avg.OR_{TEST.10pct}$  ve  $var.OR_{TEST.10pct}$  her bir 4 parça için oluşturulan  $OR_{TEST.10pct}$  değerlerinin sırasıyla ortalama ve varyans değerlerine karşılık gelmektedir. % 10'luk (10pct) değer, en düşük % 10'u hariç tutulduktan sonraki en düşük uygunluk puanıdır.  $OR_{TEST.MIN}$  ise minimum eğitim bulunma omisyon oranıdır (Minimum Training Presence omission rate). Bu modeller, doğru pozitif oranı yüksek olan modellerdir.  $avg.OR_{TEST.MIN}$  ve  $var.OR_{TEST.MIN}$  ise, her bir 4 parça için oluşturulan  $OR_{TEST.MIN}$  değerlerinin sırasıyla ortalama ve varyans değerlerine karşılık gelmektedir.

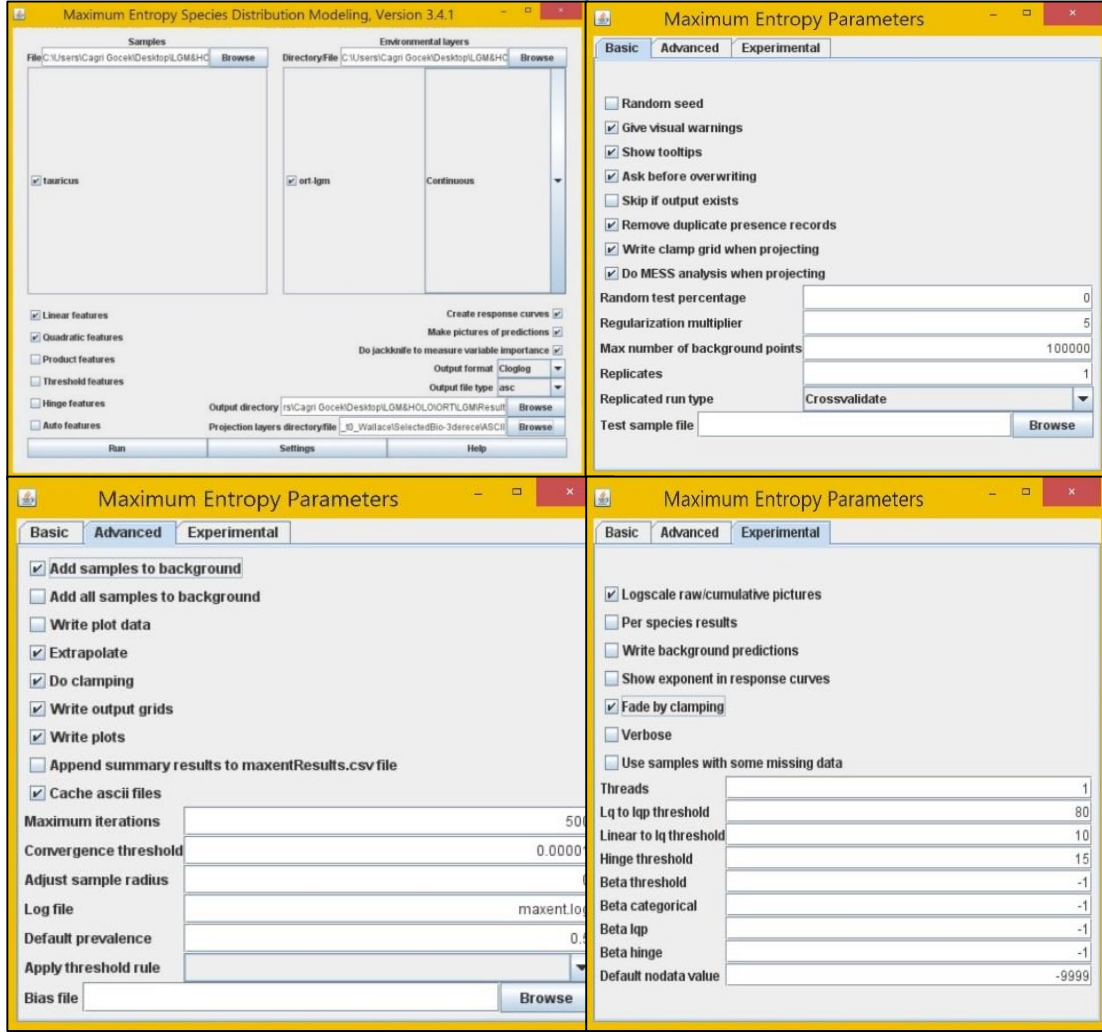
AUC, bir modelin, modelin tüm uygunluk değerleri aralığındaki pozitif (var-bulunma) kayıtları, negatif (yok-bulunmama) kayıtlardan daha yüksek sırada sıralayabilme yeteneğinin parametrik olmayan bir ölçümüdür. Oluşturulan AUC grafiği, gerçek pozitif tahminlerin (duyarlılık = sensitivity) yanlış pozitif tahminlere (1-özgüllük = 1-specificity) karşı çizilmesiyle elde edilmektedir (Fielding ve Bell, 1997; Phillips, vd., 2006). AUC değeri 1'e ne kadar yakın olursa, modelin performansı o kadar iyi olmaktadır (Fielding ve Bell, 1997). Böylece modelin ayırt etme yeteneği sorgulanmaktadır.  $AUC_{TEST}$ , genellikle AUC değerinin standart kullanım yoludur ve diğer alanlara/ zamanlara model projeksiyonları yaparken dikkate alınması önemlidir (Roberts, vd., 2017).  $avg.AUC_{TEST}$  ve  $var.AUC_{TEST}$  değerleri, her bir 4 parça için oluşturulan  $AUC_{TEST}$  değerlerinin ortalama ve varyans değerlerine karşılık gelmektedir.  $AUC_{TRAIN}$  ve  $AUC_{TEST}$  değerlerinin arasındaki fark  $AUC_{DIFF}$  ile belirtilir ve bu farkın küçük olması, modelde daha az aşırı uyum (overfitting) olduğunu göstermektedir (Fois, vd., 2018b; Warren ve Seifert, 2011).  $avg.AUC_{DIFF}$  ve  $var.AUC_{DIFF}$  her bir 4 parça için oluşturulan  $AUC_{TEST}$  değerlerinin sırasıyla ortalama ve varyans değerlerine karşılık gelmektedir. AUC sonuç değeri, esas olarak eşik seçiminden bağımsız olması nedeniyle, model performansını ölçmek için sıklıkla kullanılan istatistik yöntemidir (Bosso, vd., 2013; Fois, vd., 2018).



ROC istatistiği, geniş uygulama alanıyla, ekolojik niş modellemesinde iyi bir model performansı değerlendirme ölçüsü olarak kabul edilmektedir (Fielding ve Bell, 1997; Phillips, vd., 2006, Elith, vd., 2011). Çalışmada türün bulunması olası yeni popülasyonlarının lokasyonları da araştırıldığı ve modelin oluşturulduğu iklim koşullarından farklı iklim koşullarına sahip olması mümkün geçmiş ve gelecek zaman dilimlerine projeksiyon yapılmak istendiği için, düşük yanlış negatif oranına, yüksek tahminleme yeteneğine (AUC istatistiği) sahip, model aşırı uyumunun (avg.AUC<sub>DIFF</sub>) az olduğu esnek bir model tercih edilmiştir. Dolayısıyla, en yüksek avg.AUC<sub>TEST</sub> değeri, ayırt etme yeteneği açısından en iyi performans gösteren model olarak seçilmiş (Tablo 2; Phillips, vd., 2004) ve bu modelin geliştirilmesinde kullanılan biyoiklimsel veri seti ve model ayarları, modelin geçmiş, günümüz ve gelecek zamana projeksiyonları için Maxent yazılımında kullanılmıştır (Elith, vd., 2011; Merow, vd., 2013).

Model performansını ve önemini (significance) değerlendirmek amacı ile, parçalı ROC (partial ROC) analizi NicheToolBox v.0.6.0.1 (Osorio-Olvera, vd., 2020; <http://shiny.conabio.gob.mx:3838/nichetoolb2/>) yazılımında (Peterson, vd., 2008) belirtilen ayarlar yapılarak gerçekleştirilmiştir: Omisyon oranı (Proportion of omission) = 0,001, Rastgele noktalar (Random points) % = 50, Önyükleme için yineleme sayısı (Number of iterations for the bootstrap) = 1000.

Nihai ekolojik niş modeli belirlendikten sonra, 153 tür bulunma noktası ve 36619 arkaplan noktası ile bu modelin, bulunma verisini kapsayan 3<sup>0</sup> (~ 300 km, 14.25° - 39.33 °D ve 35.08 - 51.92 °K) tampon bölge için günümüz, geçmiş ve gelecekteki biyoiklimsel koşullara projeksiyonu yapılmıştır. Ancak, model oluşturulurken biyoiklimsel verilerden BİO3 ve BİO4'ün kullanılmadığı görülmüştür. Bu nedenle, model projeksiyonu için 6 değişken (BİO2, BİO10, BİO11, BİO12, BİO15, BİO17) kullanılmıştır. Eğitim veri setinden daha yüksek çevresel değerlere olası model tepkisini düzenlemek amacıyla, ekstrapolasyon (extrapolation) ve 'fade by clamping' seçenekleri seçilmiştir (Bkz. Şekil 14).



Şekil 14. Kullanılan Maxent algoritma ayarları

Gelecek veya geçmiş iklim senaryolarına ENM transferleri, biyocoğrafya ve koruma alanındaki çeşitli analizlerde ortak bir konu olup (Sequeira, vd., 2018), model transferi sorunlu ekstrapolasyonlara yol açabilmektedir (Elith, vd., 2011). Bu nedenle model projeksiyonu yapılırken modelin yeni biyoiklimsel koşullarda tahmin kabiliyetini analiz etmek ve eğitim ve projeksiyon verileri arasındaki olası benzer ve/veya benzer olmayan koşulları bulmak için MESS (Elith ve Phillips, 2010) analizi de gerçekleştirilmiştir. Ekstrapolatif alanlarda uygun olmayan yorumlar yapmamak amacıyla, MESS analizinin bir parçası olarak, MoD analizinin sonuçları, ekstrapolasyona neden olan değişkenlerin anlaşılması için kullanılmıştır (Cobos, vd., 2019).

Biyoklimsel uygunluğun, ilgili değişkene göre değişimini gösteren cevap eğrileri, biyoklimsel koşulların model tahminlerini nasıl etkilediğini keşfetmek için analiz edilmiştir

(Anderson, 2013). Ayrıca, değişkenlerin nihai modele göreli katkıları ‘Jackknife testi’ ile analiz edilmiş ve her bir değişkenin ‘yüzde katkısı’ (percent contribution) değerlendirilmiştir. Biyoiklimsel uygunluk haritaları için 0' dan 1' e kadar uygunluk gösteren değerlere sahip olan ‘cloglog’ çıktı formatı kullanılmıştır (Phillips, vd., 2017). Biyoiklimsel uygunluğu sağlayan itici güçleri belirlemek için, ‘Maxent açıklama aracı’ (Maxent Explain.bat; Elith ve Phillips, 2010) kullanılarak, çalışma alanından seçilebilen pikseller için, biyoiklimsel değişkenlerin katkısı araştırılmıştır.

Maxent çıktıları olan her bir biyoiklimsel uygunluk haritası, haritanın okunmasında kolaylık sağlaması açısından 5 sınıfa ayrılmıştır: çok düşük uygunluk (< 0,2), düşük uygunluk (0,2 - 0,4), orta derecede uygunluk (0,4 - 0,6), yüksek uygunluk (0,6 - 0,8) ve çok yüksek uygunluk (> 0,8). Ayrıca, orta derece uygunluğu, yüksek uygunluğu ve çok yüksek uygunluğu olan alanlar da, yüzde on eğitim varlık verisi (10 percentile training presence = 0,415) eşik değeri alınarak, ‘uygun biyoiklimsel alanlar’ olarak kabul edilmiştir (Bkz. Tablo 6).

Tablo 6.

Bazı eşik değerler ve çalışmada kullanılan eşik değeri

Cumulative threshold	Cloglog threshold	Description	Fractional predicted area	Training omission rate
1.000	0.043	Fixed cumulative value 1	0.781	0.000
5.000	0.150	Fixed cumulative value 5	0.557	0.000
10.000	0.259	Fixed cumulative value 10	0.444	0.033
6.408	0.183	Minimum training presence	0.518	0.000
20.036	<b>0.415</b>	<b>10 percentile training presence</b>	0.319	0.098
32.661	0.558	Equal training sensitivity and specificity	0.222	0.222
20.036	0.415	Maximum training sensitivity and plus specificity	0.31	0.098
6.408	0.183	Balance training omission, predicted area and threshold value	0.518	0.000
6.716	0.190	Equate entropy of thresholded and original distributions	0.510	0.007

Geçmiş (SBM ve Orta-Holosen) ve gelecek (2050 haritaları, 2041 - 2060 yılları ortalaması ve 2070 haritaları, 2061 - 2080 yılları ortalaması) biyoiklimsel uygunluk haritalarını daha rahat anlayabilmek amacıyla, her bir zaman periyodu ve her bir gelecek

iklim senaryosu için 3 küresel iklim modelinin ortalaması, SDM Toolbox 2.4 üzerinde raster hesaplama (raster calculator) aracı ile hesaplanmıştır. Bu ortalama model sonuçları, her bir zaman dilimi ve senaryo için, 1 tane biyoiklimsel uygunluk haritası olacak şekilde sunulmuştur. Dolayısıyla, her birinden 1'er tane olmak üzere, SBM, Orta-Holosen, 2050/RCP2.6, 2050/RCP4.5, 2050/RCP7.0 ve 2050/RCP8.5, 2070/RCP2.6, 2070/RCP4.5, 2070/RCP6.0 ve 2070/RCP8.5 haritaları oluşturulmuştur. MPI-ESM-LR modelinin 2050/RCP6.0 ve 2070/RCP6.0 senaryoları bulunmadığı için, RCP6.0 senaryoları için yalnızca 2 küresel iklim modelinin ortalaması alınmıştır.

Dağılım değişimi (distributional change) analizini gerçekleştirmek için, öncelikle eşik değeri (0,415) kullanılarak, ortalamaları alınan biyoiklimsel haritalar varlık/yokluk şeklinde 'ikili' (binary) haritalara SDM ToolBox v.2.4 üzerinde dönüştürülmüştür. Sonuçlar, yeniden oluşturulmuş geçmiş ve gelecek projeksiyonları için 'alan genişlemesi', 'değişiklik yok', 'alan daralması' ve 'bulunmuyor' olmak üzere 4 kategoride sunulmuştur. Burada izlenen iş akışı ve metodolojik izleme için Gür (2022) takip edilmiştir.

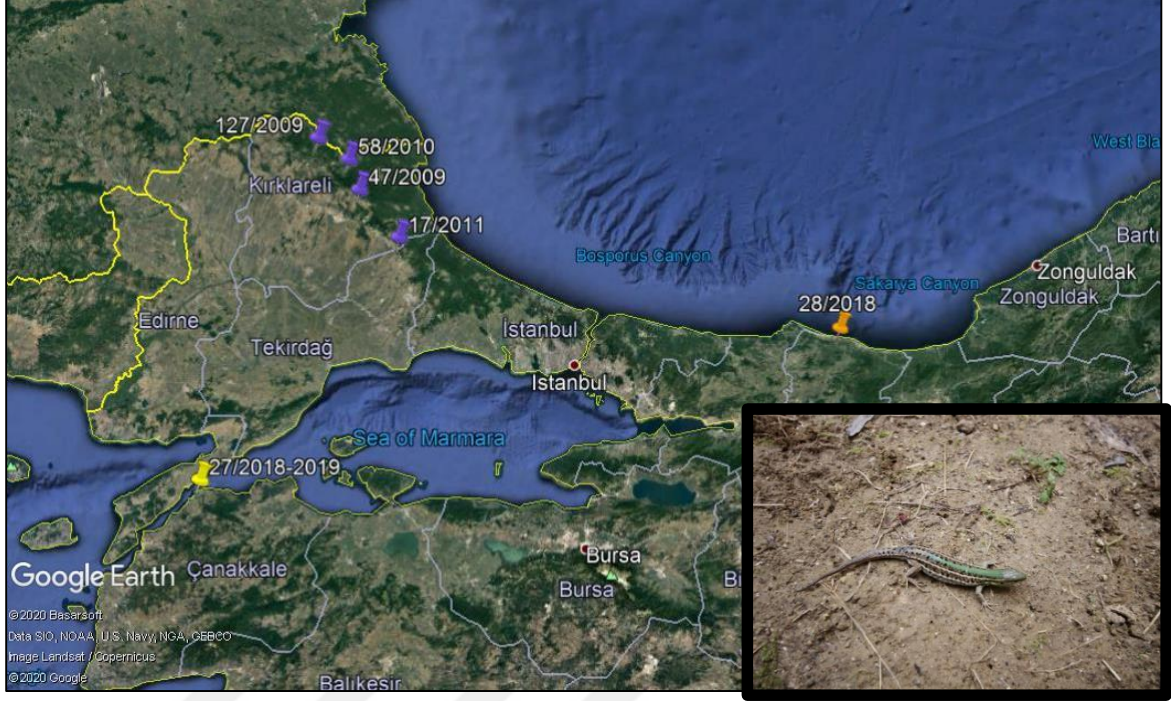
### **3.1.3. Dispersal Koridorları ve Patikaları Analizi**

Türün popülasyonları arasındaki uzamsal bağlantının araştırılması amacıyla, SDM ToolBox v.2.4 üzerinde 'Landscape Connectivity' ana başlığı altında yer alan 'Calculate Least Cost Corridors and Paths' analizi ile, güncel potansiyel dağılım alanı için biyoiklimsel bağlantısallık araştırılmıştır. En düşük maliyetli koridorlar ve en düşük maliyetli yollar (LCC ve LCP) haritaları, uzamsal olarak 70 Km seyreltme mesafesi kullanılarak, 50 tür bulunma verisi ile oluşturulmuştur (Chen, vd., 2011; Brown, 2014; Yu, vd., 2015). Tüm CBS işlemleri, ArcGIS v.10.5 kullanılarak gerçekleştirilmiştir ("ArcGIS Desktop", 2019).

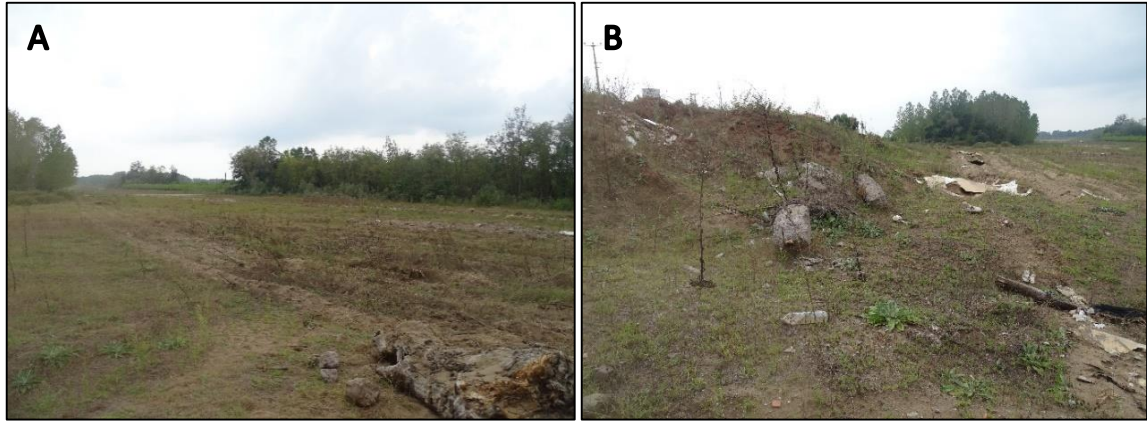
### **3.2. Türün Morfolojik Karakterler Açısından İncelenmesi**

Türün morfolojik analizleri, toplam 30 örnek (14 ♂♂, 15 ♀♀, 1 juvenil) üzerinde gerçekleştirilmiştir. Örnekler, Trakya (Tekirdağ ve Kırklareli), Sakarya (Denizköy), Çanakkale (Çardak) olmak üzere, birbirinden ayrı lokasyonlardan 2009, 2010, 2011, 2018 ve 2019 yıllarında elde edilmiştir (Bkz. Şekil 15 ve Şekil 16). Bu örneklerin bir kısmı doktora tezi içerisinde yürütülen Bilimsel Araştırma Projesi (BAP) No: 2632 kapsamındaki arazi

çalışmalarında elde edilen materyalleri, bir kısmı da ZDUE-ÇOMÜ koleksiyonu örneklerini içermektedir (Bkz. Tablo 7).



Şekil 15. *P. tauricus* tür örneklerinin elde edildiği lokasyonlar ve *P. tauricus tauricus* örneği



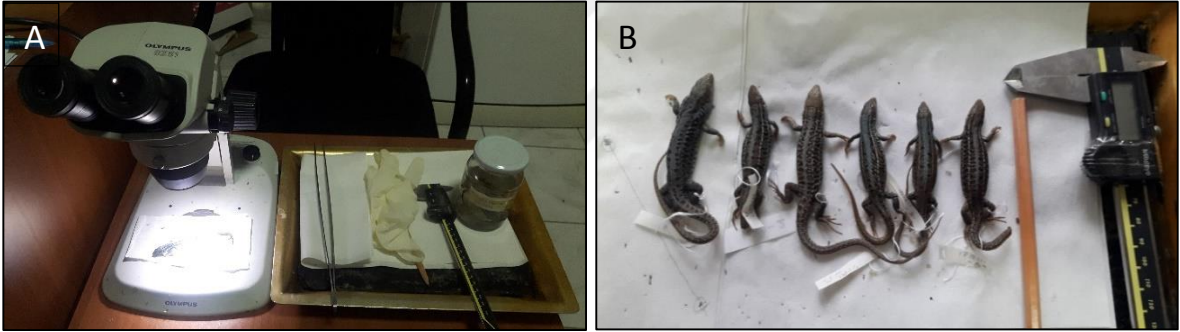
Şekil 16. A. ve B. Türün tesbit edildiği habitat fotoğrafları

Tablo 7.

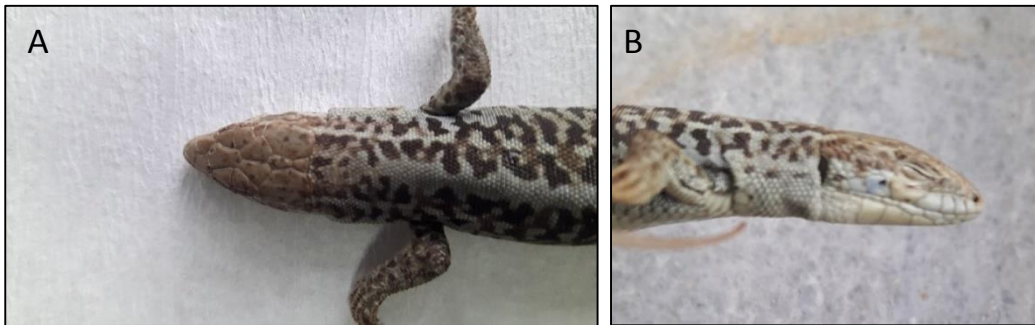
Morfolojik analizlerde kullanılan tür örneklerinin lokasyon bilgileri

Müze kodu	Lokasyon	Tarih	Örnek sayısı
47/2009 - 1	Kırklareli-Demirköy	2009	3
58/2010	Kırklareli-Dupnisa Mağarası Civarı	2010	8
17/2011 - 1	Tekirdağ il sınırı- Saray ilçesinin 5 Km yakınında	2011	6
127/2009	Kırklareli-Dereköy	2009	7
28/2018	Sakarya	2018	2
27/2018	Çanakkale-Çardak	2018	2
27/2019	Çanakkale-Çardak	2019	2

Örneklerin vücut ölçümleri, 0,01 hassasiyetli dijital kumpas ile yapılmıştır. Türün pholidosis karakterleri, binoküler mikroskop altında gerçekleştirilmiştir (Şekil 17). Aşağıda üzerinde inceleme yapılan tür örneklerine dair fotoğraflar verilmektedir (Bkz. Şekil 18, 19 ve 20).



Şekil 17. A. Binoküler mikroskop ve kumpas, B. *P. tauricus* örnekleri



Şekil 18. A. İncelenen *P. tauricus* örneğinin üstten ve B. yandan baş görüntüsü

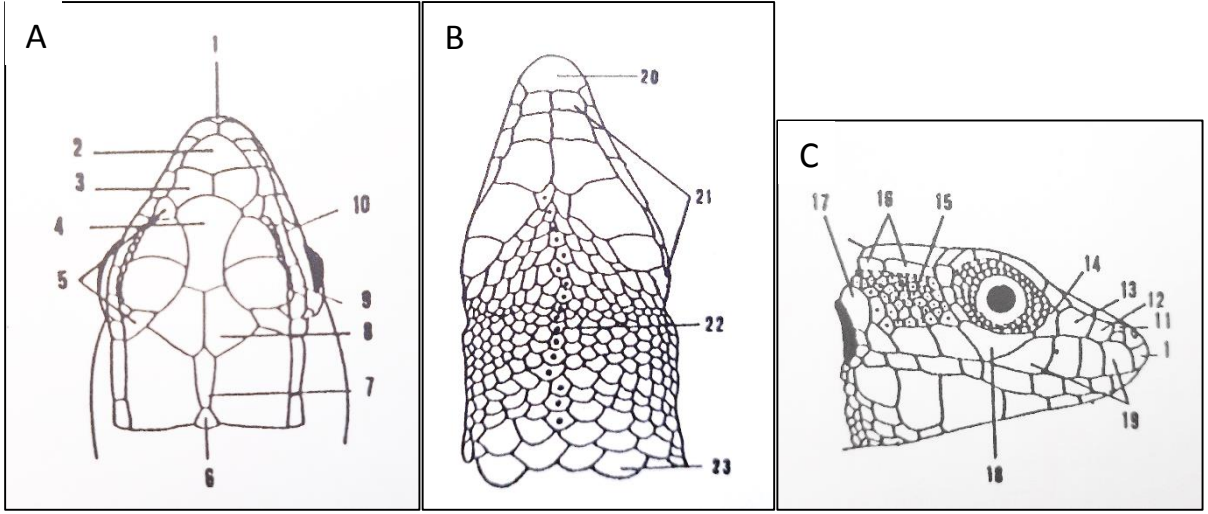


Şekil 19. İncelenen *P. tauricus* örneği dorsal vücut görüntüsü



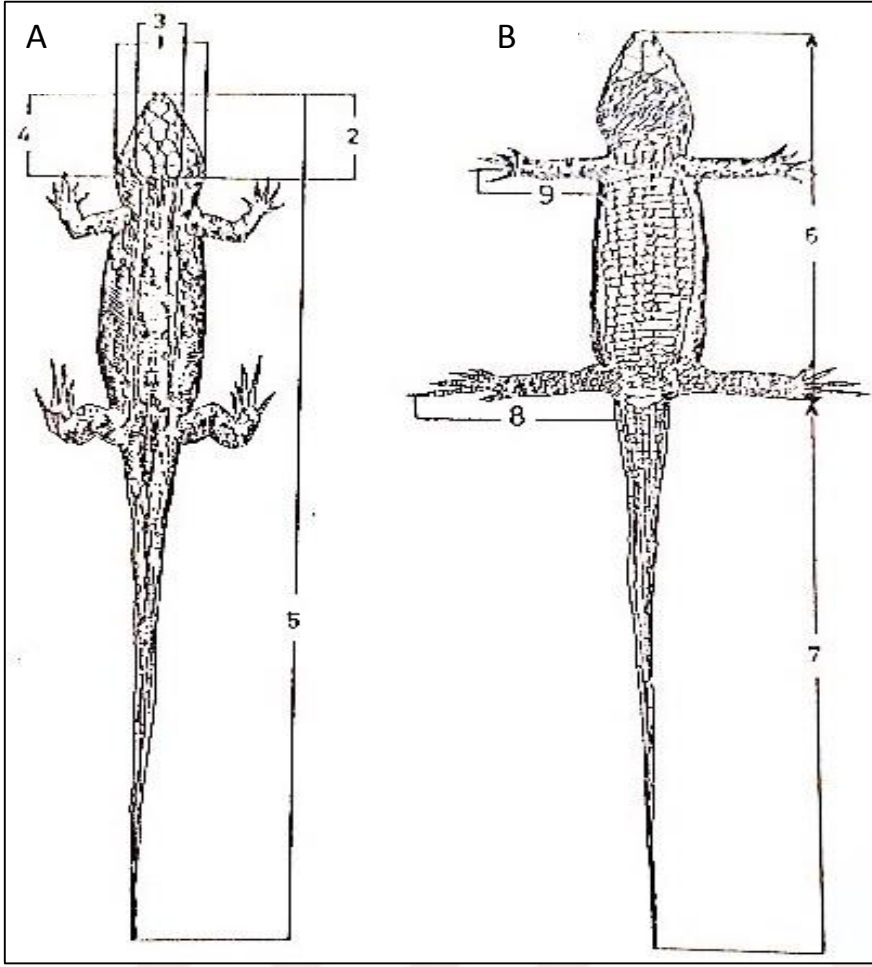
Şekil 20. İncelenen *P. tauricus* örneği ventral vücut görüntüsü

Üç popülasyonun pul-plak özellikleri ve vücut ölçümlerine yönelik analizler karşılaştırılmalı olarak ele alınmıştır. Şekil 21 ve Şekil 22’de tür için kullanılan pholidosis karakterleri ve bazı morfolojik ölçütler gösterilmektedir. Özelliklerin önceki çalışmalarla karşılaştırılmasında, örneklem sayısının imkan verdiği ölçüde tanımlayıcı istatistikî yöntemler kullanılmıştır.



Şekil 21. Kertenkelede baş plaklarının isimlendirilmesi. A. Üstten, B. Alttan, C.Yandan görünüm. 1.Rostrale, 2.Internasale, 3.Praefrontale, 4.Frontale, 5. Supraocularia, 6.Occipitale, 7.Interparietale, 8.Frontoparietale, 9.Supraciliare, 10.Supraciliar granül, 11.Postnasale, 12.Frenale, 13.Frenooculare, 14.Praeoculare, 15.Temporalia, 16.Supratemporalia, 17.Tympanicum, 18.Suboculare, 19.Supralabialia, 20.Mentale, 21.Inframaxillaria, 22.Median gularia, 23.Collare (Tok, 1993)'den değiştirilerek alınmıştır.





Şekil 22. Kertenkele sınıflandırmasında kullanılan bazı morfolojik ölçütler. A. Üstten B. Alttan görünüş. 1.Baş eni, 2.Pileus uzunluğu, 3.Pileus eni, 4.Baş uzunluğu, 5.Vücut uzunluğu, 6.Baş+gövde uzunluğu, 7.Kuyruk uzunluğu, 8.Arka bacak uzunluğu, 9.Ön bacak uzunluğu.

(Tok, 1993)'den alınmıştır.

## DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

### ARAŞTIRMA BULGULARI

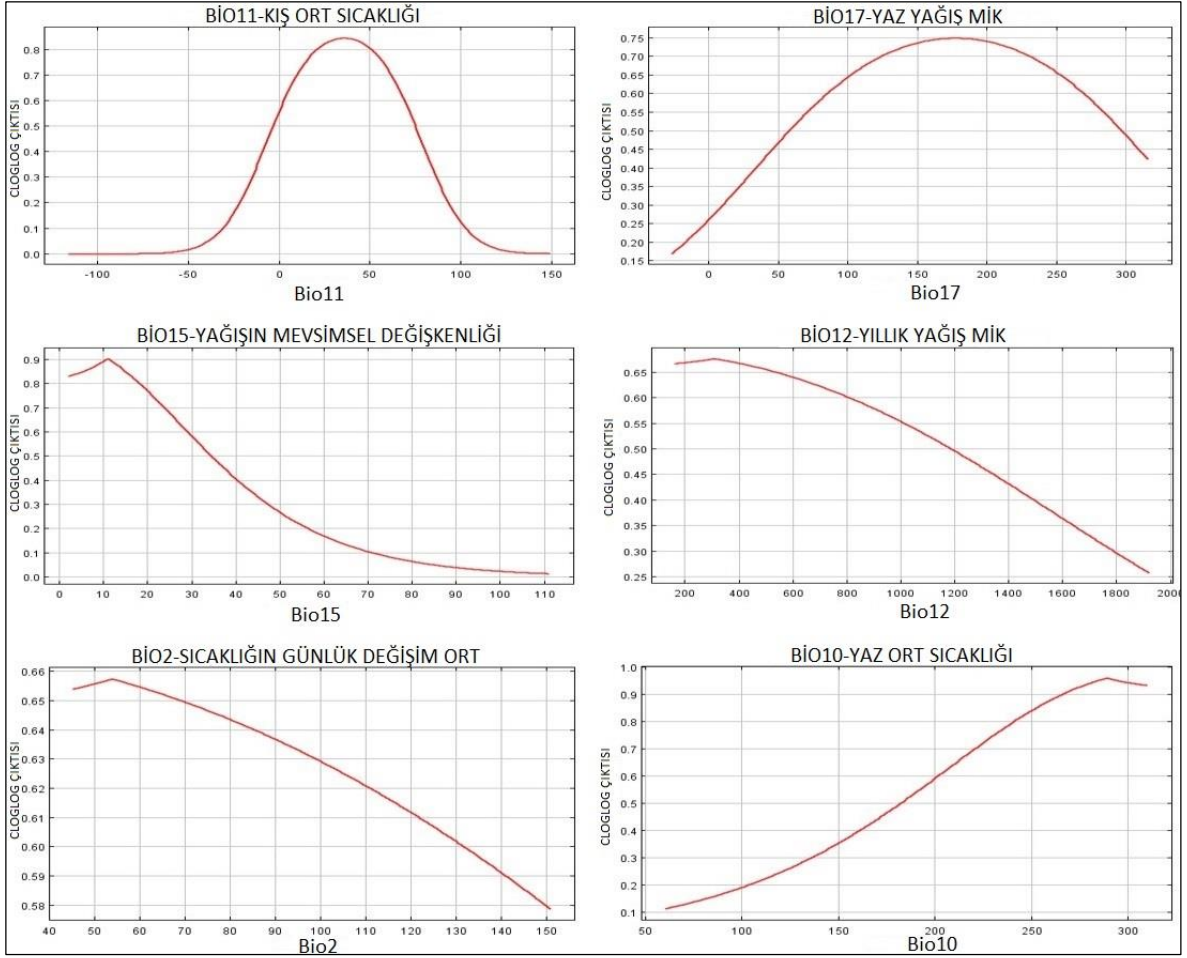
#### 4.1. Modelleme Analizi Sonuçları

##### 4.1.1. Biyoiklimsel Değişkenler

Modelin oluşturulurken, 5 öznitelik sınıf kombinasyonu (L, LQ, H, LQH ve LQHP) ve 5 düzenleme çarpanı değeri (1, 2, 3, 4 ve 5) kullanılarak, bu seçimlerle oluşturulan tüm model parametre kombinasyonları ile (5x5) 25 model ve 4 ayrı biyoiklimsel veri seti ile toplamda 100 aday model geliştirilmiştir (Bkz. Tablo 4). Her bir aday model için, 5 model test edilmiştir. Bu 5 modelin 4'ü k=4 bölümlenmiş veri seti ile yinelemeli olarak her seferinde 3 parça modeli eğitmek için, 1'i test etmek için dışarıda bırakılarak oluşturulmuştur. 5 modelin 1'i ise, bölümlenmemiş tüm veri seti kullanılarak oluşturulmuştur. Sonuç olarak, toplamda 500 model test edilmiştir.

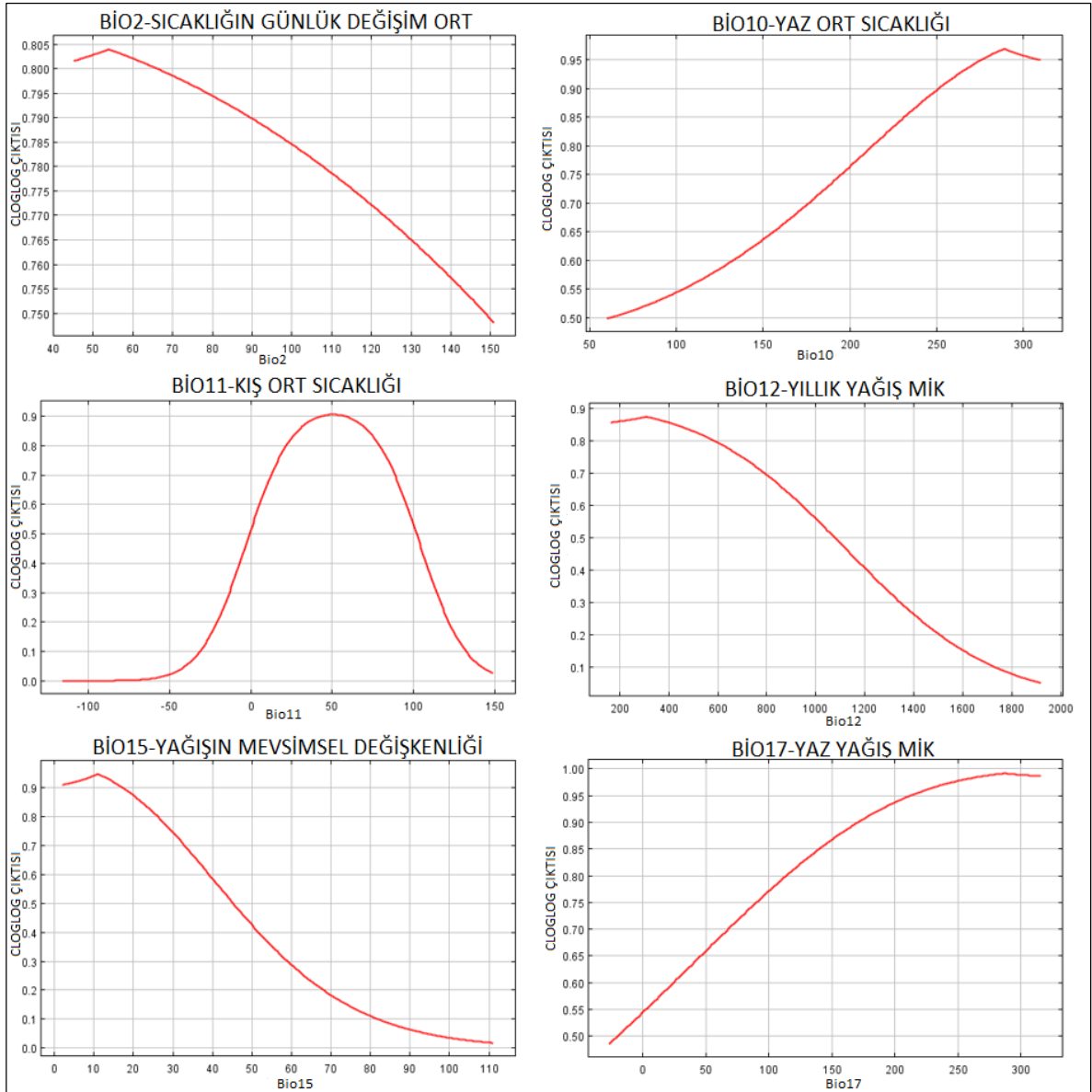
Tüm modeller arasında en yüksek avg.AUC<sub>TEST</sub> değerine (0,80) sahip model M3'tür (Tablo 3). Dolayısıyla, nihai model 3. biyoiklimsel veri seti olan, 6 biyoiklimsel değişkene sahip (BİO 2, BİO 10, BİO 11, BİO 12, BİO 15, BİO 17); linear ve quadratik (LQ) öznitelik sınıfları ve 5'lik düzenleme çarpanına sahip modeldir. Parçalı ROC (partial ROC) analizi sonuçlarına göre, bu model rastgele bir tahminden çok daha iyi bir performansa sahiptir (AUC oran istatistiği: ortalama  $\pm$  SD = 1,69  $\pm$  0,03, aralık = 1,60 – 1,77, P <0,001).

Tek değişkenli cevap eğrileri, çalışma alanında her bir değişkenin türün dağılımı üzerine net etkisi hakkında daha detaylı bilgi vermiştir. Bu değişkenlerden BİO11 ve BİO17'nin cevap eğrileri çan eğrisi şeklindedir. Bu durum, bu biyoiklimsel değişkenler için arka plan uzamının tür için yaşanabilir olan tüm biyoiklimsel koşulları içerdiği anlamına gelmektedir. Diğer 4 biyoiklimsel değişken eğrilerine bakıldığında ise (BİO2, BİO10, BİO12, BİO15), habitat uygunluğu azalırken eğrinin kesildiği görülmüştür (Bkz. Şekil 23).



Şekil 23. Tek değişkenli cevap eğrileri.

Marjinal cevap eğrileri, Balkan duvar kertenkelesinin, ılıman kışlara ve çok sıcak ve kurak yazlara sahip olmayan, bununla birlikte yıllık sabit yağış rejimi olan ve ortalama miktarda yaz yağışı alan alanları tercih ettiğini göstermiştir (Bkz. Şekil 24).

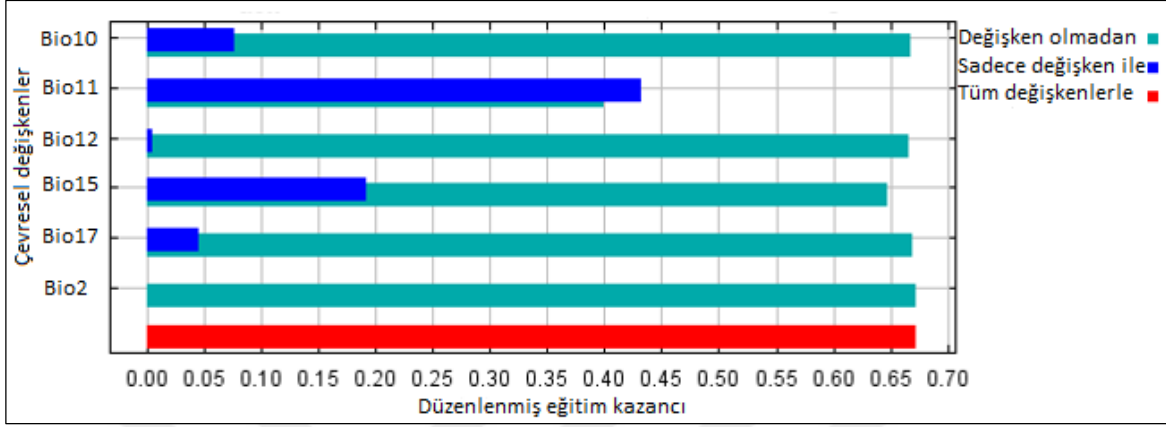


Şekil 24. Marjinal cevap eğrileri.

Çalışma alanının düşük enlemlerinde iklim, sıcak ve kurak yazlar ve yağmurlu kışlar; daha yüksek enlemlerinde ise daha serin yazlar, ilkbahar ve yaz yağışları ile karakterize olmaktadır. Türün biyoiklimsel uygunluğunun dağılış alanı ile uyumlu olacak şekilde artan kış sıcaklığı (özellikle  $> 5^{\circ}\text{C}$ ), yaz sıcaklığı (özellikle  $28 > ^{\circ}\text{C}$ ) ve yağış mevsimsel değişkenliği (en yüksek yaklaşık % 10) ile azalan bir eğilim gösterdiği görülmektedir (Bkz. Şekil 24).

Kış ortalama sıcaklığı (BİO11, % 56,2) ve yağışın mevsimsel değişkenliği (BİO15, % 40,9) modele birlikte ve hemen hemen eşit ölçüde (% 97,1) en fazla katkıyı vermiş iki

biyoiklimsel değişkendir (Bkz. Tablo 8). Bu değişkenler, çoğunlukla türün coğrafi dağılımını şekillendirmiştir. Dolayısıyla, BİO11 ve BİO15, diğer değişkenlerde olmayan ve kendi başına en faydalı bilgiye sahip değişkenlerdir. (Bkz. Şekil 25).



Şekil 25. Jackknife testi sonucu.

Tablo 8.

Biyoklimsel değişkenlerin yüzde katkı değerleri

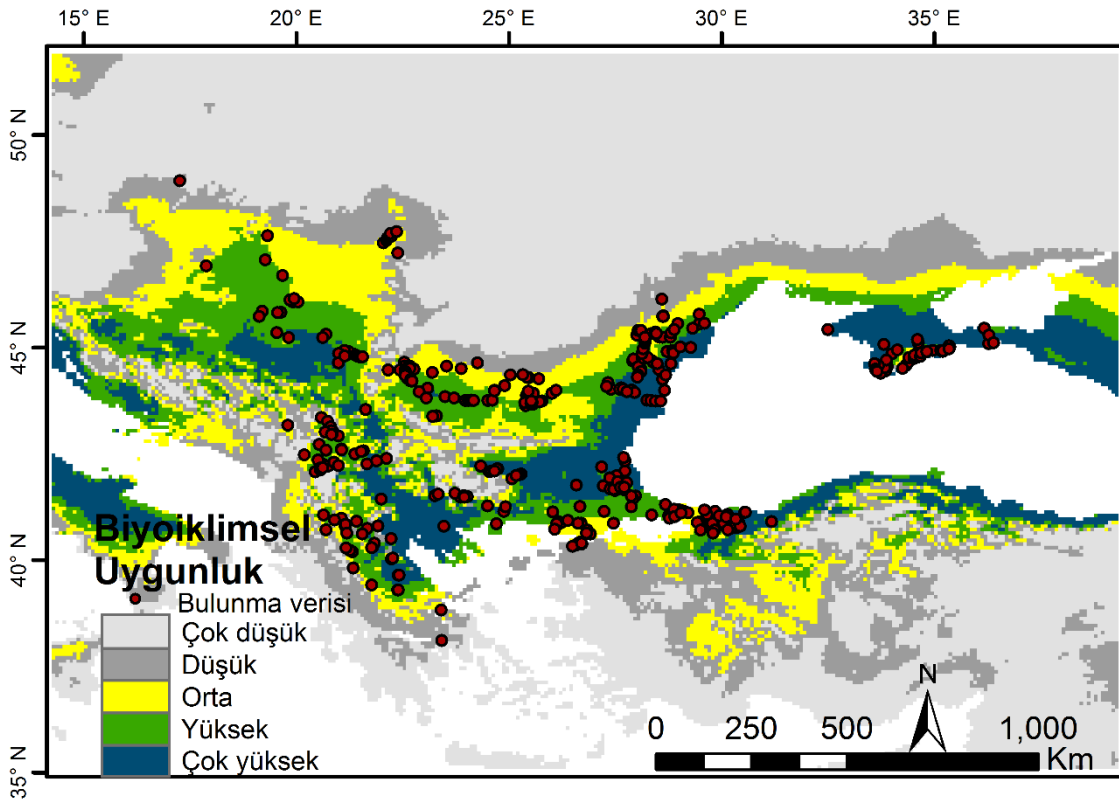
Değişken	Yüzde katkı değeri	Permutasyon önemi
Bio11	56.2	62.3
Bio15	40.9	28.1
Bio12	1.6	4.8
Bio10	0.8	2.2
Bio17	0.6	2.4
Bio2	0	0.2

#### 4.1.2. Türün Dağılım Örüntüleri

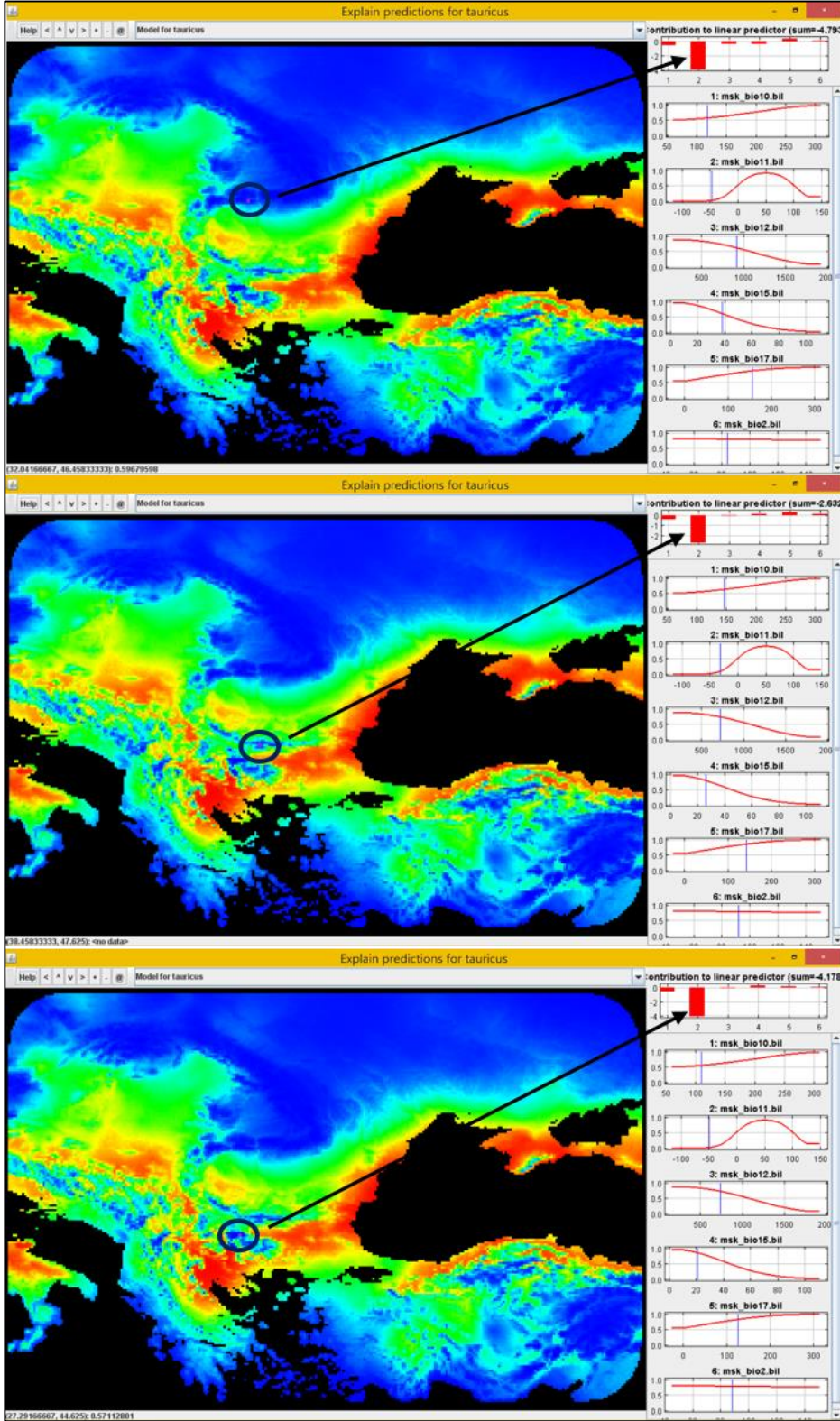
##### Günümüz Dağılım Örüntüsü

Günümüz iklim koşullarında tür için tahminlenen uygun biyoiklim alanlar (orta, yüksek ve çok yüksek uygunluk toplamı 778605,39 km<sup>2</sup> olup, çalışma alanının % 28,7'sine karşılık gelmektedir. Balkan duvar kertenkelesinin potansiyel dağılım alanının, çoğunlukla bilinen dağılım alanına benzer olduğu görülmektedir (Bkz. Şekil 26 ve Tablo 9). Uygun biyoiklimsel alanlar, yüksek enlemlerde, en kuzeydeki dağılım sınırını oluşturan Çek Cumhuriyeti'nin güneydoğu ucunu, Kırım Yarımadası'nı, Avrupa kıtasının merkezini ve doğusunu kapsarken, alçak enlemlerde yüksek dağ sıraları hariç Balkan Yarımadası'nın

büyük çoğunluğunu kapsamaktadır. Çalışma alanındaki yüksek dağ sıraları (Rodop Dağları, Balkan Dağları, Karpat Dağları ve Kırım Dağları) düşük kış ortalama sıcaklıkları nedeniyle biyoiklimsel açıdan düşük uygunlukta tahminlenmiştir (Bkz. Şekil 27). Bunun yanı sıra, türün bulunduğu bilinmeyen bazı alanların da model tahmininde yer aldığı, bazı bölgelerin aşırı tahminlendiği görülmüştür. Bunlar, Kırım Yarımadası'na bitişik olan Rusya'nın güneybatı kesimi, Karadeniz'in güneydoğu kıyı şeridi ve içte kıyı şeridine paralel çizgiler şeklinde özellikle yükseltinin fazla olmadığı yerler, İç Anadolu'daki birbirine yakın parçalı alanlar ve Adriyatik Denizi'nin kuzey kıyı şeridi ve İtalya Yarımadası'dır (Şekil 3, IUCN Kırmızı Liste güncel dağılım bilgisi için Bkz. Böhme, vd., 2009).

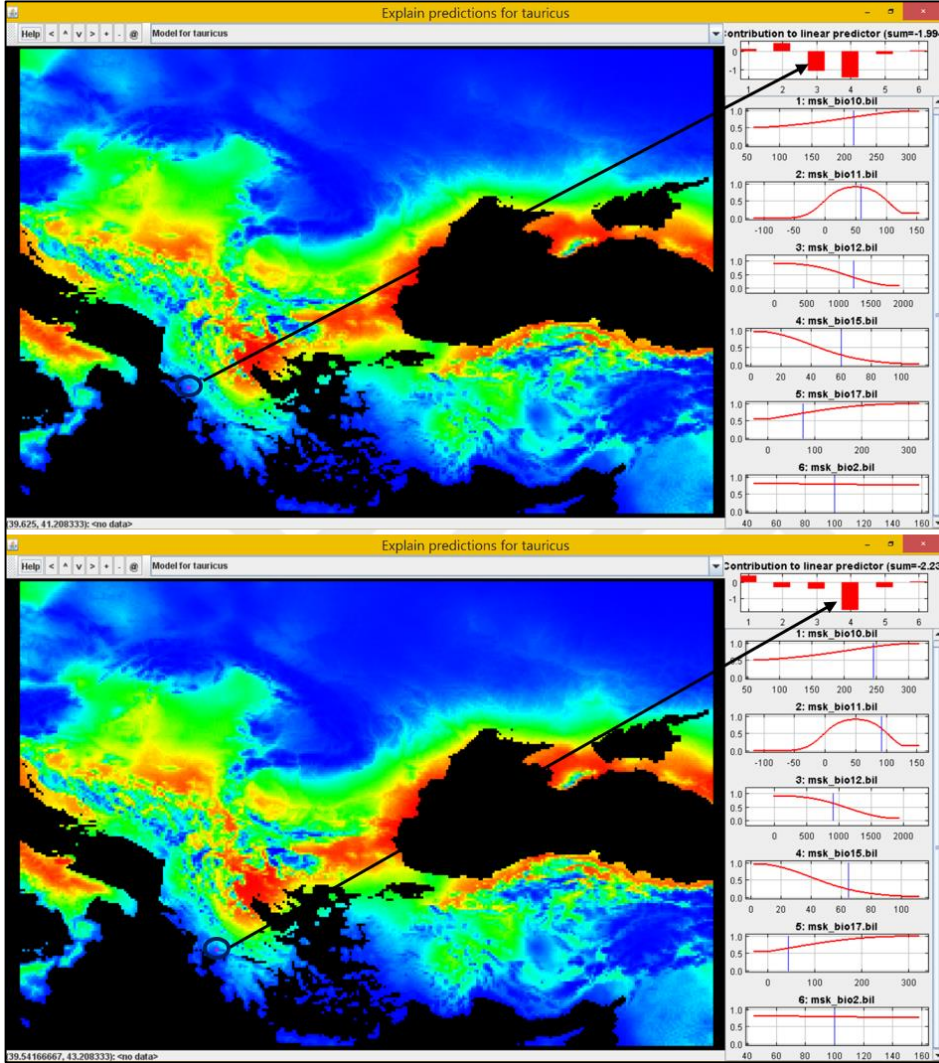


Şekil 26. Güncel iklim koşullar altında türün biyoiklimsel uygunluk haritası. Kırmızı noktalar, türün 370 tane bulunma kaydını göstermektedir. Maxent v. 3.4.1 Java uygulamasında oluşturulmuş, ArcGIS v. 10.5 yazılımında düzenlenmiştir.



Şekil 27. Güncel iklim koşulları altında Maxent açıklama aracı sonuçları. Günümüz iklim koşulları altında, kırmızıya doğru tür için biyoiklimsel uygunluğun artmakta, maviye doğru biyoiklimsel uygunluk azalmaktadır.

Ayrıca, güncel dağılım örüntüsünde, Pindus Dağları'nın batı kesiminin, yıllık yağış miktarı ve yağışın mevsimsel değişkenliğine bağlı olarak tür için çok düşük uygunlukta tahminlenmiştir (Bkz. Şekil 28).



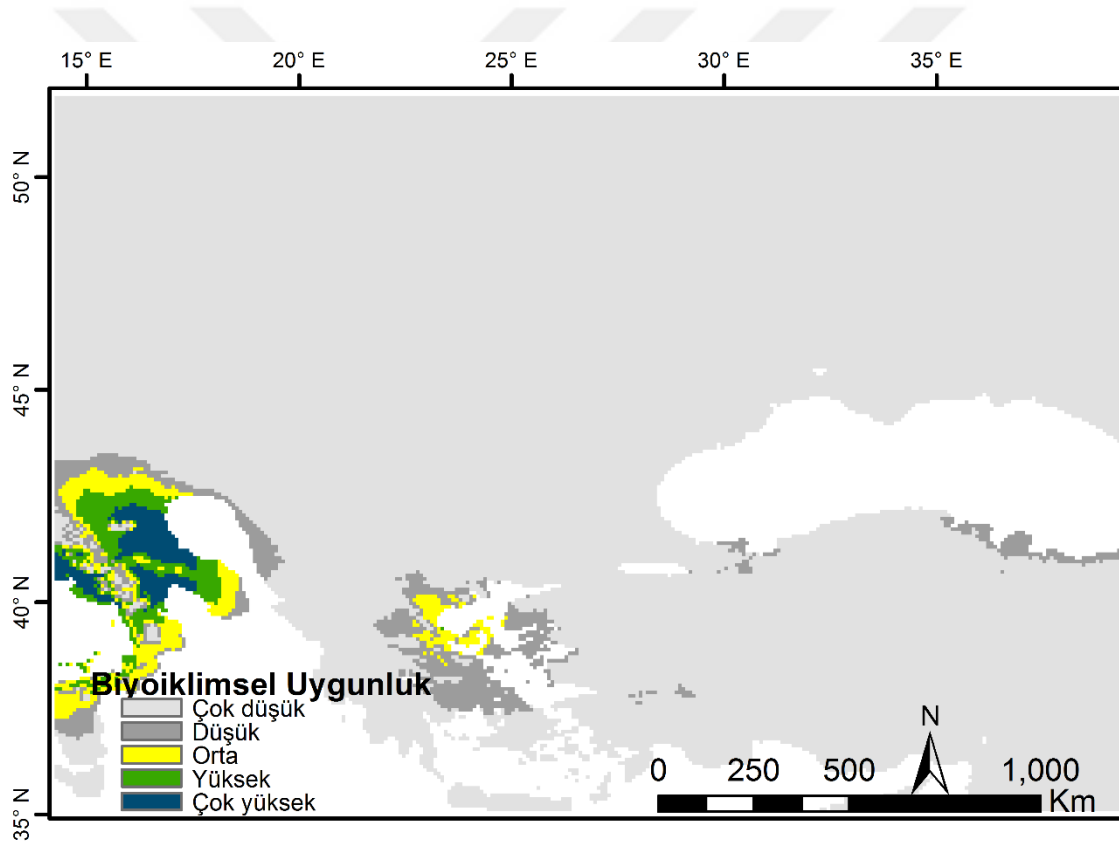
Şekil 28. Güncel iklim koşulları altında Maxent açıklama aracı sonuçları. Kırmızıya doğru tür için biyoiklimsel uygunluğun artmakta, maviye doğru biyoiklimsel uygunluk azalmaktadır. Pindus Dağları'nın batısındaki düşük biyoiklimsel uygunluğun BİO12 ve BİO15'den kaynaklandığı görülmektedir.

### Geçmiş Zaman Dağılım Örüntüsü

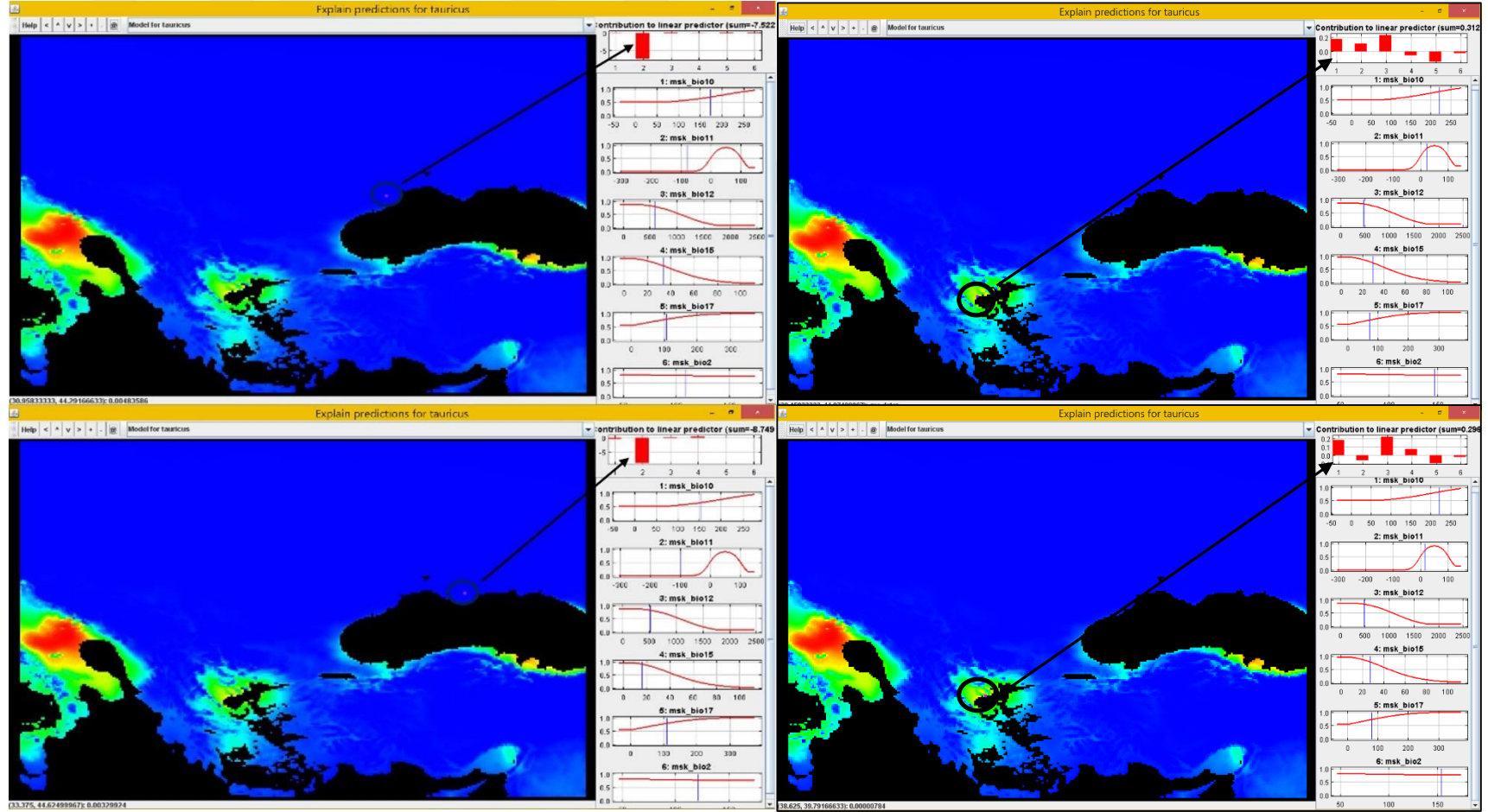
Yeniden yapılandırılmış geçmiş iklim koşullarında, SBM ve Orta-Holosen küresel iklim modellerinin her birinin kendi içinde ortalamaları alınarak, her bir zaman dilimi için 1'er nihai biyoiklimsel harita tahmini oluşturulmuştur. Model ortalamalarının SBM



tahminine göre, türün dağılım alanı esas olarak 'kış ortalama sıcaklığı'nın olumsuz etkisi nedeniyle, Ege Denizi'nin kuzey kıyı şeridi, İtalya Yarımadası ve Sicilya gibi bazı kısıtlı alanlara çekilmiştir. Buzul sığınağı olarak tahminlenen güney Balkanlar'daki alanların biyoiklimsel uygunluğunun daha çok yaz ortalama sıcaklığı ve yıllık yağış miktarının kümülatif pozitif etkisi ile gerçekleştiği görülmektedir (Bkz. Şekil 29; Şekil 30). Toplam tahminlenen SBM potansiyel dağılım alanı genişliği 57596,19 km<sup>2</sup>'dir. SBM'de tür için potansiyel uygun alanların çok kısıtlı birkaç lokasyonda tahminlendiği, bu alanın Ege Denizi'nin kuzeyi ve İtalya Yarımadası'nı kapsayan bölgede olduğu görülmüştür. SBM'den günümüze, türün dağılım alanı oldukça genişlemiştir (% 1251,83; Tablo 9, Şekil 29, Şekil 32).



Şekil 29. SBM iklim koşulları altında türün biyoiklimsel uygunluk haritası ve olası buzul sığınakları. Maxent v. 3.4.1 Java uygulamasında oluşturulmuş, ArcGIS v. 10.5 yazılımında düzenlenmiştir.



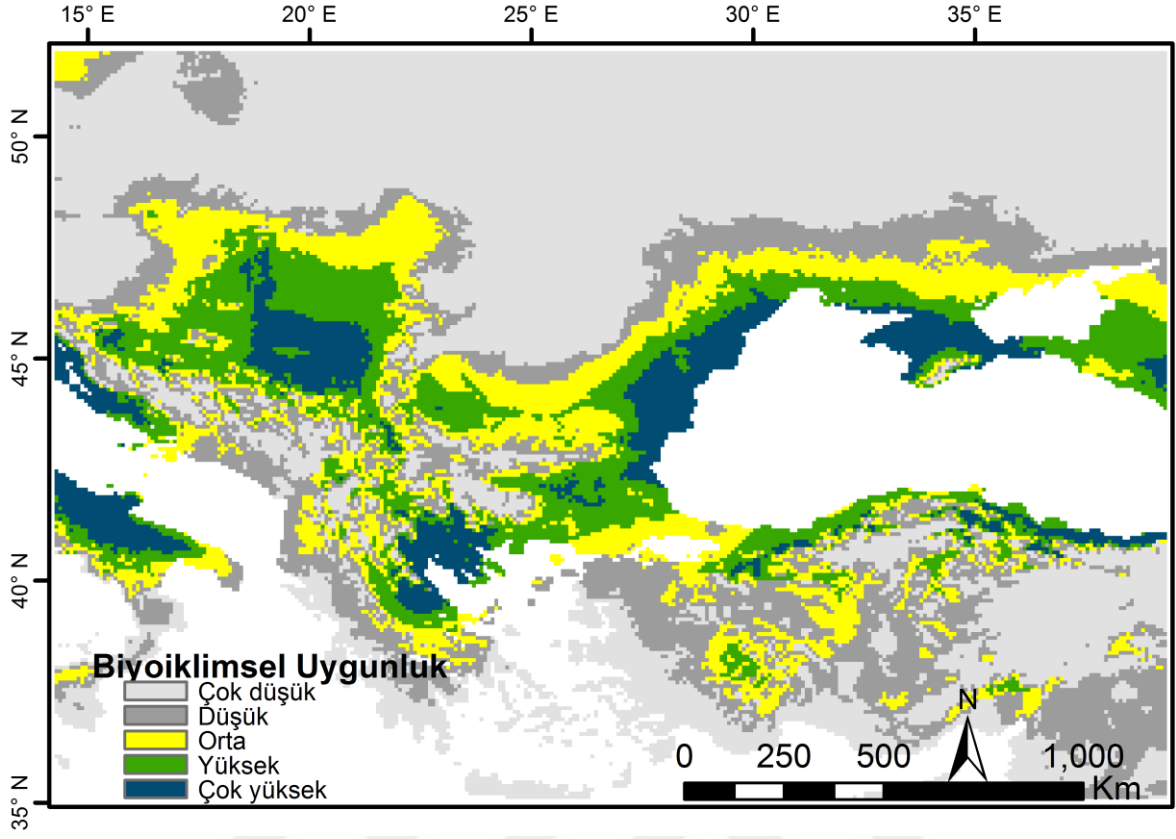
Şekil 30. SBM (CCSM4 modeli) iklim koşulları altında Maxent açıklama aracı sonuçları. Kırmızıya doğru tür için biyoiklimsel uygunluğun artmakta, maviye doğru biyoiklimsel uygunluk azalmaktadır.

Tablo 9.

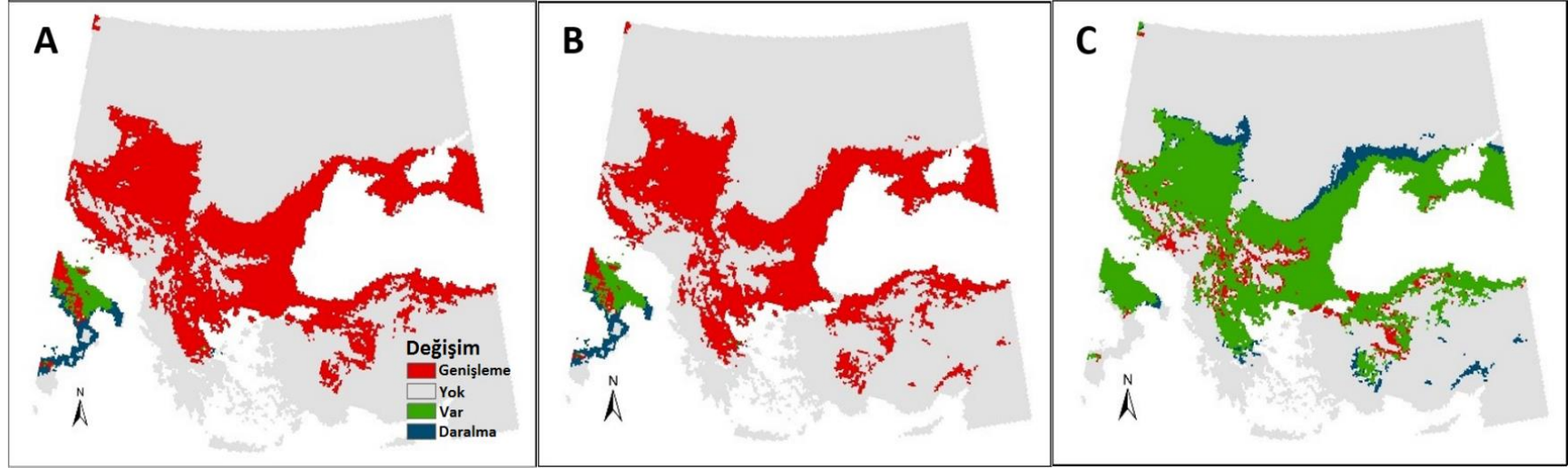
Geçmişte ve günümüzde tür için biyoiklimsel açıdan uygun alanların büyüklüklerinin karşılaştırması. SBM ve Orta-Holosen için km<sup>2</sup> olarak.

	<b>Günümüz</b>	<b>SBM</b>	<b>Orta-Holosen</b>
<b>Genişleme</b>	--	28181,62	79260,81
<b>Her iki zaman periyodunda da uygun alan</b>	--	29414,57	700929,79
<b>Toplam uygun alan</b>	778605,39	57596,19	780190,61
<b>Daralma</b>	--	749190,82	77675,60
<b>Her iki zaman periyodunda da uygun olmayan alan</b>	--	1903580,54	1852501,34
<b>Toplam uygun olmayan alan</b>	1931762,16	2652771,36	1930176,94

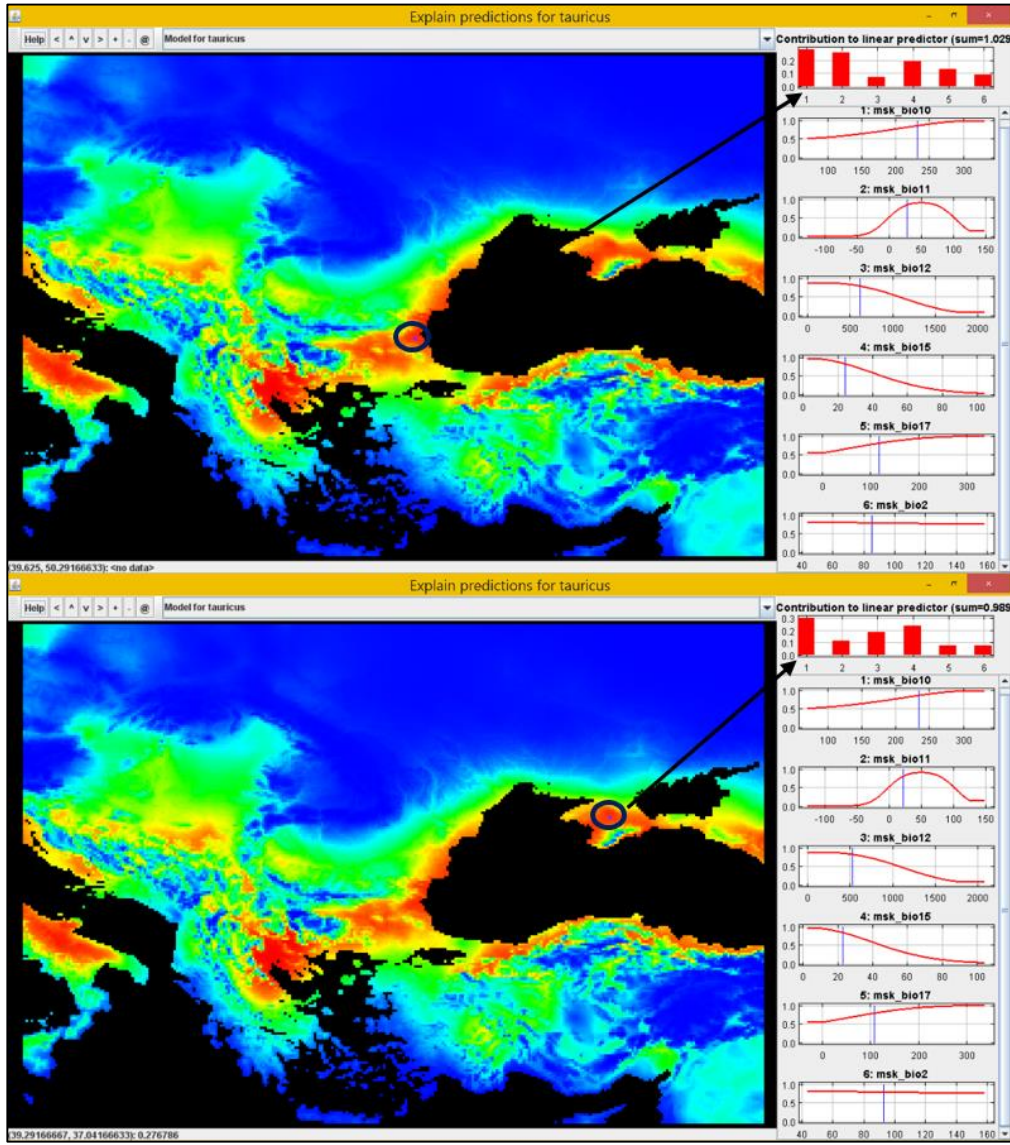
Türün Orta-Holosen dağılım tahminleri, SBM'den oldukça farklı olmuştur. Orta-Holosen'de türün, SBM'den sonra dağılım alanını kuzey yönlü genişlettiği ve neredeyse güncel dağılım alanı ile benzer bir dağılım boyutuna ve dağılım örüntüsüne ulaştığı tahminlenmiştir. Orta-Holosen'den günümüze dağılım değişimi -% 0,2 ve SBM'den Orta-Holosen'e % 1254,59'dur. Çalışma alanı içindeki dağılımın Orta-Holosen projeksiyonuna bakıldığında, tür için biyoiklimsel açıdan uygun alanlar, daha kuzey enlemlere ve kıta içi (Balkanlar ve Kırım Yarımadası, Avrupa ve Karadeniz çevresi) alanlara doğru genişlemiştir. Toplam tahminlenen dağılım alanı 780190,61 km<sup>2</sup>'ye yükselmiştir (Tablo 9; Şekil 31; Şekil 32). Bu durum tek bir biyoiklimsel değişkene bağlı olmayıp, biyoiklimsel değişkenlerin çalışma alanının farklı noktalarında değişen toplam katkısı sonucu olduğu görülmektedir (Şekil 33).



Şekil 31. Orta-Holosen iklim koşulları altında tür için biyoiklimsel açıdan uygun alanlar. Maxent v. 3.4.1 Java uygulamasında oluşturulmuş, ArcGIS v. 10.5 yazılımında düzenlenmiştir.



Şekil 32. SBM, Orta-Holosen ve günümüz arasında türün dağılım alanındaki değişim. A:SBM'den günümüze, B:SBM'den Orta-Holosen'e, C:Orta-Holosen'den günümüze, tahminlenen, türün dağılım alanındaki genişleme, daralma, her iki zaman periyodunda da işgal edilmemiş, her iki zaman periyodunda da işgal edilmiş, dolayısıyla değişiklik arzetmeyen alanlar. ArcGIS v. 10.5 yazılımında düzenlenmiştir.



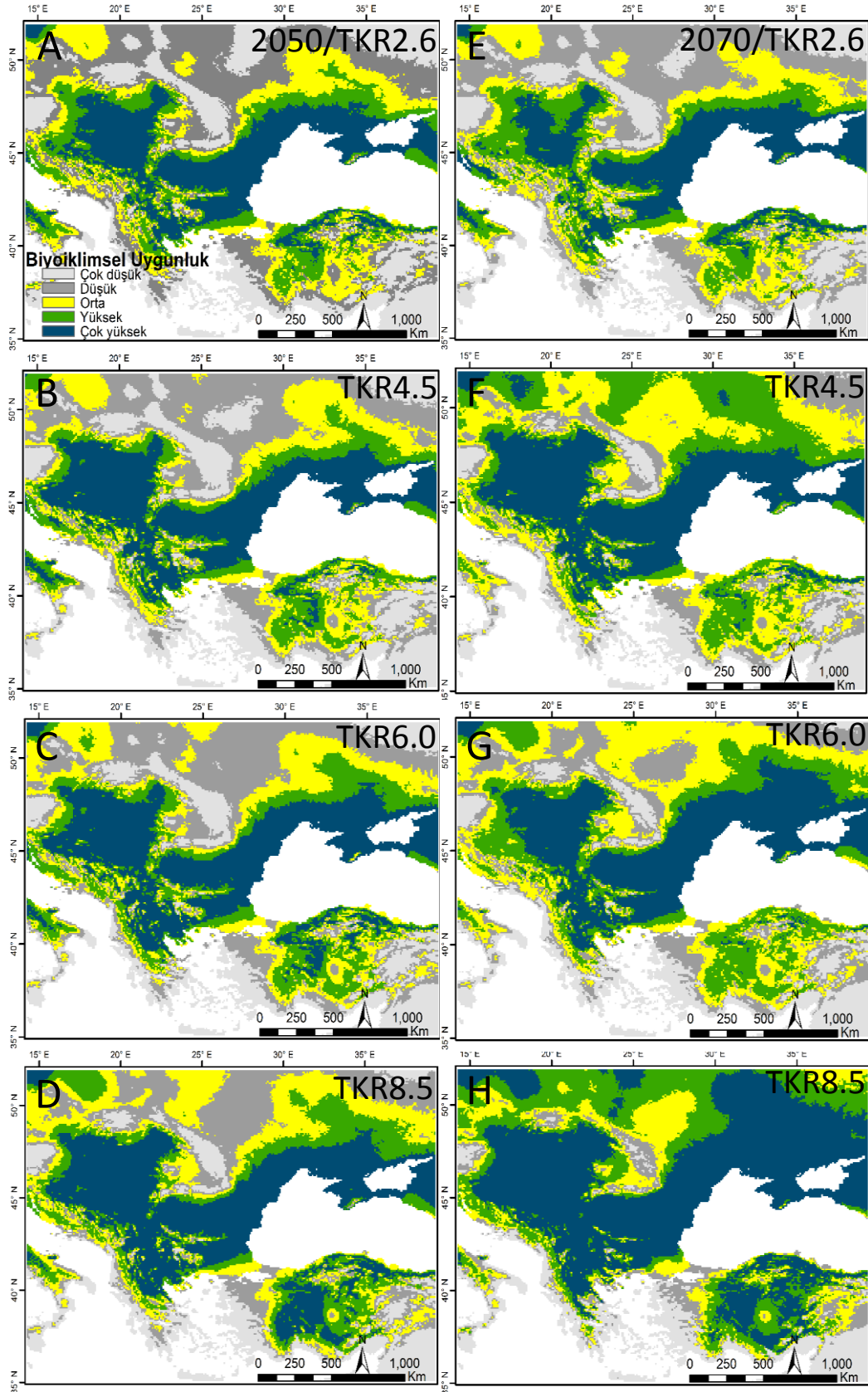
Şekil 33. Orta-Holosen (CCSM4 modeli) iklim koşulları altında Maxent açıklama aracı sonuçları. Kırmızıya doğru tür için biyoiklimsel uygunluğun artmakta, maviye doğru biyoiklimsel uygunluk azalmaktadır.

### Gelecek Zaman Dağılım Örüntüsü

Küresel iklim değişikliğinin biyoiklimsel uygunluk üzerindeki etkisi, gelecekteki farklı zaman periyotları ve iklim senaryoları ile araştırılmıştır. Tür için biyoiklimsel açıdan olası uygun alanlar çoğunlukla kuzey-kuzeybatı yönünde, Avrupa'nın iç kısımları, Ukrayna'nın kuzeyi ve aynı zamanda Anadolu'nun iç kısmı ve güney enlemlerdeki yüksek

rakımlı alanlara doğru genişlemiştir (Bkz. Şekil 34). Bu sonuçlar, tüm küresel iklim modelleri ve tüm senaryolarda birbiriyle tutarlı şekilde yakın benzerlikte tahminlenmiştir.





Şekil 34. Tahminlenen gelecek iklim koşulları altında tür için biyoiklimsel açıdan uygun alanlar. A, B, C, D 2050 yılı için ve E, F, G, H 2070 yılı için. Maxent v. 3.4.1 Java uygulamasında oluşturulmuş, ArcGIS v.10.5 yazılımında düzenlenmiştir.



Senaryolar birbirleriyle karşılaştırıldığında, potansiyel olarak tür için uygun biyoiklim alanların, 2070 için 2050'den daha belirgin şekilde artış gösterdiği görülmektedir. İklim senaryolarının ısınmsal zorlama gücü arttıkça, iklim koşullarının uygun hale gelmesiyle, verilen model ortalamalarında, türün dağılım alanının daha kuzeye ve yüksek dağ kesimlerine doğru genişlediği, genel olarak TKR arttıkça da türün potansiyel dağılım alanının genişlediği görülmektedir. En zorlayıcı senaryo olan 2070 yılı TKR8.5 senaryosunda, diğer senaryolara ve 2050 zaman dilimine kıyasla, türün dağılımının yoğun olarak yüksek enlemlere doğru genişlediği görülmektedir. Gelecekteki biyoiklimsel koşulları altında, uygun biyoiklimsel alanlardaki artışın 2050 yılı için en düşük oranda (% 77,42) TKR2.6 senaryosunda ve en yüksek oranda (% 124,41) TKR8.5 senaryosunda olacağı öngörülmüştür. 2070 yılı için en düşük (% 75,96) TKR2.6 senaryosunda ve en yüksek (% 174,95) TKR8.5 senaryosunda artacağı tahmin edilmiştir (Bkz. Tablo 10; Şekil 35). Bu durumun temelde, çalışma alanının kuzey enlemlerinde yaz ve kış ortalama sıcaklıklarının artışından kaynaklandığı 'Explain.bat' dosyalarından anlaşılmaktadır (Bkz. Şekil 36).

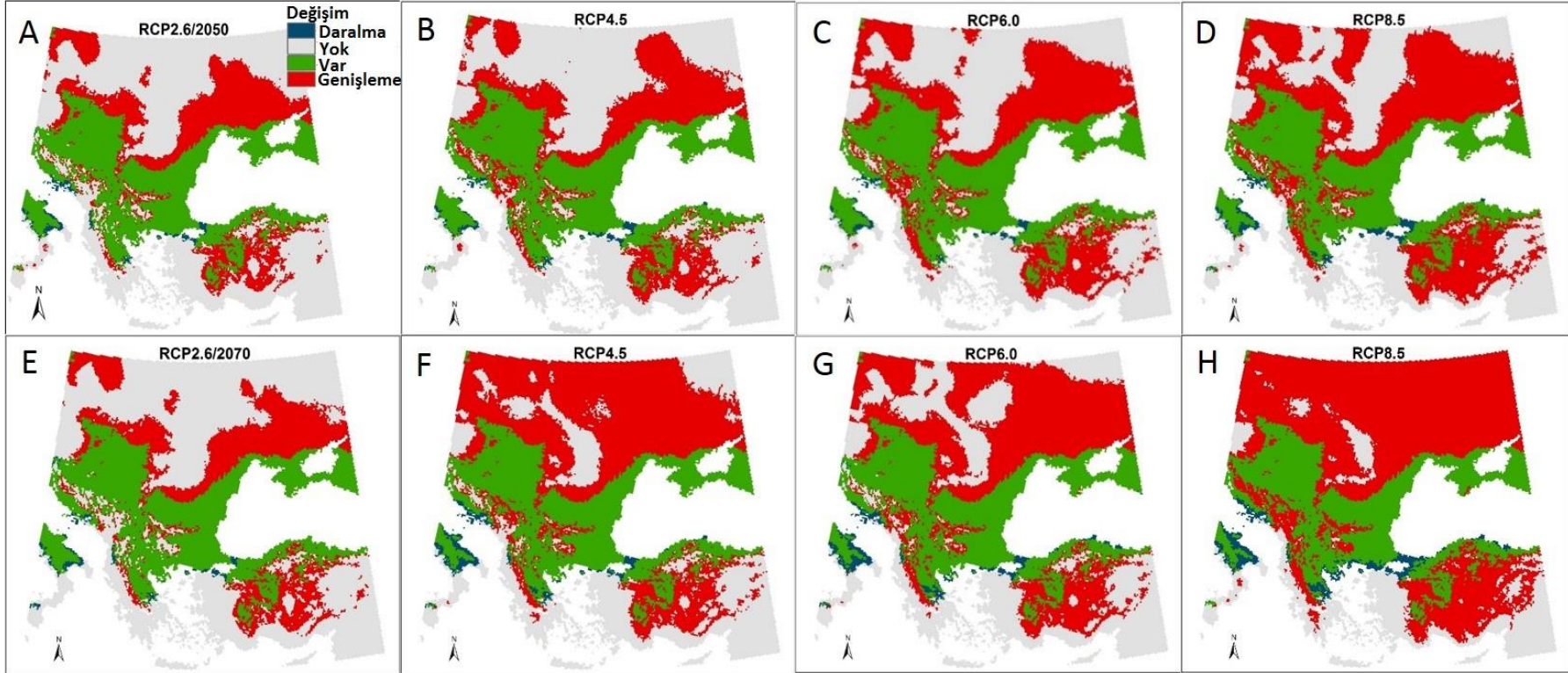
Model transferlerindeki analog olan ve analog olmayan koşullar ve ekstrapolasyon riskleri MESS analizi ile ortaya konmuştur (Elith ve Phillips, 2010). Tahminlenen yüksek olasılıklı dağılım alanlarındaki ekstrapolasyon SBM projeksiyonları için, yalnızca CCSM4 ve MIROC-ESM modellerinin Ege Denizi'nin kuzey kıyı şeridindeki sınırlı alanlarda tahminlenmiştir. Bu durumun, CCSM4 ve MIROC-ESM modelleri için, sıcaklığın günlük değişim ortalamasına (BİO2) bağlı olarak, kısıtlı miktarda olduğu görülmüş (Bkz. Şekil 37) ve bu nedenle ekstrapolasyonun, model tahminini tehlikeye sokacak miktarda olmadığına karar verilmiştir.

Gelecekteki iklim modelleri için, ekstrapolasyon esas olarak biyoiklimsel uygunluğun çok düşük olduğu çalışma alanının güneydoğu kesiminde ve yüksek biyoiklimsel uygunluğun gözlendiği Selanik civarındaki birkaç pikselde, yaz ortalama sıcaklığına bağlı olarak gözlenmiştir (Bkz. Şekil 38 ve Şekil 39). Sonuç olarak modelin, bazı sınırlı yeni biyoiklimsel koşullara tahmin yürütmesi gerektiği görülmektedir.

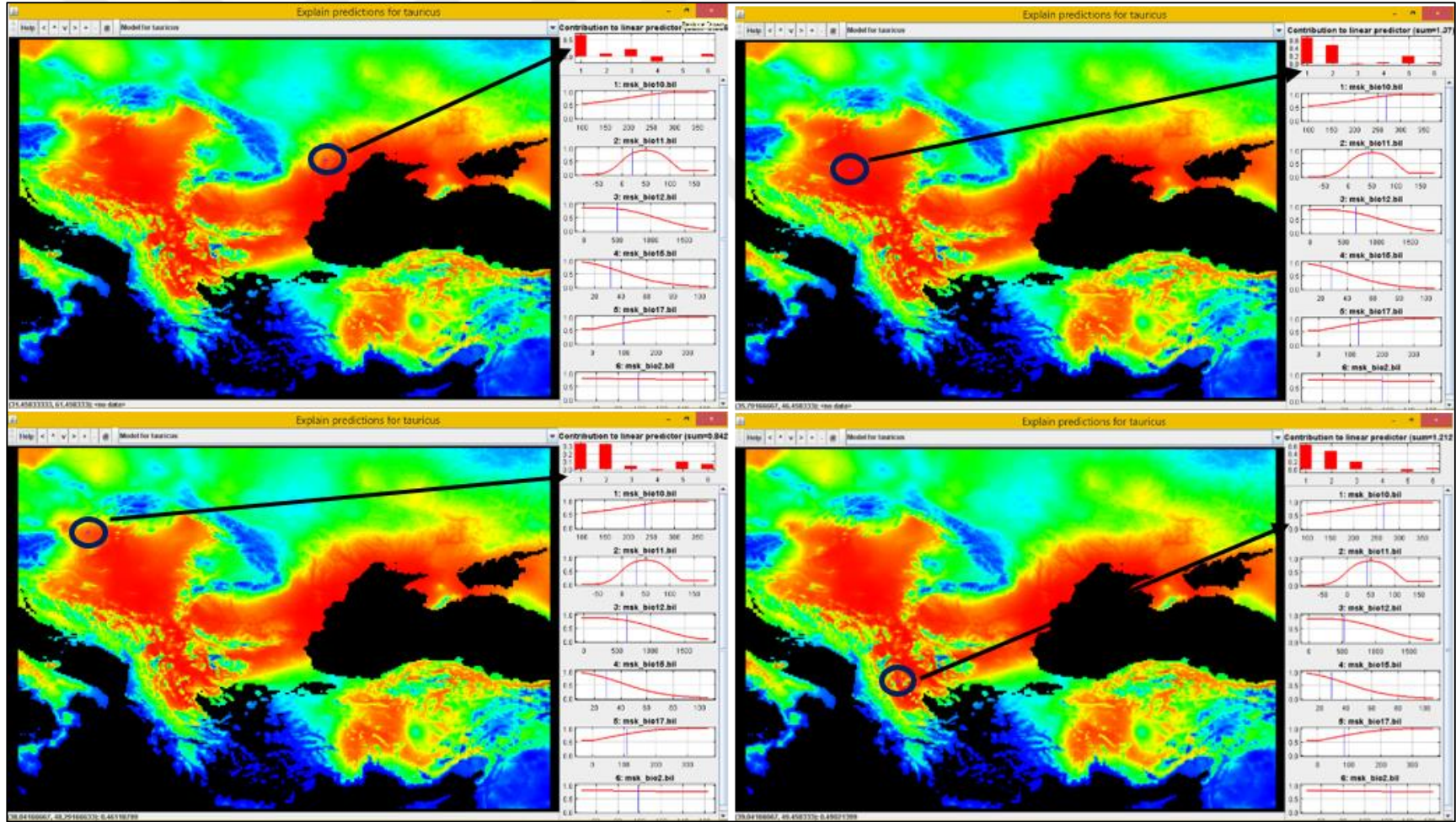
Tablo 10.

Günümüzde ve gelecekte tür için biyoiklimsel açıdan uygun alanların büyüklüklerinin karşılaştırması. Her bir zaman dilimi (2050 ve 2070) ve senaryo (TKR2.6, TKR4.5, TKR6.0 ve TKR8.5) için km<sup>2</sup> olarak.

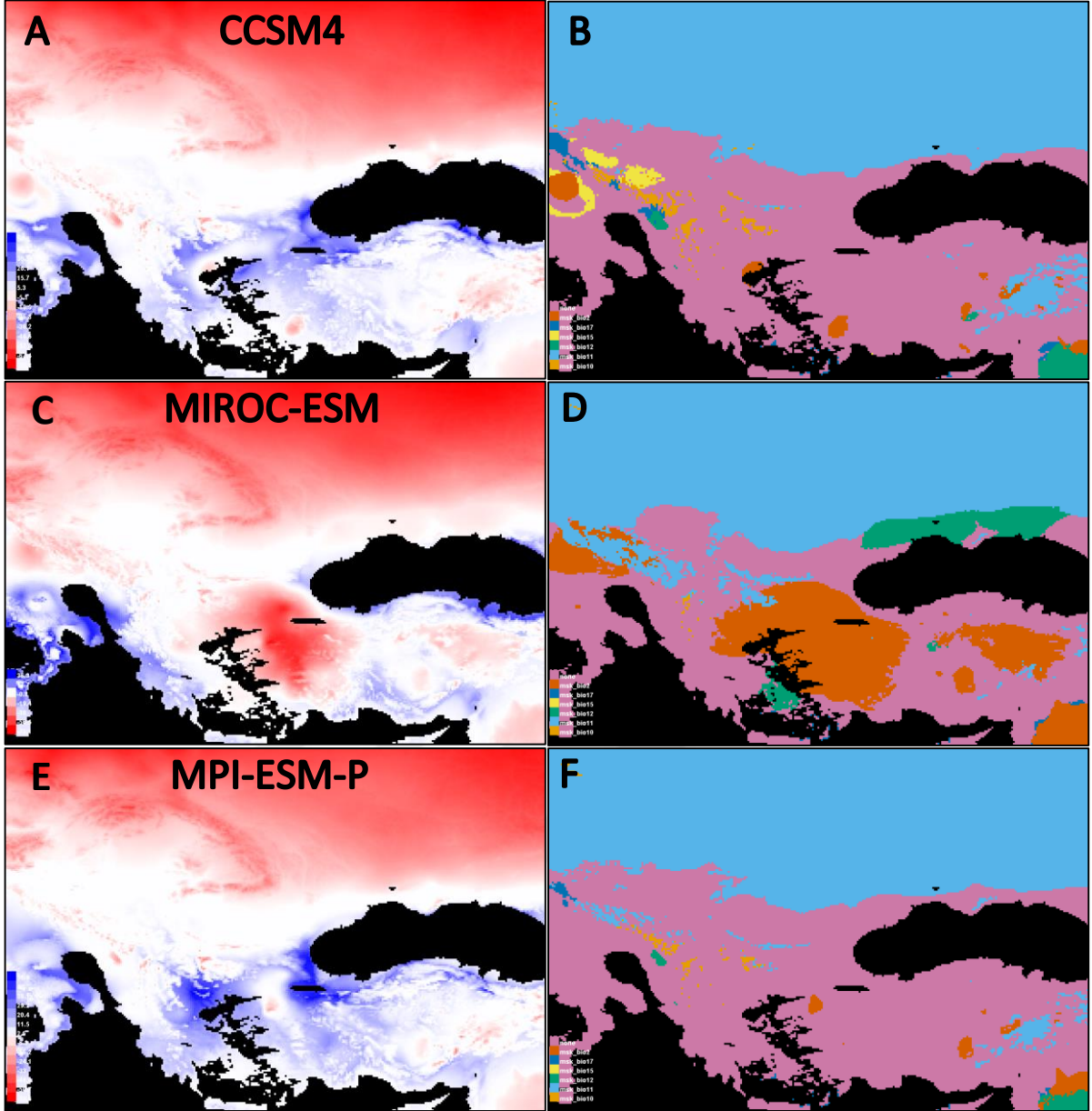
	Günümüz	2050				2070			
		TKR2.6	TKR4.5	TKR6.0	TKR8.5	TKR2.6	TKR4.5	TKR6.0	TKR8.5
<b>Genişleme</b>	--	629418,93	686927,05	823872,12	1009254,36	614975,84	1144614,21	1050205,78	1437967,29
<b>Her iki zaman periyodunda da uygun alan</b>	--	752008,98	753770,34	755883,96	738006,24	755091,35	733602,86	724355,77	702779,21
<b>Toplam uygun alan</b>	778605,39	1381427,91	1440697,39	1579756,08	1747260,60	1370067,19	1878217,08	1774561,55	2140746,50
<b>Daralma</b>	--	26596,41	24835,05	22721,43	40599,15	23514,04	45002,53	54249,62	75826,18
<b>Her iki zaman periyodunda da uygun olmayan alan</b>	--	1302343,23	1244835,11	1107890,04	922507,80	1316786,31	787147,94	881556,38	493794,87
<b>Toplam uygun olmayan alan</b>	1931762,16	1328939,64	1269670,16	1130611,47	963106,95	1340300,36	832150,47	935806,00	569621,05



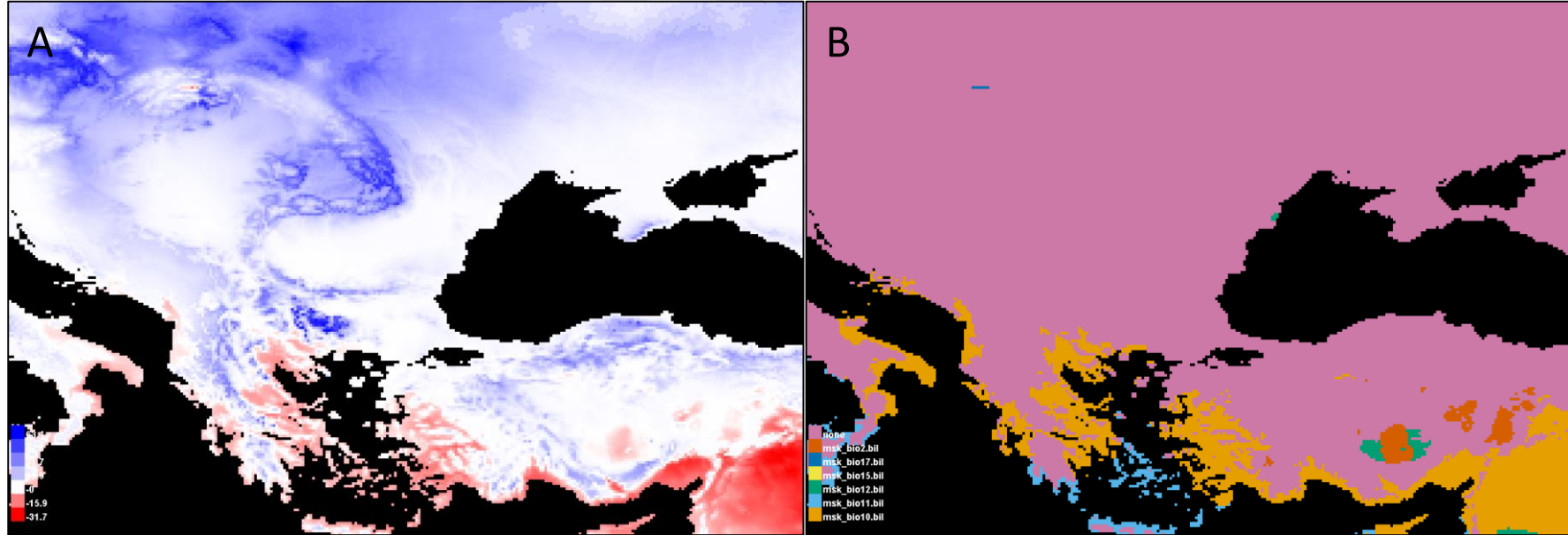
Şekil 35. 2050 ve 2070 yılları farklı iklim senaryoları arasında türün dağılım alanındaki değişim. A, B, C, D 2050 yılı için ve E, F, G, H 2070 yılı için tahminlenen türün dağılım alanındaki genişleme, daralma, her iki zaman periyodunda da işgal edilmemiş, her iki zaman periyodunda da işgal edilmiş, dolayısıyla değişmeyen alanlar. Maxent v. 3.4.1 Java uygulamasında oluşturulmuş, ArcGIS v. 10.5 yazılımında düzenlenmiştir.



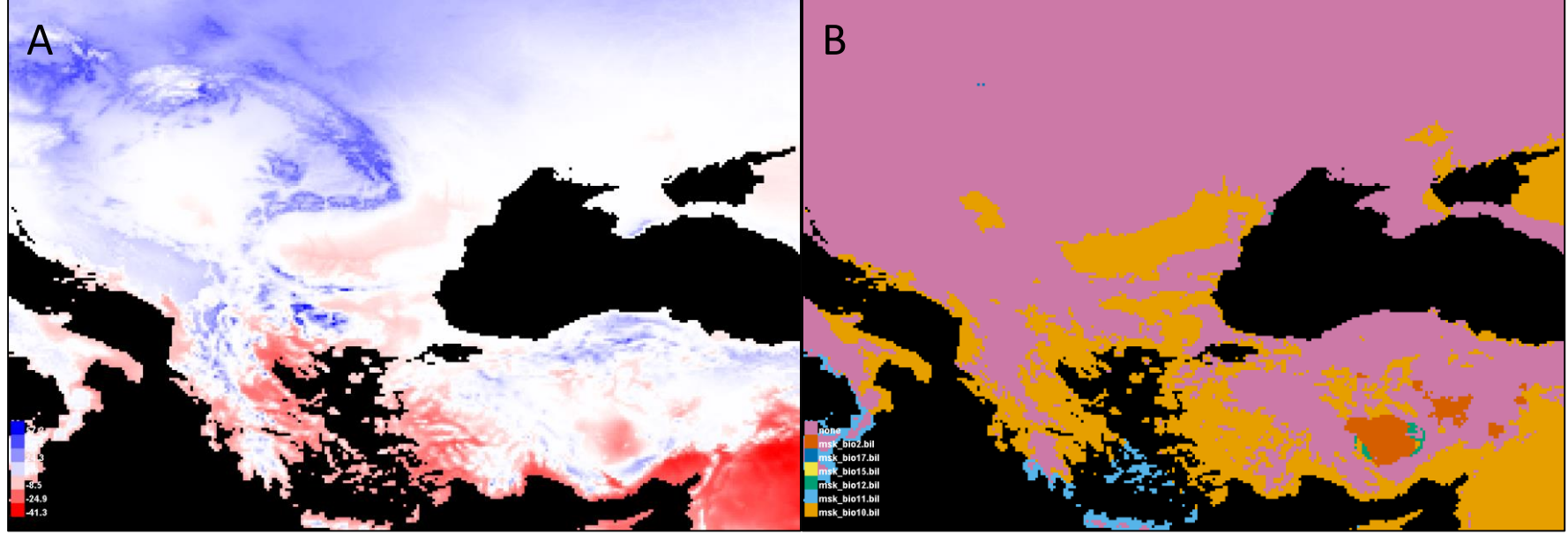
Şekil 36. Gelecek (MIROC-ESM, RCP8.5, 2070) iklim koşulları altında Maxent açıklama aracı sonuçları. Kırmızıya doğru tür için biyoiklimsel uygunluk artmakta, maviye doğru biyoiklimsel uygunluk azalmaktadır.



Şekil 37. SBM CCSM4, MIROC-ESM, MPI-ESM-P modelleri için MESS ve MoD analizi sonuçları. A, B: CCSM4 modeli, C, D: MIROC-ESM modeli, E, F: MPI-ESM-P modeli için, A, C, E: MESS ve B, D, F: MoD analiz sonuçları.



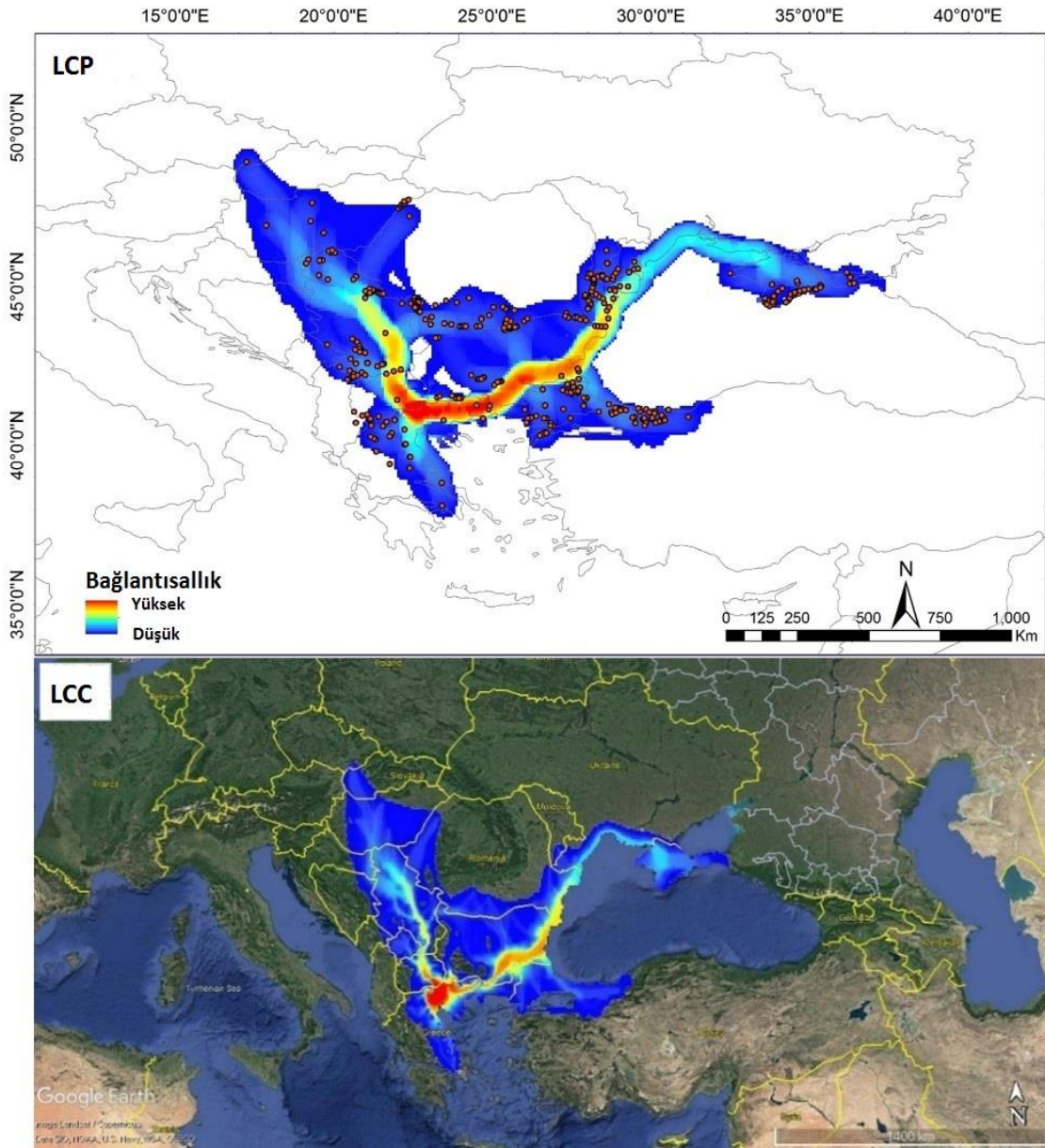
Şekil 38. 2070 yılı TKR4.5 MIROC-ESM modeli için A: MESS ve B: MOD analiz sonuçları. Kırmızı hücreler, en azından bir biyoiklimsel değişken değeri için eğitim değerleri dışında bir değer varlığını işaret etmektedir. Her iki şekilde de, Selanik çevresindeki pembe renkteki bazı piksellerin uygunluğu yüksek şekilde tahminlenmiştir. Bu bölgelerdeki ekstraplasyon yaz ortalama sıcaklığından (BIO10) kaynaklanmaktadır.



Şekil 39. 2070 yılı TKR8.5 MIROC-ESM modeli için A: MESS ve B: MOD analiz sonuçları. Kırmızı hücreler, en azından bir biyoiklimsel değişken değeri için eğitim değerleri dışında bir değerin varlığını işaret etmektedir. Her iki şekilde de, Selanik çevresinde uygunluğu yüksek şekilde tahminlenen bazı piksellerin pembe renkli olduğu görülmektedir. Bu bölgelerdeki ekstraplasyon yaz ortalama sıcaklığından (BİO10) kaynaklanmaktadır.

### 4.1.3. Dispersal Koridorları ve Patikaları

Günümüz biyoiklimsel koşulları altında popülasyon bağlantısallığını ortaya koyan dispersal koridorları ve patikaları görselleştirilmiştir. Yüksek popülasyon bağlantısallığı genel olarak, Karpat Dağları'nın altından, kuzeyde Balkan ve Rodop Dağları ile güneyde Pindus Dağları arasındaki vadileri takip etmektedir. Bu yolun, türün popülasyonlarının dispersali açısından en az maliyetli yol olduğu tahminlenmiştir (Bkz. Şekil 40).



Şekil 40. Tür için uygun dispersal koridorlarının (LCC) ve patikalarının (LCP) oluşumu. Kırmızı rene doğru bağlantısallık artmaktadır.

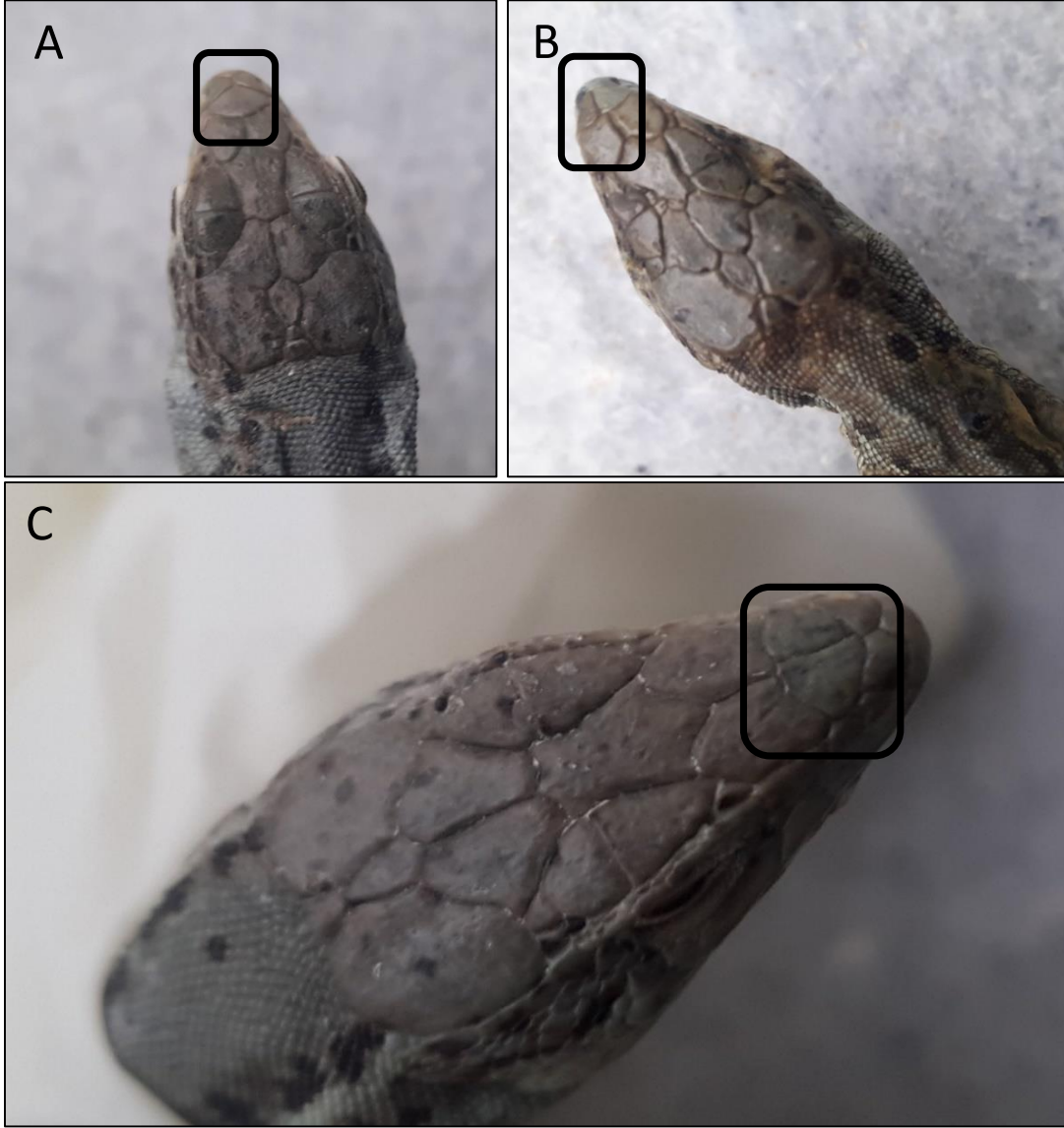


## 4.2. Morfolojik Analiz Sonuçları

Türün ele alınan 30 örneği üzerinden, pholidosis özelliklerine yönelik bazı bilgiler aşağıda verilmiştir. Arazide yakalanma sırasında veya sonrasında bozulma nedeniyle, türün belirli vücut bölgeleri okunamadığı için, özellik belirtilirken örneklem sayılarında farklılık oluşmuştur. Bu nedenle, her özellik için farklı örnek sayıları bulunmaktadır. Aşağıda morfolojik analiz sonuçları sunulmaktadır:

- Tüm örneklerde burun delikleri rostral plakla temastadır.
- Postnasale ve Supranasale başın her iki yanında da 1'er tane bulunmaktadır.
- Praeoculare 29 örnekte başın her iki yanında 1, 1 örnekte sağda 1 tane, solda 2 tanedir.
- Frenale tüm örneklerde başın her iki yanında 1'er tanedir.
- Supraciliaria, toplam 29 örnekten 20 örnekte (% 68,96) her iki tarafta 5 tane, 3 örnekte (% 10,34) sağda 5, solda 6 tane, 2 örnekte (% 6,90) her iki tarafta 6 tane, 1 örnekte (% 3,45) sağda 6, solda 5 tane, 1 örnekte (% 3,45) sağda 5 tane, solda 4 tane, 1 örnekte (% 3,45) sağda 4 tane, solda 5 tane, 1 örnekte (% 3,45) sağda 7 tane, solda 6 tanedir.
- Supralabialia, toplam 30 örnekten %70 her iki tarafta 4'er tane, geriye kalan örneklerde başın sağ ve sol tarafında 5 veya 6 tanedir.
- Internasale, 30 örnekten 27'sinde (% 90) tek, 2 örnekte (% 6,67) ortadan iki parçaya ayrılmış şekilde, 1 örnekte (%3,33) 3 parçalı şekildedir (Bkz. Şekil 41A, B ve C).
- Supratemporal plaklar 30 örnekten 8 tanesinde (% 26,66) başın her iki tarafında 2'şer tane, 7 örnekte (% 23,33) sağ veya solda 2 veya 3 tane, 5 örnekte (% 16,67) başın her iki tarafında 3'er tane, 5 örnekte (% 16,67) başın her iki tarafında 1'er tane, 2 örnekte (% 6,67) sağ veya solda 3 veya 4 tane, 2 örnekte (% 6,67) sağ veya solda 1 veya 2 tane, 1 örnekte (% 3,33) sağda 1 tane, solda 3 tanedir.
- Interparietale ile occipital 30 örnekten 28 örnekte (% 93,33) normal şekilde temas etmekte, 2'sinde (% 6,67) interparietal ile occipital birbirinden ayrı, arada 1 küçük veya büyük plak mevcuttur.
- Parietal ile occipital, 30 örnekten 28 örnekte (% 93,33) normal şekilde temas etmekte, 2 örnekte (% 6,67) aralarında parçalı pullar bulunmaktadır.
- Supraciliar granül sayısı 29 örnekte, 3-11 arasında varyasyon göstermektedir.

- Massatericum, 30 örnekten 24'ünde (% 80) sağ ve sol tarafta belirgin, diğerlerinde belirgin değildir.
- Sulcus gularis daima belirgindir.
- Inframaxillaria 30 örnekten 28 tanesinde (% 93,33) her iki tarafta 6'şar tane, 2 örnekte (% 6,67) sağ tarafta 7, sol tarafta 6 tanedir.
- Median gulare 30 örnekten 7 örnekte (% 23,34) 23 tane, 6 örnekte (% 20) 24 tane, 4 örnekte (% 13,33) 20, 4 örnekte (% 13,33) 21, 4 örnekte (% 13,33) 22 tane, 2 örnekte (% 6,67) 19, 2 örnekte (% 6,67) 25 tane, 1 örnekte (% 3,33) 27 tanedir.
- Collare 29 örnekten 18 tanesinde (% 62,07) 9 tane, 6 tanesinde (% 20,69) 10 tane, 3 tanesinde (% 10,34) 11 tane, 2 tanesinde ise (% 3,45) 7 veya 8 tanedir.
- Ventral plakların boyuna sıra sayısı tüm örneklerde 6'dır.
- Ventralia dişide ve erkekte ayrı ayrı değerlendirilmiştir. 14 erkek örnekten 4 örnekte (% 28,57) 28, 4 örnekte (% 28,57) 29 tane, 2 örnekte (% 14,29) 27, 2 örnekte (% 14,29) 30 tane, 1 örnekte (% 7,14) 26, 1 örnekte (% 7,14) 32 tane bulunmaktadır. 15 dişî örnekten 6 tanesinde (% 40) 31 tane, 3 tanesinde (% 20) 29, 3 tanesinde (% 20) 30 tane, 1 tanesinde (% 6,67) 25, 1 tanesinde (% 6,67) 28, 1 tanesinde (% 6,67) 33 tanedir.
- Praeanalia 29 örnekten 12'sinde (% 41,38) 5 tane, 9 örnekte (% 31,03) 4 tane, 8 örnekte (% 27,59) 3 tanedir. Anale tüm örneklerde 1 tanedir.
- Femoral por sırası diz eklemine kadar uzanmaktadır. Femoral por sayısı 30 örnekte, 14-20 arasında varyasyon göstermektedir.
- 4. arka ayak parmağın altındaki lamel sayıları, 29 örnekte 18-26 arası varyasyon göstermektedir.
- Gövde ortasında, 15. ventralia pul sırasına karşılık gelen sırt pullarının boyuna sıra sayısı, 29 örnekte 48-59 arasında varyasyon göstermektedir. Bu pullar, örneklerin 19'unda (% 65,52) karıneli, 10'unda (% 34,48) karınelisizdir.



Şekil 41. Farklı internasale görünümleri. A) tek parça, B) ve C) ortadan iki parçaya ayrılmış şekilde.

Diğer bazı pholidosis değerleri ile ilgili bilgiler Tablo 11’de verilmiştir. Bununla birlikte, Tablo 12’de türün vücut oranları belirlenen 3 popülasyon için karşılaştırılmalı olarak verilmektedir. Tablo 13 ve Tablo 14’te, Baran (1977), Çevik (1999) ve Bülbül, vd., (2015)’in daha önceden tür üzerinde yaptığı incelemeler ile bu çalışmada elde edilen veriler karşılaştırılmalı olarak verilmiştir.

Tablo 11.

Üç ayrı popülasyona ait *P. tauricus* örneklerinin bazı pholidosis değerleri

	Trakya						Sakarya						Çanakkale-Çardak					
	n:24 ♀♀ + ♂♂						n:2 ♀ + ♂						n:4 ♂♂					
	n	Min	Maks.	Ort.	SH	SS	n	Min	Maks.	Ort.	SH	SS	n	Min	Maks.	Ort.	SH	SS
Supraciliar granül sayısı (Sol)	24	3	9	6,54	0,30	1,60	2	8	9	8,50	0,50	0,70	3	7	11	9,33	1,20	2,10
(Sağ)	24	4	8	6,33	0,30	1,40	2	8	9	8,50	0,50	0,70	3	8	11	10,0	1,00	1,70
Sublabialia (Sol)	24	5	7	6,04	0,10	0,40	2	6	6	6,00	0,00	0,00	4	6	7	6,25	0,30	0,50
(Sağ)	24	5	6	5,96	0,00	0,20	2	6	6	6,00	0,00	0,00	4	6	7	6,25	0,30	0,50
Supralabialia (Sol)	24	4	6	4,25	0,10	0,50	2	5	5	5,00	0,00	0,00	4	4	4	4,00	0,00	0,00
(Sağ)	24	4	6	4,38	0,20	0,70	2	4	5	4,50	0,50	0,70	4	4	5	4,25	0,30	0,50
Supraciliar plak (Sol)	24	4	6	5,13	0,10	0,50	2	6	6	6,00	0,00	0,00	3	5	6	5,67	0,30	0,60
(Sağ)	24	4	6	5,08	0,10	0,40	2	5	5	5,00	0,00	0,00	3	5	7	5,67	0,70	1,20
Supratemporal (Sol)	24	1	4	2,13	0,20	0,90	2	2	2	2,00	0,00	0,00	4	2	3	2,50	0,30	0,60
(Sağ)	24	1	4	2,04	0,20	0,90	2	3	3	3,00	0,00	0,00	4	2	3	2,75	0,30	0,50
Femoral por sayısı (Sol)	24	14	19	16,80	0,30	1,40	2	16	19	17,5	1,50	2,10	4	18	19	18,50	0,30	0,60
(Sağ)	24	14	20	17,50	0,30	1,40	2	15	19	17,0	2,00	2,80	4	18	19	18,80	0,30	0,50
4. parmak altındaki lamel sayısı (Sol)	24	20	25	23,04	0,28	1,37	2	22	23	22,50	0,50	0,71	3	24	26	25,33	0,67	1,15
(Sağ)	24	18	25	22,58	0,36	1,74	2	22	23	22,50	0,50	0,71	3	23	25	24,33	0,67	1,15
Median gularia	24	19	27	22,50	0,38	1,84	2	19	20	19,50	0,50	0,71	4	21	25	23,25	0,85	1,71
Ventralia Erkek	9	26	32	28,22	0,60	1,79	1	29	29	29,00	.	.	4	29	30	29,25	0,25	0,50
Dişi	14	25	33	30,00	0,50	1,88	1	29	29	29,00	.	.	-	-	-	-	-	-
Ventral plakların boyuna sıra sayısı (♀ + ♂)	24	6	6	6,00	0,00	0,00	2	6	6	6,00	0,00	0,00	4	6	6	6,00	0,00	0,00
Preanal plak sayısı (♀ + ♂)	24	3	5	4,13	0,17	0,85	2	3	4	3,50	0,50	0,71	3	4	5	4,67	0,33	0,58
Sırt pulu boyuna sıra sayısı (♀ + ♂)	24	47	59	51,50	0,59	2,89	2	49	53	51,00	2,00	2,83	3	53	55	54,00	0,58	1,00
Sırt pulları karınlı/ değil (♀ + ♂)	24	0	1	0,71	0,09	0,46	2	0	0	0,00	0,00	0,00	3	0	1	0,67	0,33	0,58

Tablo 12.

Üç ayrı popülasyona ait *P. tauricus* örneğinin bazı vücut oranları

	Trakya						Sakarya						Çanakkale-Çardak					
	n:23 ♀♀ + ♂♂						n:2 ♀ + ♂						n:4 ♂♂					
	n	Min	Maks	Ort	SH	SS	n	Min	Maks	Ort	SH	SS	n	Min	Maks	Ort	SH	SS
<b>Pileus Eni /Pileus Boyu</b>	23	0,44	0,55	0,51	0,01	0,03	2	0,50	0,54	0,52	0,02	0,03	4	0,50	0,55	0,53	0,01	0,02
<b>Pileus boyu/ Baş + Gövde ♂</b>	9	0,22	0,25	0,23	0,00	0,01	1	0,25	0,25	0,25	.	.	4	0,23	0,26	0,24	0,01	0,01
<b>Pileus Uz./ Baş + Gövde ♀</b>	14	0,20	0,25	0,22	0,00	0,02	1	0,23	0,23	0,23	.	.	-	-	-	-	-	-
<b>Kuyruk Uz./Baş + Gövde ♂</b>	3	1,51	1,77	1,66	0,08	0,14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Kuyruk Uz./Baş + Gövde ♀</b>	4	1,42	2,00	1,69	0,13	0,27	1	1,70	1,70	1,70	.	.	-	-	-	-	-	-
<b>Kuyruk Uz./Total Vücut Uz. ♂</b>	3	0,60	0,64	0,62	0,01	0,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Kuyruk Uz./Total Vücut ♀</b>	4	0,59	0,67	0,63	0,02	0,04	1	0,63	0,63	0,63	.	.	-	-	-	-	-	-

Tablo 13.

Tür örneklerinin bazı pholidosis değerleri ve önceki çalışmalardaki değerler

Karakterler	Baran (1977)			Çevik (1999)			Bülbul, vd., (2015)			Tez çalışması			
	n	Ort	Aralık	n	Ort	Aralık	n	Ort	Aralık	n	Ort	Aralık	
Supraciliar Granül	21	7,38	5-8	241	7,53	3-12	7	8,43	8-9	29	6,93	3-11	
Median Gularia	-	-	-	241	21,88	18-27	7	21,42	19-24	30	22,4	19-27	
Collare	-	-	-	241	10,03	7-12	7	8,71	7-10	29	9,31	7-11	
Sırt pullarının boyuna sıra sayısı	21	52,52	47-61	241	52,00	42-62	7	54,29	52-57	29	51,72	47-59	
Ventral enine pul sayısı	♀	11	29,91	29-31	121	28,00	25-31	2	30,00	30-30	15	29,93	25-33
Ventral enine pul sayısı	♂	10	26,8	26-28	96	31,22	29-34	2	31,50	31-32	14	28,54	26-32
Femoral por sayısı		21	17,39	16-20	239	17,45	13-21	7	17,57	16-19	30	17,10	14-19
IV. Subdigital lamel sayısı		21	24,00	22-26	241	24,48	18-29	7	23,14	22-25	29	23,24	20-26

08

Tablo 14.

Tür örneklerinin bazı vücut oranları ile önceki çalışmalardaki değerler

Vücut ölçüm oranları	Baran (1977)			Çevik (1999)			Bülbul, vd., (2015)			Tez çalışması		
	n	Ort	Aralık	n	Ort	Aralık	n	Ort	Aralık	n	Ort	Aralık
Pileus Eni/Pileus Boyu	-	-	-	241	0,50	0,46-0,55	7	0,50	0,47-0,53	29	0,51	0,45-0,55
Pileus Boyu/ Baş+Gövde	♀	-	-	119	0,24	0,23-0,27	2	0,21	0,21-0,21	15	0,22	0,20-0,25
Pileus Boyu/ Baş+Gövde	♂	-	-	93	0,21	0,19-0,23	2	0,19	0,19-0,20	14	0,24	0,22-0,26
Kuyruk Uzunluğu/Baş+Gövde	♀	-	-	53	1,93	1,71-2,17	-	-	-	5	1,69	1,42-2,00
Kuyruk Uzunluğu/Baş+Gövde	♂	-	-	19	1,69	1,62-1,80	2	1,60	1,50-1,70	3	1,67	1,51-1,77
Kuyruk Uzunluğu/Toplam Vücut Uzunluğu	♀	-	-	53	0,66	0,63-0,68	-	-	-	5	0,63	0,59-0,67
Kuyruk Uzunluğu/Toplam Vücut Uzunluğu	♂	-	-	19	0,63	0,62-0,64	2	0,62	0,60-0,64	3	0,62	0,60-0,64

## BEŞİNCİ BÖLÜM

### SONUÇ VE ÖNERİLER

#### 5.1. Ekolojik Niş Modellemesi Sonuçlarının Değerlendirilmesi

##### 5.1.1. Biyoiklimsel Değişkenlerin Etkisi

Tez çalışmasında, çalışma alanında Balkan duvar kertenkelesinin dağılımını etkileyen ekolojik faktörler detaylı şekilde ele alınmıştır. Türün günümüz potansiyel dağılımını etkileyen ve çevresel uzayı karakterize eden, en önemli biyoiklimsel değişkenlerin kış ortalama sıcaklığı ve yağışın mevsimsel değişkenliği olduğu anlaşılmaktadır (Bkz. Şekil 28, Tablo 8). Biyoiklimsel uygunluk, bu iki değişkenin artışıyla azalmaktadır. Ayrıca, kış ortalama sıcaklığı ve yaz yağış miktarı için, çalışma alanındaki arkaplanın kapsamı, tür için yaşanabilir olan tüm koşulları içermektedir.

Biyoiklimsel analiz sonuçları türün, yıllık düzenli yağış rejimine sahip, yazın çok kurak olmayan ve yaz yağmurlarına da imkan veren; aynı zamanda, çok sıcak ve çok soğuk değerlerde olmayan kış koşullarını tercih ettiğini göstermektedir. Bu durum, Balkanlar ve daha kuzey enlemleri içine alan türün dağılım örüntüsünde de kendini ifade etmektedir. Ayrıca, model Pindus Dağları'nın batı kesimini, yıllık yağış miktarı ve yağışın mevsimsel değişkenliği nedeniyle tür için çok düşük biyoiklimsel uygunlukta tahminlenmiştir. Bu bulgular çoğunlukla önceki çalışmalarla uyumludur. Kaliontzopoulou vd., (2008) çalışmasında, kuzey Afrika'daki *Podarcis* taksonu için yaptığı biyoiklimsel analizlerde, taksonun nemli ve çok uç değerlerde olmayan sıcak tercihini, türler bazındaki ayırım detayını vermeden vurgulamıştır. Psonis vd., (2018), *P. tauricus* için en önemli biyoiklimsel parametrenin yıllık sıcaklık aralığı olduğunu tesbit etmiştir.

##### 5.1.2. Balkan Duvar Kertenkelesi'nin Geçmiş, Günümüz ve Gelecek Dağılım Örüntüsü

Türlerin dağılım alanlarının kendileri için uygun olan abiyotik koşulların bulunduğu alanlardan daha küçük olduğu durumlarda, dengeye ulaşmamış (non-equilibrium) dağılımlardan söz edilmektedir. Çünkü dağ ve nehir formasyonları, türler arası rekabet, dispersal yeteneği gibi diğer faktörler, türlerin dağılımının abiyotik değişkenlerle dengede

olmasını engelleyebilmektedir. *P. tauricus* için oluşturulan güncel model çıktısına bakıldığında günümüz iklimsel koşulları altında, yüksek biyoiklimsel uygunlukta tahminlenen alanlar, türün dağılım alanının büyük çoğunluğunu kapsamaktadır (Bkz. Şekil 29). Günümüz biyoiklim modeli çıktısında, Karadeniz Havzası'nın kıyı kesiminin Türkiye, Bulgaristan, Romanya, Ukrayna'nın güneyi ve Kırım olmak üzere kesintili bir hat şeklinde biyoiklimsel uygunluk açısından öne çıktığı görülmektedir. Ayrıca model, yakın zamana kadar türün yayılış gösterdiği düşünülen ancak gerçekleştirilen moleküler çalışmalarla tür seviyesinde genetik farklılığa sahip olduğu anlaşılan *P. ionicus* taksonunun yayılış alanı olan Pindus Dağları'nın batı kısmının biyoiklimsel uygunluğunun Balkan duvar kertenkelesi için çok düşük olduğunu doğru bir şekilde tahmin etmiştir. Bu da modelin tahmin yeteneğinin bu alan için oldukça yüksek olduğunu göstermektedir. Psonis vd., (2018) çalışmasında gerçekleştirilen niş benzerlik analizinde *P. tauricus* ve *P. ionicus* arasında düşük niş örtüşmesi olduğunu ortaya konmuştur. Bu bulgular da araştırma sonucu ile uyumludur.

Bunun yanı sıra, henüz türün dağılımının bilinmediği ancak tür için uygun olabilecek alanlar da türün güncel dağılımı içerisinde tahminlenmiştir. Bu alanlar, çalışma alanının kuzeydoğu ve güneybatı kısımlarını, Çek Cumhuriyeti'nin Almanya sınırına yakın olan kuzey batı tarafını, Dinarik Alp Dağları'nın güneyini, İtalya Yarımadası'nı, Sicilya'yı, Karadeniz Havzası'nın doğusunu ve Anadolu'nun iç kısımlarını içine almaktadır (Bkz. Şekil 29). Bu durumun farklı sebepleri olabileceği düşünülmektedir: 1) Türün dağılım alanı yeni kayıtlarla genişlemektedir (Tok ve Çiçek, 2014; Bülbül, vd., 2015; Gül ve Tosunoğlu, 2017; Fischer, vd., 2019) ve modelin biyoiklimsel açıdan uygun alanları yakalama ihtimali bulunmaktadır. Bu alanların henüz araştırılmamış olması ihtimal dahilindedir. 2) Tarihsel olarak, İtalya ve Dinarik Alp Dağları'nın güneyi türün dağılım alanı içerisinde bulunmamaktadır. Bu dağ sırasının, türün İtalya Yarımadası'ndan kuzey yönlü dispersalinde bariyer etkisi yapacağı düşünülmektedir (Sudhaus, vd., 1997). Aynı bariyer etkisinin aşırı tahminlenen diğer bir alan olan Sicilya için de geçerli olabileceği düşünülmektedir. Bu durum modelin tahminlemedeki zayıflığına bağlı olabilmektedir. Sonuç olarak, hali hazırda biyoiklimsel açıdan uygun alanların bir kısmında bulunması nedeniyle, Balkan duvar kertenkelesinin dağılım deseninin iklime kısmen cevap verdiği söylenebilecektir.

Biyoklimsel verinin 1960-1990 arasını kapsamaması, bulunma verisinin ise 1977-2019 (çoğunlukla 1990'dan sonra) yılları arasını kapsamaması nedeniyle, biyoiklimsel verinin, türün



bulunma verisi ile zamansal açıdan tam olarak uyuşmaması, çalışmanın önemli bir kısıtıdır (Roubicek, vd., 2010). Bu durumun gelecek çalışmalarda ele alınması gerekmektedir.

*Podarcis* taksonu Avrupa'nın batısından gelerek, Balkan Yarımadası'nı kolonileştirmiştir (Oliverio, vd., 2000). Psonis vd., (2017; 2018)'de belirtilen filocoğrafik senaryoya göre, *Podarcis* içerisindeki çeşitlenme orojenik oluşum nedeniyle üst Miyosen'de (~ 9,60 Myö) başlamış ve orta Ege yarığının (Mid-Aegean Trench) oluşmaya başlamasıyla (~8.63 Myö), Balkan tür grubunun farklılaşması yönünde devam etmiştir. Sonrasında, geç Miyosen'de (5.96-5.33 Myö) Messiniyen Tuzluluk Krizi (Messinian Salinity Crisis) sırasındaki jeomorfolojik değişimler ve iklimsel salınımlar, *P. tauricus* tür alt grubunun farklılaşmasına yol açmıştır. Son olarak tür alt grubu içerisinde, genetik olarak farklı soy hatları ortaya çıkmıştır. Bunun, Pleyistosen iklimsel salınımları sırasında gerçekleşen buzul ve buzullar arası dönemler sonucunda oluşan coğrafik parçalanmayla gerçekleşmiş olabileceği düşünülmektedir.

Balkan duvar kertenkelesi, geç Kuaterner iklim dalgalanmalarına, SBM'de, dağılım alanını daraltarak ve buzullararası dönemde (Orta-Holosen ve günümüz) dağılım alanını genişleterek cevap vermiştir (Bkz. Şekil 29, 31 ve 33). Klasik bir paradigma olan, türün buzul dönemde yayılış alanının daralması ve buzullar arası dönemde genişlemesi durumu, çalışma sonuçlarında görülmektedir (Hewitt, 1996, 1999, 2000, 2004). Önceki çalışmalarda, güney Balkanlar'ın lokal iklim sığınağı olduğu önerilmiştir (Taberlet, vd., 1998; Joger, vd., 2007; Sagonas, vd., 2014; Marzahn, vd., 2016). Bu çalışmada, SBM sırasında, türün daralmış yayılma alanı, Ege Denizi'nin kuzeyinde bir miktar yakalanmış olup, bu bölge güney Balkan buzul sığınaklarına karşılık gelmektedir (Bkz. Şekil 31).

Balkan Yarımadası buzul sonrası dönem kolonizasyonunda önemli bir role sahiptir (Hewitt, 1999; 2000). Orta-Holosen boyunca, Balkan duvar kertenkelesi, dağılım alanını SBM buzul sığınağının kısıtlı alanından mevcut dağılım alanına önemli ölçüde genişletmiştir. Bu nedenle, son bulgular, türün buzul sonrası istilacısı olduğu yönündeki öneriyi desteklemektedir (Psonis, vd., 2018; Şekil 33).

Balkan duvar kertenkelesinin Orta-Holosen potansiyel dağılım alanı ve mevcut dağılım alanı boyut olarak hemen hemen aynıdır. SBM'deki daraldan sonra, dağılım

alanının önemli ölçüde genişlemesinin, Orta-Holosen sürecindeki biyoiklimsel koşulların çalışma alanının farklı noktalarında değişen miktarlardaki olumlu katkısı nedeniyle olduğu görülmektedir (Bkz. Şekil 35). Bu bulgular, tür için güney Balkanlar'ın bir buzul sığınağı olarak ortaya konması ve türün SBM'den günümüze dağılım alanını genişlemesi konularında Psonis vd., (2018) çalışması ile çoğunlukla uyumludur. Ayrıca çalışma sonuçları, Psonis, vd., (2018)'deki demografik ve ENM analizlerinin sonuçlarında belirtilen, SBM'nin tür için muhtemel bir darboğaza neden olduğu ve dar boğaz etkisinin sona ermesiyle tür popülasyonlarındaki yakın geçmişte güneyden kuzeye doğru genişleme meydana geldiği savlarıyla da uyumludur. Çalışma sonuçları arasındaki farkların ise, model oluştururken kullanılan biyoiklimsel değişkenlerdeki, tür bulunma verilerindeki ve kullanılan Maxent kalibrasyon değerlerindeki farklılık gibi çeşitli faktörlerden kaynaklanabileceği öngörülmektedir.

Gelecek iklim değişikliğine bağlı olarak biyoiklimsel açıdan uygun alanlar, kuzey enlemlere ve yükseltinin fazla olduğu dağların yüksek bölgelerine, Avrupa ve Asya kıtalarının iç kısımlarına doğru ilerlemiştir (Bkz. Şekil 36). Bir çok çalışma, küresel iklim değişikliğine bağlı olarak, türlerin dağılımındaki kuzey yönlü artış ve yükselti artışı bulgularını desteklemektedir (Parmesan, 2006; Wilson, vd., 2007; Chen, vd., 2011).

Çalışma sonuçlarına göre biyoiklimsel uygunluk genel olarak, yüksek yaz ortalama sıcaklığı ve yüksek kış ortalama sıcaklığına (BİO10 ve BİO11; Şekil 38) bağlı olarak değişmektedir. IPCC 5. Değerlendirme Raporu'na (IPCC, 2014) göre, tüm TKR'lerde birbirleriyle uyumlu olmak üzere, küresel ortalama sıcaklık 21. yüzyılın sonunda 0,3 ila 4,8 °C arasında artacaktır. Günümüz iklim koşullarına kıyasla, Akdeniz bölgesinin sıcak mevsimlerde çok daha kuru ve sıcak olacağı (Giorgi ve Lionello, 2008) ve orta/kuzey Avrupa'nın soğuk mevsimlerde çok daha sıcak ve nemli olacağı (Kjellstrom ve Ruosteenoja, 2007) öngörülmüştür. Bu projeksiyonlar, gelecekteki biyoiklimsel koşullar altında Balkan duvar kertenkelesinin kuzey yönlü dağılım genişlemesine ilişkin tahminlerle uyumludur. Tüm bu sonuçlar, türün ekolojik gereksinimlerinin belirtilen zaman dilimleri boyunca aynı kaldığı varsayımı altında değerlendirilmiştir (Nogués-Bravo, 2009). Ancak, düşük dispersal kapasitesi göz önüne alındığında, türün tahminlenen potansiyel dağılım alanının tamamına ulaşması olası gözükmemektedir (Huey, 1982).

## 5.2. Türün Dispersal Koridorları ve Patikaları

Türün popülasyonları arasındaki bağlantısallık, LCC and LCP analizleri ile araştırılmıştır. Niş modellemesi ile entegre edilen bu yaklaşım sayesinde, mevcut biyoiklimsel koşullarda Balkan duvar kertenkelesi popülasyonları arasındaki olası dispersal koridorları belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre, dağılım alanındaki dağların, türün popülasyonları arasındaki bağlantıya engel olmadığı görülmektedir. Dağ vadilerinde düşük irtifadaki alanlar, türün kuzeydoğu ve güneybatı popülasyonlarının biyoiklimsel açıdan bağlantısallığının korunmasında etkili gibi gözükmektedir. Öngörülen yüksek bağlantısallık, Karpat Dağları'nın altından ve Dinarik Alp Dağları'nın yukarisından kuzeyde Balkan ve Rodop Dağları ile güneyde Pindus Dağları arasında devam etmekte, Karadeniz'in kıyı şeridi ile bağlantı oluşturmaktadır (Bkz. Şekil 42). Bu durumun, uygun biyoiklimsel alanların oluşmasıyla, gelecekte türün tahminlenen kuzey yönlü hareketiyle uyumlu olabileceği düşünülmektedir.

Psonis vd., 2018 çalışmasında düşük temsil miktarına rağmen, *P. tauricus* içinde üç soy hattı ortaya konmuştur. Mevcut LCC analizleri, Arnavutluk, Bulgaristan, Makedonya, Yunanistan, Macaristan, Romanya, Sırbistan ve Türkiye'den gelen popülasyonları içeren soy hattı içindeki yüksek bağlantısallığı ve bu üç soy hattı arasındaki düşük bağlantısallığı yakalayabilmiştir.

## 5.3. Morfolojik Analiz Sonuçları

Tez çalışması kapsamında, örnek sayıları birbirinden farklı olduğu ve 2 popülasyondan yeterli örnek sayısı bulunmadığı için (4 ve 2 adet örnek), 3 ayrı lokaliteden alınan tür örneklerini karşılaştırmak zorlaşmaktadır. Ancak incelenen örneklerle yapılan genel değerlendirmeye göre, pholidosis özelliklerinin ortalama değerlerinin çoğunun Çanakkale-Çardak popülasyonunda, diğer iki popülasyona göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Vücut oranlarının ortalamalarına bakıldığında ise, Sakarya popülasyonunun ölçümlerinin daha yüksek olduğu görülmüştür. Çanakkale popülasyonundaki örneklerin kuyruklarının olmaması ve dişi tür örneğinin bulunmaması nedeniyle karşılaştırma yapılamamıştır.

*P. t. tauricus* örneği göz önünde bulundurularak, çalışmada elde edilen bazı pholidosis karakterlerine ve vücut oranlarına ait veriler, önceki çalışmalarla [Başoğlu ve Baran, (1977), evik (1999) ve Bülbül, vd., (2015)] karşılaştırılmıştır. Önceki çalışmalarda belirtildiği gibi, postnasal plak tüm örneklerde tektir, rostrale tüm örneklerde burun deliği ile temastadır. Başoğlu ve Baran, (1977), evik (1999) alışmalarında, subocularia önünde genellikle 4 supralabial plak bulunduğunu, nadiren 3 veya 6 olabileceğini, Bülbül, vd., (2015) ise, tüm örneklerinde 7 supralabial plak olduğunu ifade etmiş olup, bu çalışmada literatüre benzer şekilde 4 supralabialia bulunmuş, nadiren 5 veya 6 olabildiği görülmüştür. Massetericum önceki çalışmalarda bulunmamış, net olarak görülmeyen veya indirildiği belirtilmiş olmasına karşı, bu çalışmasındaki örneklerin % 80'inde Massetericum ayırt edilebilmektedir. Bülbül vd., (2015) ile uyumlu olacak şekilde tympanale, örneklerin büyük çoğunluğunda her iki tarafta 1'er tane olup, 1 örnekte vücudun 1 tarafında 2 tanedir. Sulcus gularis, önceki çalışmalarda belirtildiği gibi daima mevcuttur. Vücut etrafındaki pul sayısı 48-59 arasında değişmektedir. Bu sayı önceki çalışmalarda bulunan 42-64 değerleri arasında olup, değerlerin örtüştüğü görülmektedir. Ventralia boyuna sırası önceki çalışmalarla uyumlu olacak şekilde tüm örneklerde 6'dır. Ventralia enine sıra sayısı, erkeklerde 26-32, önceki çalışmalarda 25-30, dişilerde 29-33, önceki çalışmalarda 25-32 arasında değişmekte olup, yakın değerlerde olduğu görülmüştür. Femoral porların oluşturduğu sıra tüm örneklerde diz eklemine kadar uzanmakta olup, bunların sayısı 14-20 arasında değişmektedir. Önceki çalışmalarda bu sayı, 14-22 olarak bulunmuş olup, belirtilen sayıların çalışmadaki sayılarıyla örtüştüğü görülmüştür. Anale tüm örneklerde, önceki çalışmalarla uyumlu şekilde tektir ve preanalia Bülbül vd., (2015)'te bahsedilene uygun şekilde 3-5 arasında bulunmaktadır. Önceki çalışmalarda belirtilen total vücut uzunluğu ile uyumlu şekilde, bu çalışmada incelenen örneklerin hepsinde 22 cm'den kısa olup, örneklerin büyük çoğunluğunda kuyruk kopmuş halde veya rejenere olduğu için vücut uzunluğu ölçülemediğir. Kuyruk, 'baş + gövde' uzunluğunun iki katına yakın veya biraz daha kısadır. Bu oran önceki çalışmalarda belirtilen ifadelerle uyumludur.

#### **5.4. Sonuç ve Değerlendirme**

Türlerin mekansal dağılımları, birbiriyle etkileşim halindeki üç genel faktöre bağlıdır: sıcaklık ve nem gibi abiyotik ortam, türler arası rekabet gibi biyotik ortam ve uygun alana erişilebilirlik (Pulliam, 2000; Soberón ve Peterson, 2005; Soberón, 2007). Bu

çalışmada, abiyotik faktörler olarak biyoiklimsel değişkenler dikkate alınmıştır. Bununla birlikte, Balkan *Podarcis* türleri arasındaki ekolojik rekabetin, evrimsel tarihlerinin ana itici güçlerinden biri olduğu bilinmektedir (Oliverio, vd., 2000; Poulakakis vd., 2005a, 2005b). Ayrıca, değişen iklim koşulları bir tür topluluğunu yeniden şekillendirebilmekte ve böylece yeni rakipler ortaya çıkabilmektedir (Le Galliard, vd., 2012). Ayrıca, herptillerin dispersal yeteneğinin zayıf olduğu bilinmekte, ancak yine de dispersal yetenekleri taksonlar arasında önemli ölçüde farklılık gösterebilmektedir (Smith ve Green, 2005).

Bu çalışmada, biyotik faktörlerin ve türün dispersal yeteneğinin, türün dağılımını şekillendirmedeki yeteneği değerlendirmeye alınmamıştır. Bununla birlikte, küresel iklim değişikliği karşısında, arazi kullanım uygulamaları da değişime uğramakta ve habitat kaybı, tür dağılımlarını şekillendiren önemli bir itici güç olarak ortaya çıkmaktadır (Huey, 1982; Zakkak vd., 2015). Balkan duvar kertenkelesi dağılım alanının bazı bölümlerinde bu gibi tehditler ile karşı karşıya kalmaktadır (Böhme vd., 2009). Bu nedenle, gelecekteki ekolojik niş modelleme çalışmalarında biyoiklimsel ile arazi kullanım verilerinin birlikte kullanılması, türler arası rekabet ve türün dispersali gibi faktörlerin de dikkate alınması ile, Balkan duvar kertenkelesinin dağılım deseni hakkında daha derin bilgilere ulaşılabileceği düşünülmektedir.

Tez çalışmasındaki vücut oranları ve pholidosis değerleri, önceki 3 çalışma ile karşılaştırıldığında, pholidosis değerlerinin diğer çalışmalarda ölçülen değerlere çoğunlukla yakın olduğu görülmüştür. Vücut oranlarının ortalamalarına bakıldığında ise, genellikle diğer çalışmalara benzer değerlerde olduğu anlaşılmaktadır. Bu nedenle, çalışmada kullanılan örneklerin türün genel morfolojik özelliklerini yansıttığı anlaşılmaktadır. 3 tür örneğinde parçalı şekilde görülen internasal plağın tür içi varyasyonu yansıttığı düşünülmekte olup, kesin yargıya varılabilmesi için gelecek çalışmalarda aynı lokaliteden daha fazla bireyin değerlendirilmesinin uygun olacağı değerlendirilmiştir.

## KAYNAKÇA

- Altunışık, A., Kalaycı, T., Uysal, İ., Tosunoğlu, M., ve Özdemir, N. (2016). “Age, adult survival rate, and adult life expectancy of a *Podarcis tauricus* population (Reptilia: Lacertidae) from Saros Bay, Türkiye”. *Russian Journal of Herpetology*, 23(4), s. 278-282.
- Anderson, R.P. (2013). “A framework for using niche models to estimate impacts of climate change on species distributions”. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1297(1), s. 8-28. <https://doi.org/10.1111/nyas.12264>.
- Araújo, M.B., Anderson, R.P., Barbosa, A.M., Beale, C.M., Dormann, C.F., Early, R.,...ve Rahbek, C. (2019). “Standards for distribution models in biodiversity assessments”. *Science Advances*, 5(1), eaat 4858. <https://doi.org/10.1126/sciadv.aat4858>.
- Arnold, E.N. (1987). “Resource partition among lacertid lizards in southern Europe”. *Journal of Zoology*, 1(4), s. 739-782. <https://doi.org/10.1111/j.1096-3642.1987.tb00753.x>.
- Arnold, N., Arribas, O. ve Carranza, S. (2007). “Systematics of the Palearctic and Oriental lizard tribe Lacertini (Squamata: Lacertidae: Lacertinae), with descriptions of eight new genera”. *Zootaxa*, 1430: 1–86. . <https://doi.org/10.11646/zootaxa.1430.1.1>.
- Atalay, İ. (2005). *Kuvaterner'deki İklim Değişmelerinin Türkiye Doğal Ortamı Üzerindeki Etkileri*. Türkiye Kuvaterner Sempozyumu - TURQUA-V. İTÜ Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü, İstanbul. 2-5 Haziran, 2005.
- Avrupa Birliği Habitatlar Direktifi. (1992). “Council Directive 92/43/EEC of 21 May 1992 on the conservation of natural habitats and of wild fauna and flora. Annex IV: 4.2 Reptiles and amphibians”, Page 41.
- Baran, İ. (2005). *Türkiye Amfibi ve Sürüngenleri*. TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları: Ankara. ISBN: 975-403-356-0.
- Baran, İ., Yılmaz, İ., Kete, R., Kumlutaş, Y., ve Durmuş, H. (1992). “Batı ve Orta Karadeniz Bölgesinin herpetofaunası”. *Turkish Journal of Zoology*, 16(1), s. 275-288.
- Baran, İ. (1977). “Anadolu *Lacerta taurica* Örneklerinin Taksonomik Durumu”. *Ege Üniversitesi, Fen Fakültesi Dergisi, Seri B,C1*: 301–307.

- Başıoğlu, M. ve Baran, İ. (1977). “Türkiye Sürüngenleri, Kısım 1: Kaplumbağa ve Kertenkeleler”. Ege Üniversitesi. Fen Fakültesi Kitapları Serisi, İzmir, No: 76, s. 133-135.
- Bennett, K.D., Tzedakis, P. C. ve Willis. K. J. (1991). “Quaternary refugia of north European trees”. *Journal of Biogeography*. 18(1): 103–115. <https://doi.org/10.2307/2845248>.
- Bern Sözleşmesi. (1979). “Convention on the conservation of European wildlife and natural habitats, Bern. Appendix II: Strictly protected fauna species”, Page 14.
- Bezeng, B.S., Tesfamichael, S.G., ve Dayananda, B. (2018). “Predicting the effect of climate change on a range-restricted lizard in southeastern Australia”. *Current Zoology*, 64(2): s. 165-171. <https://doi.org/10.1093/cz/zox021>.
- Boria, R.A., Olson, L.E., Goodman, S.M., & Anderson, R.P. (2014). “Spatial filtering to reduce sampling bias can improve the performance of ecological niche models”. *Ecological Modelling*, 275(2014), 73-77. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2013.12.012>.
- Böhme, W., & Corti, C. (1993). “Zoogeography of the lacertid lizards of the western Mediterranean basin. In: Böhme, Perez Mellado, Maragou (ed). *Lacertids of the Mediterranean region*”. Hellenic Zoological Society, Athens, Bonn, Alicante, Chapter 2, 17-33.
- Böhme, W., Lymberakis, P., Ajtic, R., Tok, V., Ugurtaş, I.H., Sevinç, M.,.... & Avci, A. (2009). “*Podarcis tauricus*. The IUCN Red List of Threatened Species”. Retrieved from <https://www.iucnredlist.org/species/61554/12515695> <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2009.RLTS.T61554A12515695.en>. Accessed on 15 June 2022.
- Brown, J. H., Mehlman, D. W. ve Stevens, G. C. (1995). “Spatial Variation in Abundance”. *Ecology*, 76 (7): 2028-2043. <https://doi.org/10.2307/1941678>
- Brown, J.L. (2014). “SDMtoolbox: a python-based GIS toolkit for landscape genetic, biogeographic and species distribution model analyses”. *Methods in Ecology and Evolution*, 5(7), 694-700. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12200>.

- Brown, J.L., Bennett, J.R., ve French, C.M. (2017). “SDMtoolbox 2.0: the next generation Python-based GIS toolkit for landscape genetic, biogeographic and species distribution model analyses”. *Peer J* 5,e4095. <https://doi.org/10.7717/peerj.4095>.
- Bosso, L., Rebelo, H., Garonna, A. P. ve Russo, D. (2013). “Modelling geographic distribution and detecting conservation gaps in Italy for the threatened beetle *Rosalia alpina*”. *Journal for Nature Conservation*, 21 (2):72-80. <https://doi.org/10.1016/j.jnc.2012.10.003>.
- Böhme, W., Lymberakis, P., Ajtic, R., Tok, V., Uğurtaş, I.H., Sevinç, M., ..., ve Avcı, A. (2009). “The IUCN Red List of Threatened Species, *Podarcis tauricus*”. <https://doi.org/10.2305/IUCN.UK.2009.RLTS.T61554A12515695.en>. Erişim tarihi: 15 Aralık 2022.
- Burnham K. P., ve Anderson, D. R. (2002). *Model Selection and Multimodel Inference*. Springer New York: New York. ISBN: 978-0-387-22456-5. <https://doi.org/10.1007/b97636>.
- Bülbül, U., Kurnaz, M., Eroğlu, A.İ., Koç, H., & Kutrup, B. (2015). “New locality record of *Podarcis tauricus tauricus* (Pallas, 1814) (Squamata: Lacertidae) from the western Black Sea region of Turkey”. *Turkish Journal of Zoology*, 39(5), 981-986. <https://doi.org/10.3906/zoo-1411-25>.
- Carrion, J. S., Errikarta I., Walker, M. J., Legaz, A. J., Chaís, C. ve López, A. (2003). “Glacial refugia of temperate, Mediterranean and IberoNorth African flora in south-eastern Spain: new evidence from cave pollen at two Neanderthal man sites”. *Global Ecology & Biogeography*, 12: 119–129.
- Cobos, M.E., Peterson, A.T., Barve, N. ve Osorio-Olvera, L. (2019). “kuenm: an R package for detailed development of ecological niche models using Maxent”. *PeerJ*, 7:e6281 <http://doi.org/10.7717/peerj.6281>
- Chen, I., Hill, J.K., Ohlemüller, R., Roy, D.B., & Thomas, C.D. (2011). “Rapid Range Shifts of Species Associated with High Levels of Climate Warming. *Science*”, 333(6045), 1024-1026. <https://doi.org/10.1126/science.1206432>.
- Chondropoulos, B.P., & Lykakis, J.J. (1983). “Ecology of the Balkan Wall Lizard, *Podarcis taurica ionica* (Sauria: Lacertidae) from Greece”. *Copeia*, 1983(4), 991-1001.



- Clark, P. U. (2009) "The Last Glacial Maximum". *Science*, 325(5941):710-4. <https://doi.org/10.1126/science.1172873>.
- Cogălniceanu, D., Rozyłowicz, L., Székely, P., Samoilă, C., Stănescu, F., Tudor, M., Székely, D., & Losif, R. (2013). "Diversity and distribution of reptiles in Romania". *ZooKeys*, 341, 49-76. <https://doi.org/10.3897/zookeys.341.5502>.
- Ćorović, J., Popović, M., Cogălniceanu, D., Carretero, M.A., & Crnobrnja-Isailović, J. (2018). "Distribution of the meadow lizard in Europe and its realized ecological niche model". *Journal of Natural History*, 52(29-30), 1909-1925. <https://doi.org/10.1080/00222933.2018.1502829>.
- Cox, C. B., Moore, P. D. ve Ladle, R. (2016). *Biogeography: An Ecological and Evolutionary Approach*. John Wiley & Sons. New York.
- Covaciu-Marcov, S.D., Ghira, I., Cicort-Lucaciu, A.Ş., & Sas-Kovacs, I. (2006). "Contributions to knowledge regarding the geographical distribution of the herpetofauna of Dobrudja, Romania". *North-Western Journal of Zoology*, 2(2), 88-125.
- Çevik, İ. E. (1999). "Trakya'da Yaşayan Kertenkele Türlerinin Taksonomik Durumu (*Lacertilia: Anguidae, Lacertidae, Scincidae*)". *Turkish Journal of Zoology*, 23(1): 23–35.
- Çördük, N., Gül, Ç., Tosunoğlu, M., & Özdemir, N. (2018). "Evaluating the taxonomic status of the Balkan wall lizard (*Podarcis tauricus*, Pallas, 1814) from the Anatolian part of Çanakkale (Turkey) using mitochondrial DNA". *American Journal of Innovative Research and Applied Sciences*, 6(5), 227-233.
- Elith, J., Graham, C.H., Anderson, R.P., Dudík, M., Ferrier, S., Guisan, A.,.....& Zimmermann, N.E. (2006). "Novel methods improve prediction of species' distributions from occurrence data". *Ecography*, 29(2), 129-151. <https://doi.org/10.1111/j.2006.0906-7590.04596.x>.
- Elith, J., Kearney, M., & Phillips, S. (2010). "The art of modeling range-shifting species". *Methods in Ecology and Evolution*, 1(4), 330-342. <https://doi.org/10.1111/j.2041-210X.2010.00036.x>.

- Elith, J., Phillips, S. J., Hastie, T., Dudík, M., Chee, Y. E., & Yates, C. J. (2011). “A statistical explanation of MaxEnt for ecologists”. *Diversity and Distributions*, 17(1), 43-57. <https://doi.org/10.1111/j.1472-4642.2010.00725.x>.
- Elton, C.S. (1927). *Animal Ecology*. Sidgwich and Jackson: London.
- Eroğlu, A.İ., Bülbül, U., & Kurnaz, E. (2017). “Age structure and growth in a Turkish population of the Crimean Wall Lizard, *Podarcis tauricus* (Pallas, 1814) (Squamata: Sauria: Lacertidae)”. *Herpetozoa*, 29(3-4), 125-133.
- Feliner, G.N. (2011). “Southern European glacial refugia: A tale of tales”. *Taxon*, 60(2), 365-372. <https://doi.org/10.1002/tax.602007>.
- Feng, X., Park, D. S., Walker, C. M., ve Peterson, A.T. (2019). “A checklist for maximizing reproducibility of ecological niche models”. *Nature Ecology & Evolution*, 3(2019): 1382-1395. <https://doi.org/10.1038/s41559-019-0972-5>.
- Fielding, A. H. ve Bell, J. F. (1997). “A review of methods for the assessment of prediction errors in conservation presence/absence models”. *Environmental Conservation*, 24 (1): 38 – 49. <https://doi.org/10.1017/S0376892997000088>.
- Fischer, D., Babická, K., Fischerová, J., Lerch, Z., Mikátová, B., Reiter, A., & Reháč, I. (2019). “Discovery of the *Podarcis tauricus* population in the Czech Republic (Squamata: Lacertidae)”. *Acta Societatis Zoologicae Bohemicae*, 83, 239-254.
- Fois, M., Cuenca-Lombraña, A., Fenu, G. ve Bacchetta, G. (2018). “Using species distribution models at local scale to guide the search of poorly known species: Review, methodological issues and future directions”. *Ecological Modelling*, 385: 124-132. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2018.07.018>.
- Franklin, J. (2010). “Mapping species distributions: spatial inference and prediction”. Cambridge University Press, 320 pp.
- Fuhn, I.E. ve Vancea, S. (1961). “Fauna Republicii Populare Romine”. *Reptilia Editura Acad. Rep. Pop. Romine*. 14: (2), 352.
- Gasc, J.P., Cabela, A., Crnobrnja-Isailovic, J., Dolmen, D., Grossenbacher, K., Haffner, P.,..... & Zuiderwijk, A. (1997). “Atlas of Amphibians and Reptiles in Europe”.

Societas Europaea Herpetologica and Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, 133-134 pp.

- Gent, P.R., Danabasoglu, G., Donner, L.J., Holland, M.M., Hunke, E.C., Jayne, S.R.,....& Zhang, M. (2011). "The Community Climate System Model Version 4". *Journal of Climate*, 24(19), 4973-4991. <https://doi.org/10.1175/2011JCLI4083.1>.
- Giorgetta, M.A., Jungclaus, J., Reick, C. H., Legutke, S., Bader, J., Böttinger, M.,.... & Stevens, B. (2013). "Climate and carbon cycle changes demo 1850 to 2100 in MPI-ESM simulations for the Coupled Model Intercomparison Project phase 5". *Journal of Advances in Modeling Earth Systems*, 5(3), 572-597. <https://doi.org/10.1002/jame.20038>.
- Giorgi, F., & Lionello, P. (2008). "Climate change projections for the Mediterranean region". *Global and Planetary Change*, 63(2-3), 90-104. <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2007.09.005>.
- Graham, C. H., Ferrier, S., Huettman, F., Moritz, C. ve Peterson A. T. (2004). "New developments in museum-based informatics and applications in biodiversity analysis". *Trends in Ecology and Evolution*, 19 (9): 497-503. <https://doi.org/0.1016/j.tree.2004.07.006>
- Grinnell, J. (1917). "Field tests of theories concerning distributional control". *American Naturalist*, 51: 115-128.
- Grinnell, J. (1924). "Geography and evolution". *Ecology* 5: 225-229.
- Guevara, L., Gerstner, B.E., Kass, J.M., & Anderson, R.P. (2018). "Toward ecologically realistic predictions of species distributions: A cross-time example from tropical montane cloud forests". *Global Change Biology*, 24(4), 1511-1522. <https://doi.org/10.1111/gcb.13992>.
- Guisan, A., & Zimmermann, N.E. (2000). "Predictive habitat distribution models in ecology". *Ecological Modelling*, 135(2-3), 147-186. [https://doi.org/10.1016/S0304-3800\(00\)00354-9](https://doi.org/10.1016/S0304-3800(00)00354-9).
- Guisan, A., & Thuiller, W. (2005). "Predicting species distribution: offering more than simple habitat models". *Ecology Letters*, 8(9), 993-1009. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2005.00792.x>.

- Gül, Ç., & Tosunoğlu, M. (2017). “*Podarcis tauricus* (Pallas, 1814), new to the Anatolian part of the Province of Canakkale, Turkey”. *Herpetozoa*, 30(1-2), 78-80.
- Gür, H. (2013). “The effects of the Late Quaternary glacial–interglacial cycles on Anatolian ground squirrels: range expansion during the glacial periods? ”. *Biological Journal of the Linnaean Society*, 109(1), 19-32. <https://doi.org/10.1111/bij.12026>.
- Gür, H. (2019). “Tür Dağılım Modellemesi ile İklim Değişikliği Uygulamaları”. *Ekoloji ve Evrimsel Biyoloji Derneği Yayınları*, No. 1. [http://www.ekoevo.org/wp-content/uploads/2020/04/GurH\\_EkoEvo\\_2019.pdf](http://www.ekoevo.org/wp-content/uploads/2020/04/GurH_EkoEvo_2019.pdf).
- Gür, H. (2022). “The future impact of climate and land-use changes on Anatolian ground squirrels under different scenarios”. *Ecological Informatics*, 70(2022), 101693. <https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2022.101693>.
- Harris, D.J. ve Arnold, E.N. (1999). “Relationships of Wall Lizards, *Podarcis* (Reptilia: Lacertidae) Based on Mitochondrial DNA Sequences”. *Copeia*, 1999(3): 749-754.
- Hewitt, G.M. (1996). “Some genetic consequences of ice ages, and their role in divergence and speciation”. *Biological Journal of the Linnaean Society*, 58(3), 247-276. <https://doi.org/10.1006/bijl.1996.0035>.
- Hewitt, G.M. (1999). “Post-glacial re-colonization of European biota”. *Biological Journal of the Linnaean Society*, 68(1-2), 87-112. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8312.1999.tb01160.x>.
- Hewitt, G.M. (2000). “The genetic legacy of the Quaternary ice ages”. *Nature*, 405(6789), 907-913. <https://doi.org/10.1038/35016000>.
- Hewitt, G. M. (2001). “Speciation, hybrid zones and phylogeography or seeing genes in space and time”. *Molecular Ecology*, 10: 537–549. <https://doi.org/10.1046/j.1365-294x.2001.01202.x>
- Hewitt, G.M. (2004). “Genetic consequences of climatic oscillations in the Quaternary”. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series B, Biological Sciences*, 359(1442), 183-195. <https://doi.org/10.1098/rstb.2003.1388>.

- Hijmans, R.J., Cameron, S.E., Parra, J.L., Jones, P.G., & Jarvis, A. (2005). "Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas". *International Journal of Climatology*, 25(15), 1965-1978. <https://doi.org/10.1002/joc.1276>.
- Hijmans, R.J., & Graham, C.H. (2006). "The Ability of Climate Envelope Models to Predict the Effect of Climate Change on Species Distributions". *Global Change Biology*, 12(12), 2272-2281. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2486.2006.01256.x>.
- Hodgson, J.A., Thomas, C.D., Wintle, B.A., & Moilanen, A. (2009). "Climate change, connectivity and conservation decision making: back to basics". *Journal of Applied Ecology*, 46(5), 964-969. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2009.01695.x>.
- Hu, Z-Z. ve Wu, Z. (2004). "The intensification and shift of the annual North Atlantic Oscillation in a global warming scenario simulation". *Tellus A: Dynamic Meteorology and Oceanography*, 56 (2): 112-124. <https://doi.org/10.3402/tellusa.v56i2.14403>.
- Huey, R.B. (1982). "Temperature, physiology, and the ecology of reptiles. In: Gans, C., Pough, F.H., (ed)". *Biology of the Reptilia, Physiology C., Physiological Ecology*. Academic Press, London, Vol.12, 25-91.
- Huntley, B. ve Birks, H. J. B. (1983). *An atlas of past and present pollen maps for Europe: 0-13,000 years ago*. Cambridge: University Press: England.
- Hutchinson, G. E. (1957). "Concluding remarks. Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology". 22: 415-427.
- Hutchinson, G.E. (1978). *An Introduction to Population Ecology*. Yale University Press: New Haven, CT.
- Iftime, A., & Iftime, O. (2016). "Contributions to the Knowledge on the Amphibians and Reptiles of Teleorman County (Southern Romania)". *Travaux du Muséum National d'Histoire Naturelle "Grigore Antipa" Antipa*, 58(1-2), 63-71. <https://doi.org/10.1515/travmu-2016-0009>.
- IPCC, (2007). *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M.

Tignor and H.L. Miller (eds.). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. <http://www.ipcc.ch/pub/reports.htm>

Nakicenovic, N., Alcamo, J., G. Davis, de Vries, H.J.M., Fenhann, J., Gaffin, S., Gregory, K., Grubler, A., Jung, T.Y., Kram, T., La Rovere, E.L., Michaelis, L., Mori, S., Morita, T., Papper, W., Pitcher, H., Price, L., Riahi, K., Roehrl, A., Rogner, H-H., Sankovski, A., Schlesinger, M., Shukla, P., Smith, S., Swart, R., van Rooijen, S., Victor, N. ve Dadi, Z. (2000). *Special Report on Emissions Scenarios, IPCC, Nakicenovic, N. ve Swart, R. (Eds.)*. Cambridge University Press, Cambridge, İngiltere, s. 570.

IPCC, (2013). *Summary for Policymakers. In: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

IPCC, (2014). *The Fifth Assessment reports from the Intergovernmental Panel on Climate Change. Impacts, Adaptation and Vulnerability: Summary for Policymakers*. Cambridge, United Kingdom and New York, Cambridge University Press.

IPCC, (2014). *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland.

IUCN, (2022). Uluslararası Doğayı Koruma Birliği, Kırmızı Liste web sayfası, <http://maps.iucnredlist.org/map.html?id=61554>, Erişim tarihi: 14.12.2022

Jansen, E., Overpeck, J., Briffa, K.R., Duplessy, J.-C., Joos, F., .... & Zhang, D. (2007). *Palaeoclimate*. In: *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Solomon, S., Qin, D., Manning, M., Chen, Z., Marquis, M., vd. (eds.) Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York.

- Jaynes, E. T. (1957). "Information Theory and Statistical Mechanics". *Physical Review, Series II*, 106 (4): 620–630. <https://doi.org/10.1103/PhysRev.106.620>.
- Joger, U., Fritz, U., Guicking, D., Kalyabina-Hauf, S., Nagy, Z. T., & Wink, M. (2007). "Phylogeography of western Palearctic reptiles, spatial and temporal speciation patterns". *Zoologischer Anzeiger*, 246(4), 293-313. <https://doi.org/10.1016/j.jcz.2007.09.002>.
- Kadmon, R., Farber, O., & Danin, A. (2004). "Effect of roadside bias on the accuracy of predictive maps produced by bioclimatic models". *Ecological Applications*, 14(2), 401-413. <https://doi.org/10.1890/02-5364>.
- Kaliontzopoulou, A., Brito, J.C., Carretero, M.A., Larbes, S., & Harris, D.J. (2008). "Modelling the partially unknown distribution of wall lizards (*Podarcis*) in North Africa: Ecological affinities, potential areas of occurrence, and methodological constraints". *Canadian Journal of Zoology*, 86(9), 992-1001. <https://doi.org/10.1139/Z08-078>.
- Kass, J.M., Vilela B., Aiello-Lammens, M.E., Muscarella, R., Merow, C., & Anderson, R.P. (2018). "Wallace: A flexible platform for reproducible modeling of species niches and distributions built for community expansion". *Methods in Ecology and Evolution*, 9(4), 1151-1156. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12945>.
- Kati, V., Foufopoulos, J., Ioannidis, Y., Papaioannou, H., Poirazidis, K., & Lebrun, P. (2007). "Diversity, ecological structure and conservation of herpetofauna in a Mediterranean area (Dadia National Park, Greece)". *Amphibia-Reptilia*, 28, 517-529. <https://doi.org/10.1163/156853807782152471>.
- Kattinger, E. (1942). Makedonische Reptilien. IV. Die Taurische Eidechse. *Woch Aquar Terrakde* 39: 59–60 (Almanca).
- Kjellstrom, E., & Ruosteenoja, K. (2007). "Present-day and future precipitation in the Baltic Sea region as simulated in a suite of regional climate models". *Climatic Change*, 81, 281-291. <https://doi.org/10.1007/s10584-006-9219-y>.
- Koç, H., Bülbül, U., Kurnaz, M., Eroğlu, İ., & Kutrup, B. (2018) "Phylogenetic relationships of *Podarcis siculus* (Rafinesque-Schmaltz, 1810) and *Podarcis tauricus* (Pallas,

- 1814) in Turkey, based on mitochondrial DNA”. Mitochondrial DNA Part A, 29(5), 664-673. <https://doi.org/10.1080/24701394.2017.1342245>.
- Kolbe, J.J., Lavin, B.R., Burke, R.L., Rugiero, L., Capula, M., & Luiselli, L. (2013). “The desire for variety: Italian wall lizard (*Podarcis siculus*) populations introduced to the United States via the pet trade are derived from multiple native-range sources”. *Biological Invasions*, 15, 775-783. <https://doi.org/10.1007/s10530-012-0325-7>.
- Knutti, R., ve Sedláček, J. (2013). “Robustness and uncertainties in the new CMIP5 climate model projections”. *Nature Climate Change*, 3: 369–373. <https://doi.org/10.1038/NCLIMATE1716>.
- Kukushkin, O.V., & Doronin, I.V. (2013). “Distribution peculiarities of the rare colour aberrations of the Balkan wall lizard, *Podarcis tauricus* (Sauria: Lacertidae) from the Crimea”. *Труды Зоологического института РАН Том*, 317(4), 474-493.
- Le Galliard, J.F., Massot, M., Baron, J. P., & Clobert, J. (2012). “Ecological effects of climate change on European reptiles”. *Wildlife conservation in a changing climate*, 179-203. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.3523.0248>.
- Lehrs, P. (1902). Zur Kenntnis der Gattung *Lacerta* und einer verkannten Form: *Lacerta ionica*. *Zool Anz* 25: 225–237 (Almanca).
- Ljubisavljević, K., Džukić, G., & Kalezić, M.L. (2010). “Female reproductive characteristics of the Balkan wall lizard (*Podarcis taurica*) in the northwestern periphery of its range”. *Central European Journal of Biology*, 5(3): 391-395. <https://doi.org/10.2478/s11535-010-0016-2>.
- Lomolino, M.V., Riddle, B.R., Whittaker, R.J. and Brown, J.H. (2010) *Biogeography*. 4<sup>th</sup> Edition, Sinauer Associates, Sunderland, MA, ISBN: 978-0-87893-494-2.
- Maragou, P., Chondropoulos, B.P., ve Valakos, E.D. (1999). “Comparative data on reproduction in *Podarcis erhardii*, *Podarcis peloponnesiaca* and *Podarcis taurica* (Reptilia, Sauria, Lacertidae). *İsrail Journal of Zoology*, Vol. 45. 1999. S. 487-496”.
- Marzahn, E., Mayer, W., Joger, U., Ilgaz, Ç., Jablonski, D., Kindler, C.,.... & Fritz, U. (2016). “Phylogeography of the *Lacerta viridis* complex: mitochondrial and nuclear markers provide taxonomic insights”. *Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research*, 54(2), 85-105. <https://doi.org/10.1111/jzs.12115>.



- Meinshausen, M., Smith, S. J., Calvin, K., Daniel, J. S., Kainuma, M. L. T., Lamarque, J-F., Matsumoto, K., Montzka, S. A., Raper, S. C. B., Riahi, K., Thomson, A., Velders, G. J. M., ve van Vuuren, D. P. P. (2011). “The RCP greenhouse gas concentrations and their extensions from 1765 to 2300”. *Climatic Change*, 109: 213 – 241. <https://doi.org/10.1007/s10584-011-0156-z>.
- Melville, J., Haines, M.L., Hale, J., Chapple, S., & Ritchie, E.G. (2016). “Concordance in phylogeography and ecological niche modelling identify dispersal corridors for reptiles in arid Australia”. *Journal of Biogeography*, online published. <https://doi.org/10.1111/jbi.12739>.
- Merow, C., Smith, M.J., & Silander, J.A. (2013). “A practical guide to MaxEnt for modeling species’ distributions: what it does, and why inputs and settings matter”. *Ecography*, 36(10), 1058-1069. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0587.2013.07872.x>.
- Mizsei, E., Fejes, Z., Malatinszky, Á., Lengyel, S., & Vadász, C. (2020). “Reptile responses to vegetation structure in a grassland restored for an endangered snake”. *Community Ecology*, 21(2020), 203-212. <https://doi.org/10.1007/s42974-020-00019-2>.
- Mollov, I.A., & Valkanova, M.V. (2009). “Risks and Opportunities of Urbanization – Structure of Two Populations of the Balkan Wall Lizard *Podarcis tauricus* (Pallas, 1814) in the City of Plovdiv”. *Ecologia Balkanica*, 1, 27-39.
- Moss, R. H., Babiker, M., Brinkman, S., Calvo, E., Carter, T. R., Edmonds, J., Elgizouli, I., Emori, S., Erda, L., Hibbard, K., Jones, R., Kainuma, M., Kelleher, J., Lamarque, J. -F., Manning, M. R., Matthews, B., Meehl, J., Meyer, L., Mitchell, J. F. B., Nakicenovic, N., O’Neill, B., Pichs, R., Riahi, K., Rose, S. K., Runci, P., Stouffer, R. J., van Vuuren, D. P., Weyant, J. P., Wilbanks, T. J., van Ypersele, J. P., Zurek, M. (2008). “Towards New Scenarios for Analysis of Emissions, Climate Change, Impacts, and Response Strategies: IPCC Expert Meeting Report”. 19 – 21 September 2007. Noordwijkerhout, The Netherlands, pp 155.
- Moss, R. H., Edmonds, J. A., Hibbard, K. A., Manning, M. R., Rose, S. K., van Vuuren, D. P., Carter, T. R., Emori, S., Kainuma, M., Kram, T., Meehl, G. A., Mitchell, J. F. B., Nakicenovic, N., Riahi, K., Smith, S. J., Stouffer, R. J., Thomson, A. M., Weyant, J. P., Wilbanks, T. J. (2010). “The next generation of scenarios for climate change

- research and assessment". *Nature*, 463(7282):747 – 756.  
<https://doi.org/10.1038/nature08823>.
- Mothes, C.C., Stroud, J.T., & Clements, S.L. (2019). "Evaluating ecological niche model accuracy in predicting biotic invasions using South Florida's exotic lizard community". *Journal of Biogeography*, 46(2), 432-441.  
<https://doi.org/10.1111/jbi.13511>.
- Muscarella, R., Galante, P.J., Soley-Guardia, M., Boria, R.A., Kass, J.M., Uriarte, M., & Anderson, R.P. (2014). "ENMeval: An R package for conducting spatially independent evaluations and estimating optimal model complexity for MAXENT ecological niche models". *Methods in Ecology and Evolution*, (11), 1198-1205.  
<https://doi.org/10.1111/2041-210X.12261>.
- Nogués-Bravo, D. (2009). "Predicting the past distribution of species climatic niches". *Global Ecology and Biogeography*, 18(5), 521-531. <https://doi.org/10.1111/j.1466-8238.2009.00476.x>.
- Oliverio, M., Bologna, M.A., & Mariottini, P. (2000). "Molecular biogeography of the Mediterranean lizards *Podarcis* Wagler, 1830 and *Teira* Gray, 1838 (Reptilia, Lacertidae)". *Journal of Biogeography*, 27(6), 1403-1420.  
<https://doi.org/10.1046/j.1365-2699.2000.00517.x>.
- Osorio-Olvera, L., Lira-Noriega, A., Soberón, J., Peterson, T.A., Falconi, M., Contreras-Díaz, R.G.,.... & Barve, N. (2020). "ntbox: an R package with graphical user interface for modeling and evaluating multidimensional ecological niches". *Methods in Ecology and Evolution*, 11(10), 1199-1206. <https://github.com/luismurao/ntbox>  
<https://doi.org/10.1111/2041-210X.13452>.
- Parmesan, C., Ryrholm, N., Stefanescu, C., Hill, J.K., Thomas, C.D., Descimon, H., Huntley, B., & Warren, M. (1999). "Poleward shifts in geographical ranges of butterfly species associated with regional warming". *Nature*, 399(6736), 579-583.  
<https://doi.org/10.1038/21181>.
- Parmesan, C. (2006). "Ecological and evolutionary responses to recent climate change". *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 37, 637-669.  
<https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.37.091305.110100>.

- Peltier, W.R. (2007). "Postglacial coastal evolution: Ice-ocean-solid Earth interactions in a period of rapid climate change". *Coastline Changes: Interrelation of Climate and Geological Processes*, 426:5 – 28. PMID: WOS:000272080100002.
- Peterson, A. T., Ortega-Huerta, M.A., Bartley, J., Sánchez-Cordero, V., Soberón, J., Buddemeier, R.H., & Stockwell, D.R.B. (2002). "Future projections for Mexican faunas under global climate change scenarios". *Nature*, 416, 626-629.
- Peterson, A. T., Papeş, M., & Eaton, M. (2007). "Transferability and model evaluation in ecological niche modeling: a comparison of GARP and Maxent". *Ecography*, 30(4), 550-560. <https://doi.org/10.1111/j.0906-7590.2007.05102.x>.
- Peterson, A. T., Papeş, M., & Soberón, J. (2008). "Rethinking receiver operating characteristic analysis applications in ecological niche modeling". *Ecological modelling*, 213(1), 63-72. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2007.11.008>.
- Peterson, A. T., Soberón, J., Pearson, R.G., Anderson, R.P., Martínez-Meyer, E., Nakamura, M., & Araújo, M.B. (2011). "Ecological niches and geographic distributions (MPB-49)". Princeton and Oxford, Princeton University Press, 328 pp.
- Peterson, A. T. (2014). *Mapping disease transmission risk: enriching models using biogeography and ecology*. Johns Hopkins University Press, ISBN978-1-4214-1473-7.
- Petrov, B.P., Tzankov, N., Strijbosch, H., Popgeorgiev, G., & Beshkov, V. (2006). "The herpetofauna (Amphibia and Reptilia) of the Western Rhodopes Mountain (Bulgaria and Greece). *Herpetofauna*. In: Beron P. (ed.) Biodiversity of Bulgaria, 3. Biodiversity of Western Rhodopes (Bulgaria and Greece)". Valakos I. Pensoft & Nat. Mus. Natura History, Sofia, 863-912 pp.
- Phillips, S.J., Anderson, R.P., & Schapire, R.E. (2006). "Maximum entropy modeling of species geographic distributions". *Ecological Modelling*, 190(3-4), 231-259. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2005.03.026>.
- Phillips, S.J., Anderson, R.P., Dudík, M., Schapire, R.E., & Blair, M.E. (2017). "Opening the black box: an open-source release of Maxent". *Ecography*, 40(7), 887-893. <https://doi.org/10.1111/ecog.03049>.

- Phillips, S.J., Dudík, M., ve Schapire, R.E. (2004). “A maximum entropy approach to species distribution modeling. In Proceedings of the Twenty-first International Conference on Machine Learning”, Banff, Alta., July 2004. Edited by R. Greiner and D. Schuurmans. ACM Press, New York. 655-662 pp. <https://doi.org/10.1145/1015330.1015412>.
- Phillips, S. J. ve Dudík, M. (2008). “Modeling of species distributions with Maxent: new extensions and a comprehensive evaluation”. *Ecography*, 31(2), 161-175. <https://doi.org/10.1111/j.2007.0906-7590.05203.x>.
- Podarcis tauricus*, (2023, Ocak). Erişim adresi: <https://www.iucnredlist.org/species/61554/12515695>
- Poulakakis, N., Lymberakis, P., Valakos, P. Pafilis, Zouros, E., & Mylonas, M. (2005a). “Phylogeography of Balkan wall lizard (*Podarcis taurica*) and its relatives inferred from mitochondrial DNA sequences”. *Molecular Ecology*, 14(8), 2433-2443. <https://doi.org/10.1111/j.1365-294X.2005.02588.x>.
- Poulakakis, N., Lymberakis, P., Valakos, E., Zouros, E., & Mylonas, M. (2005b). “Phylogenetic relationships and biogeography of *Podarcis* species from the Balkan Peninsula, by bayesian and maximum likelihood analyses of mitochondrial DNA sequences”. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 37(3), 845-857. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2005.06.005>.
- Promnun, P., Tandavanitj, N., Kongrit, C., Kongsatree, K., Kongraphan, P., Dongkumfu, W., Kumsuan, D., & Khudamrongsawat, J. (2021). “Phylogeography and ecological niche modeling reveal evolutionary history of *Leiolepis ocellata* (Squamata, Leiolepidae)”. *Ecology and Evolution*, 11(5), 2221-2233. <https://doi.org/10.1002/ece3.7186>.
- Provan, J. ve Bennett, K. D. (2008). “Phylogeographic insights into cryptic glacial refugia”. *Trends in Ecology and Evolution*. 23(10): 564-571. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2008.06.010>
- Psonis, N., Antoniou, A., Kukushkin, O., Jablonski, D., Petrov, B., Crnobrnja-Isailović, J., Sotiropoulos, K., & Poulakakis, N. (2017). “Hidden diversity in the *Podarcis tauricus* (Sauria, Lacertidae) species subgroup in the light of multilocus phylogeny

- and species delimitation”. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 106(6), 6-17.  
<https://doi.org/10.1016/j.ympev.2016.09.007>.
- Psonis, N., Antoniou, A., Karameta, E., Leaché, A.D., Kotsakiozi, P., Darriba, D., Kozlov, A., & Poulakakis, N. (2018). “Resolving complex phylogeographic patterns in the Balkan Peninsula using closely related wall-lizard species as a model system”. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 125, 100-115.  
<https://doi.org/10.1016/j.ympev.2018.03.021>.
- Pulliam, H.R. (2000). “On the relationship between niche and distribution”. *Ecology Letters*, 3(4), 349-361. <https://doi.org/10.1046/j.1461-0248.2000.00143.x>.
- Rehák, I., Fischer, D., Kratochvíl, L., & Rovatsos, M. (2022). “Origin and haplotype diversity of the northernmost population of *Podarcis tauricus* (Squamata, Lacertidae): Do lizards respond to climate change and go north?”. *Biodiversity Data Journal*, 10, e82156. <https://doi.org/10.3897/BDJ.10.e82156>.
- Roberts, D. R., Bahn, V., Ciuti, S., Boyce, M. S. Elith, J., Guillerá-Arroita, G., Hauenstein, S., Lahoz-Monfort, J. J., Schröder, B., Thuiller, W., Warton, D. I., Wintle, B. A., Hartig, F. ve Dormann, C. F. (2017). “Cross-validation strategies for data with temporal, spatial, hierarchical, or phylogenetic structure”. *Ecography*, 40 (8): 913-929. <https://doi.org/10.1111/ecog.02881>.
- Roubicek, A.J., VanDerWal, J., Beaumont, L.J., Pitman, A.J., Wilson, P., & Hughes, L. (2010). “Does the choice of climate baseline matter in ecological niche modelling?”. *Ecological Modelling*, 221(19), 2280-2286.  
<https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2010.06.021>.
- Rudnick, D.A., Ryan, S.J., Beier, P., Cushman, S.A., Dieffenbach, F., Epps, C.W.,.... & Trombulak, S.C. (2012). “The Role of Landscape Connectivity in Planning and Implementing Conservation and Restoration Priorities”. *Issues in Ecology*, Report No. 16, Washington, DC, Ecological Society of America, 20 pp.  
[https://scholars.unh.edu/geog\\_facpub/](https://scholars.unh.edu/geog_facpub/).
- Sagonas, K., Poulakakis, N., Lymberakis, P., Parmakelis, A., Pafilis, P., & Valakos, E.D. (2014). “Molecular systematics and historical biogeography of the green lizards (*Lacerta*) in Greece: Insights from mitochondrial and nuclear DNA”. *Molecular*

Phylogenetics and Evolution, 76, 144–154.  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.ympcv.2014.03.013>.

- Sas-Kovács, E-H. ve Sas-Kovács, I. (2020). “Can I borrow your burrow? Use of the burrows of *Geolycosa vultuosa* (Araneae: Lycosidae) by *Podarcis tauricus* (Squamata: Lacertidae)”. *Biharean Biologist*, 14 (2): 127-129.
- Sequeira, A. M. M., Bouchet, P. J., Yates, K. L., Mengersen, K., Caley, M. J. (2018). “Transferring biodiversity models for conservation: opportunities and challenges. *Methods in Ecology and Evolution*”. 9(5): 1250 – 1264. <http://doi.org/10.1111/2041-210X.12998>.
- Sillero, N., & Carretero, M.A. (2013). “Modelling the past and future distribution of contracting species. The Iberian lizard *Podarcis carbonelli* (Squamata: Lacertidae) as a case study”. *Zoologischer Anzeiger A Journal of Comparative Zoology*, 252(3), 289-298. <https://doi.org/10.1016/j.jcz.2012.08.004>.
- Sindaco, R., & Jeremcenko, V.K. (2008). “The reptiles of the Western Palearctic. Vol. 1: Annotated Checklist and Distributional Atlas of the Turtles, Crocodiles, Amphisbaenians and Lizards of Europe, North Africa, Middle East and Central Asia”, Edizioni Belvedere, Italy, 580 pp.
- Smith, M.A., & Green, D.M. (2005). “Dispersal and the metapopulation paradigm in amphibian ecology and conservation: are all amphibian populations metapopulations?”. *Ecography*, 28(1), 110-128. <https://doi.org/10.1111/j.0906-7590.2005.04042.x>.
- Soberón, J., & Peterson, A.T. (2005). “Interpretation of models of fundamental ecological niches and species’ distributional areas”. *Biodiversity Informatics*, 2, 1-10. <https://doi.org/10.17161/bi.v2i0.4>.
- Soberón, J. (2007). “Grinnellian and Eltonian niches and geographic distributions of species”. *Ecology Letters*, 10 (12), 1115-1123. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2007.01107.x>.
- Sofaer, H.R., Jarnevich, C.S., Pearse, I.S., Smyht, R.L., Auer, S., Cook, G.L.,....& Hamilton, H. (2019). “Development and Delivery of Species Distribution Models to Inform

Decision-Making”. *BioScience*, 69(7), 544-557.  
<https://doi.org/10.1093/biosci/biz045>.

Sokolov, L.V. (2019). “Data on the Distribution of the Crimean Wall Lizard, *Podarcis tauricus* (Pallas, 1814) (Sauria: Lacertidae), in the North-Western Black Sea Region (Ukraine)”. *Current Studies in Herpetology*, 19(3-4), 132-146 (in Russian).  
<https://doi.org/10.18500/1814-6090-2019-19-3-4-132-146>.

Stănescu, F., Tudor, T., Székely, D., & Losif, R. (2013). “Diversity and distribution of reptiles in Romania”. *ZooKeys*, 341, 49-76.  
<https://doi.org/10.3897/zookeys.341.5502>.

Stewart, J.R., Lister, A.M., Barnes, I., & Dalén, L. (2009). “Refugia revisited: individualistic responses of species in space and time”. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 277, 661–671. <https://doi.org/10.1098/rspb.2009.1272>.

Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, L.V. Alexander, S.K. Allen, N.L. Bindoff, F.-M. Bréon, J.A. Church, U. Cubasch, S. Emori, P. Forster, P. Friedlingstein, N. Gillett, J.M. Gregory, D.L. Hartmann, E. Jansen, B. Kirtman, R. Knutti, K. Krishna Kumar, P. Lemke, J. Marotzke, V. Masson-Delmotte, G.A. Meehl, I.I. Mokhov, S. Piao, V. Ramaswamy, D.Randall, M. Rhein, M. Rojas, C. Sabine, D. Shindell, L.D. Talley, D.G. Vaughan and S.-P. Xie. (2013). “Technical Summary. In: *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]”. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

Sudhaus, W., Kiontke, K., Fürst von Lieven, A., Manegold, A., & Seitz, V. (1997). “Speziation in Mitteleuropa im Gefolge der Eiszeiten. Sitzungsberichte der Gesellschaft Naturforschender Freunde zu Berlin (N.F.)”, 36, 143-175.

Taberlet, P., Fumagalli, L., Wust-Saucy, A.G., & Cosson, J.F. (1998). “Comparative phylogeography and postglacial colonization routes in Europe”. *Molecular Ecology*, 7(4), 453-464. <https://doi.org/10.1046/j.1365-294x.1998.00289.x>.

- Terentyev, P. V. ve Chernov, S. A. (1965). *Key to Amphibians and Reptiles*. Soviet Science Publishing, Moscow.
- Thomas, C.D. (2010). "Climate, climate change and range boundaries". *Diversity and Distributions*, 16(3), 488-495. <https://doi.org/10.1111/j.1472-4642.2010.00642.x>.
- Thomson, A. M., Calvin, K. V., Smith, S. J., Kyle, G. P., Volke, A., Patel, P., Delgado-Arias, S., Bond-Lamberty, B., Wise, M. A., Clarke, L. E. ve Edmonds, J. A. (2011). "RCP4.5: a pathway for stabilization of radiative forcing by 2100". *Climatic Change*, 109:77–94. <https://doi.org/10.1007/s10584-011-0151-4>.
- Tok, C. V. (1993). Reşadiye (Datça) Yarımadası herpetofaunası üzerine taksonomik ve biyolojik araştırmalar. Doktora tezi. Ege Üniversitesi, FenBilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Bornova, İzmir.
- Tok, C.V., & Çiçek, K. (2014). "Amphibians and reptiles in the province of Çanakkale (Marmara Region, Turkey)". *Herpetozoa*, 27(1-2), 65-76.
- Tomovic, L., Timotijevic, M., Aitic, R., Krizmanic, I., & Labus, N. (2018). "Contribution to the herpetofauna of Serbia – Distribution of reptiles in Kosovo and Metohija Province". *The University Thought - Publication in Natural Sciences*, 2(8), 1-6. <https://doi.org/10.5937/univtho8-16981>.
- Uetz, P., & Hallermann, J. (2022). "The reptile database", Zoological Museum Hamburg, Germany. Retrieved from <https://reptile-database.reptarium.cz/species?genus=Podarcis&species=tauricus>.
- Urošević, A., Ljubisavljević, K., Tomović, L., Krizmanić, I., Ajtić, R., Simović, A., Labus, N., & Dzukić, G. (2015). "Contribution to the knowledge of distribution and diversity of lacertid lizards in Serbia". *Ecologica Montenegrina*, 2(3), 197-227. <https://doi.org/10.37828/em.2015.2.26>.
- Urošević, A., Tomović, L., Ajtić, R., Simović, A., Dzukić, G. (2016). "Alterations in the reptilian fauna of Serbia: Introduction of exotic and anthropogenic range expansion of native species". *Herpetozoa*, 28(3/4): 115 – 132.
- Varela, S., Lima-Riberio, M.S., & Terribile, L.C. (2015). "A short Guide to the Climatic Variables of the Last Glacial Maximum for Biogeographers". *Plos One*, 10(6), e0129037. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0129037>.



- Vicenzi, N., Corbalán, V., Miles, D., Sinervo, B., & Ibarguengoytia N. 2017. “Range increment or range detriment? Predicting potential changes in distribution caused by climate change for the endemic high-Andean lizard *Phymaturus palluma*”. *Biological Conservation*, 206: 151–160. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocon.2016.12.030>.
- Wagler, J. (1830). *Natürliches System der Amphibien, mit vorangehender Classification der Säugthiere und Vogel*. Ein Beitrag zur vergleichenden Zoologie. München, Stuttgart and Tübingen: J. G. Cotta.
- Waltari, E., Hijmans, R.J., Peterson, A.T., Nyári, A.S., Perkins, S.L., & Guralnick, R.P. (2007). “Locating Pleistocene refugia: comparing phylogeographic and ecological niche model predictions”. *Plos One*, 2(7), e563. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0000563>.
- Wallace Ecological Modeling App, (2023, Ocak). Erişim adresi: <https://wallaceecomod.github.io/>.
- Warren, D. L. ve Seifert, S. N. (2011). “Ecological niche modeling in Maxent: the importance of model complexity and the performance of model selection criteria”. *Ecological Applications*, 21(2): 335–342. <https://doi.org/10.1890/10-1171.1>.
- Watanabe, S., Hajima, T., Sudo, K., Nagashima, T., Takemura, T., Okajima, H., Nozawa, T.,... & Kawamiya, M. (2011). “MIROC-ESM 2010: model description and basic results of CMIP5-20c3m experiments”. *Geoscientific Model Development*, 4(4), 845-872. <https://doi.org/10.5194/gmd-4-845-2011>.
- Werner, F., (1938). “Die Amphibien und Reptilien Griechenlands”. *Zoologica*, Stuttgart, H. 94, 117 pp.
- Wilson, R.J., Gutierrez, D., Gutierrez, J., & Monserrat, V.J. (2007). “An elevational shift in butterfly species richness and composition accompanying recent climate change”. *Global Change Biology*, 13(9), 1873-1887. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2007.01418.x>.
- Yang, W., Feiner, N., Pinho, C., While, G.M., Kaliontzopoulou, A., Harris, D.J., Salvi, D., & Uller, T. (2021). “Extensive introgression and mosaic genomes of Mediterranean

endemic lizards”. *Nature Communications*, 12, 2762.  
<https://doi.org/10.1038/s41467-021-22949-9>.

Yu, H., Zhang, Y., Liu, L., Qi, W., Li, S., & Hu, Z. (2015). “Combining the least cost path method with population genetic data and species distribution models to identify landscape connectivity during the late Quaternary in Himalayan hemlock”. *Ecology and Evolution*, 5(24), 5781-5791. <https://doi.org/10.1002/ece3.1840>.

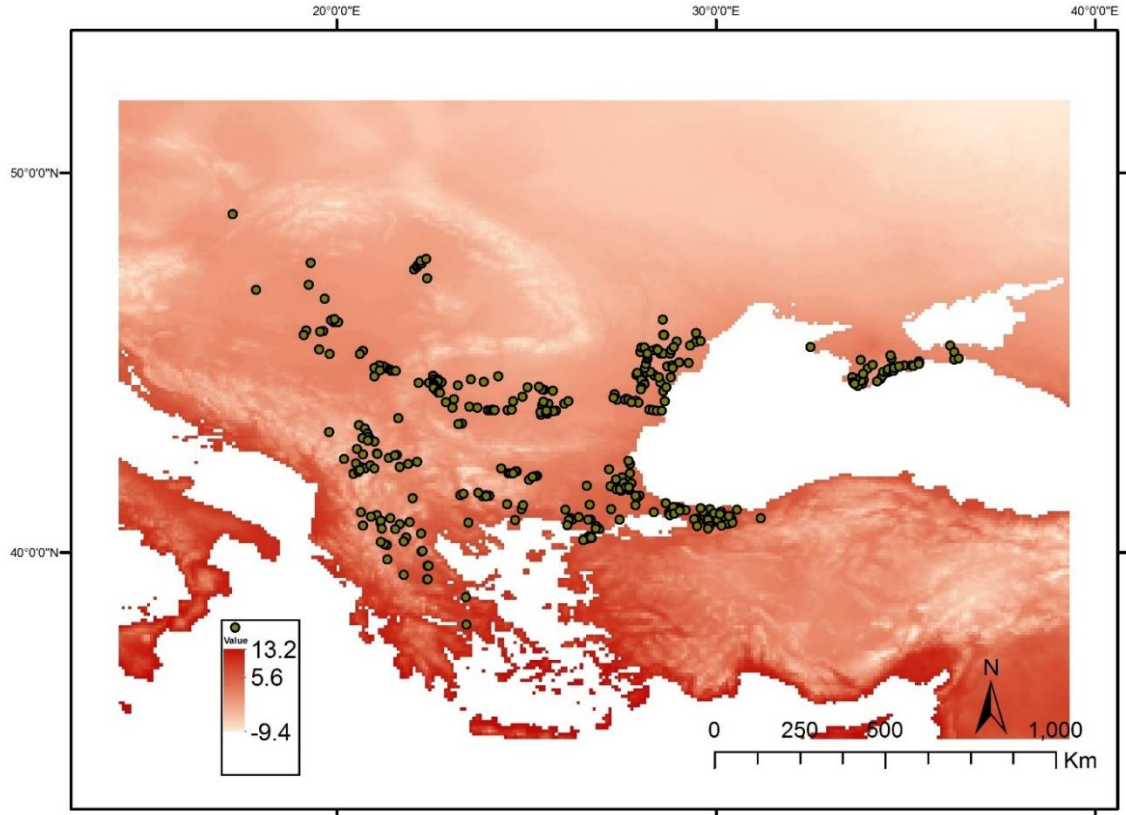
Zakkak, S., Halley, J.M., Akriotis, T. & Kati, V. (2015). “Lizards along an agricultural land abandonment gradient in Pindos Mountains, Greece”. *Amphibia-Reptilia*, 36(3), 253-264. <https://doi.org/10.1163/15685381-00003002>.

Zhang, Y., Clauzel, C., Li, J., Xue, Y., Zhang, Y., Wu, G., Giraudoux, P., & Li, D. (2019). “Identifying refugia and corridors under climate change conditions for the Sichuan snub-nosed monkey (*Rhinopithecus roxellana*) in Hubei Province, China”. *Ecology and Evolution*, 9(4), 1680-1690. <https://doi.org/10.1002/ece3.4815>

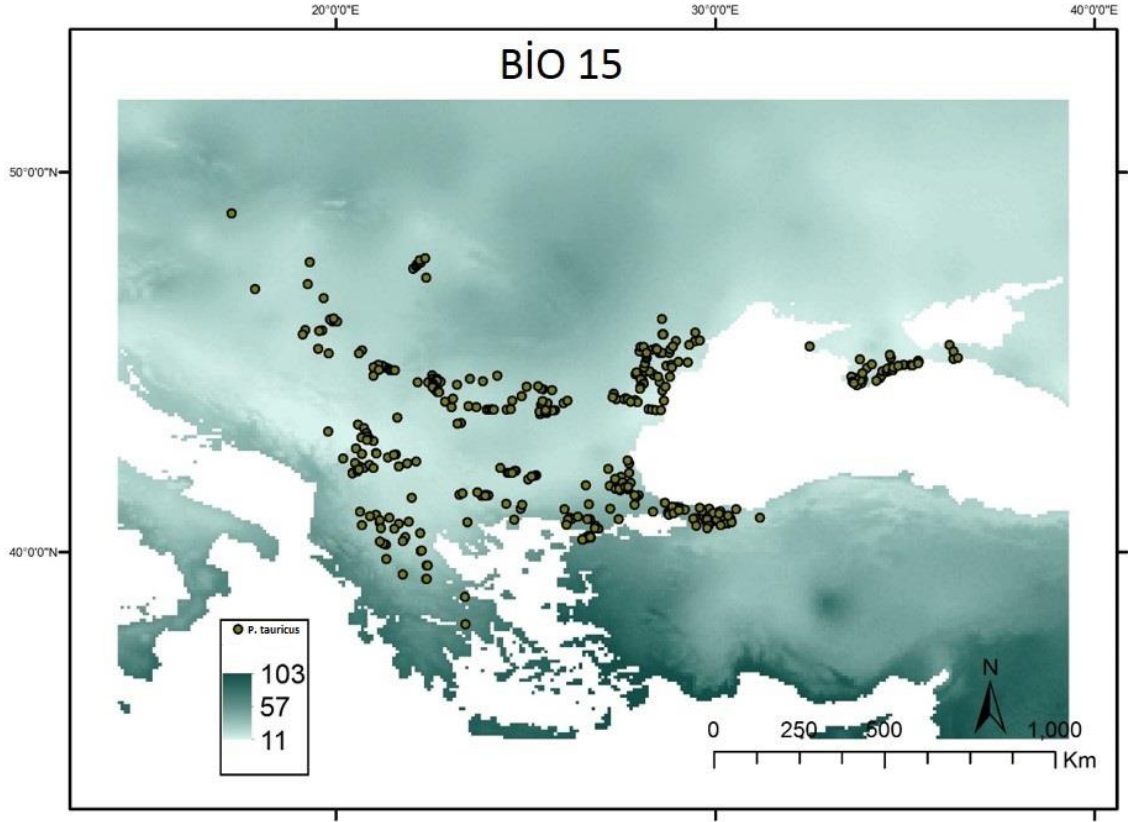
## EKLER



**EK 1**  
**KIŞ ORTALAMA SICAKLIĞI (BiO11)**

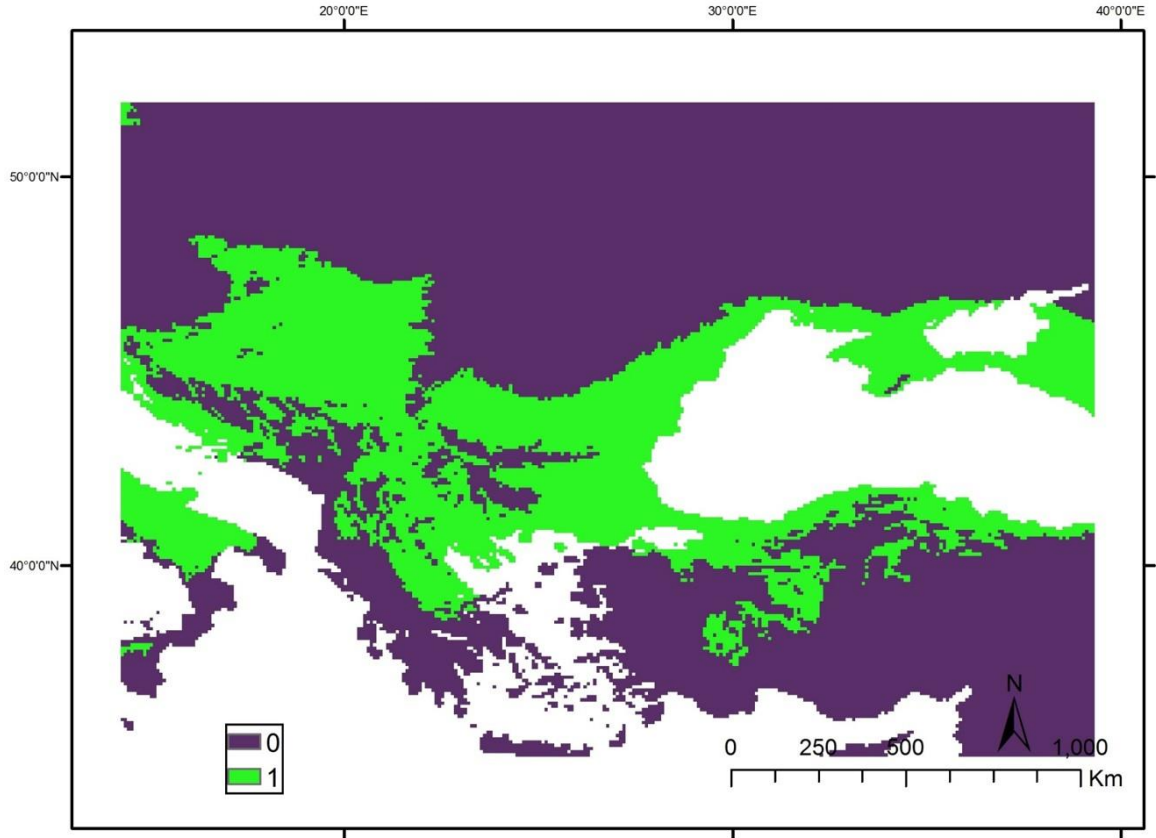


**EK 2**  
**MEVSİMSEL YAĞIŞ MIKTARI (BiO15)**



### EK 3

## VAR/YOK TÜR BULUNMA HARİTASI



## EK 4

### DESİMAL KOORDİNAT CİNSİNDEN TÜR BULUNMA VERİSİ LİSTESİ

TÜR BULUNMA VERİSİ											
SAYI	TÜR ADI	BOYLAM	ENLEM	SAYI	TÜR ADI	BOYLAM	ENLEM	SAYI	TÜR ADI	BOYLAM	ENLEM
1	<i>P. tauricus</i>	22.39214	39.29096	41	<i>P. tauricus</i>	21.3435	39.808388	81	<i>P. tauricus</i>	21.55119	40.61431
2	<i>P. tauricus</i>	22.39617	39.63741	42	<i>P. tauricus</i>	20.58859	43.348393	82	<i>P. tauricus</i>	21.92434	40.80147
3	<i>P. tauricus</i>	22.24091	40.0246	43	<i>P. tauricus</i>	19.54116	45.352691	83	<i>P. tauricus</i>	26.21731	40.86602
4	<i>P. tauricus</i>	21.79783	40.30954	44	<i>P. tauricus</i>	28.14694	45.243932	84	<i>P. tauricus</i>	26.02744	41.12523
5	<i>P. tauricus</i>	22.23397	40.50172	45	<i>P. tauricus</i>	28.71746	44.898016	85	<i>P. tauricus</i>	26.1181	40.84768
6	<i>P. tauricus</i>	24.49917	41.26811	46	<i>P. tauricus</i>	28.52509	44.478703	86	<i>P. tauricus</i>	21.77271	39.41365
7	<i>P. tauricus</i>	24.92112	41.24595	47	<i>P. tauricus</i>	27.18444	42.191239	87	<i>P. tauricus</i>	20.7389	43.25663
8	<i>P. tauricus</i>	26.165	40.89528	48	<i>P. tauricus</i>	23.8639	41.483603	88	<i>P. tauricus</i>	20.85939	43.0242
9	<i>P. tauricus</i>	33.86171	44.45216	49	<i>P. tauricus</i>	23.30056	43.386904	89	<i>P. tauricus</i>	20.62637	42.25397
10	<i>P. tauricus</i>	34.34025	44.57028	50	<i>P. tauricus</i>	24.335	42.205905	90	<i>P. tauricus</i>	20.4516	42.08378
11	<i>P. tauricus</i>	33.73879	44.39197	51	<i>P. tauricus</i>	21.08002	44.793647	91	<i>P. tauricus</i>	20.44595	42.07057
12	<i>P. tauricus</i>	33.72439	44.56589	52	<i>P. tauricus</i>	21.33026	44.847839	92	<i>P. tauricus</i>	20.69871	40.71169
13	<i>P. tauricus</i>	35.37288	45.01284	53	<i>P. tauricus</i>	22.15892	44.46533	93	<i>P. tauricus</i>	26.07721	40.72405
14	<i>P. tauricus</i>	34.6327	45.10665	54	<i>P. tauricus</i>	22.54457	44.653617	94	<i>P. tauricus</i>	26.59377	41.75787
15	<i>P. tauricus</i>	36.28316	45.08712	55	<i>P. tauricus</i>	22.1171	42.385477	95	<i>P. tauricus</i>	27.71086	41.6527
16	<i>P. tauricus</i>	36.17891	45.44521	56	<i>P. tauricus</i>	28.60161	46.142097	96	<i>P. tauricus</i>	27.90904	41.44612
17	<i>P. tauricus</i>	33.90134	44.55215	57	<i>P. tauricus</i>	35.20506	44.923606	97	<i>P. tauricus</i>	29.49434	40.88994
18	<i>P. tauricus</i>	36.29233	45.28609	58	<i>P. tauricus</i>	32.50039	45.415137	98	<i>P. tauricus</i>	29.75302	40.81529
19	<i>P. tauricus</i>	21.17841	44.81555	59	<i>P. tauricus</i>	33.68683	44.565769	99	<i>P. tauricus</i>	27.69591	41.68784
20	<i>P. tauricus</i>	29.46932	45.55097	60	<i>P. tauricus</i>	23.47194	40.793542	100	<i>P. tauricus</i>	29.85304	41.13552
21	<i>P. tauricus</i>	34.97381	44.93159	61	<i>P. tauricus</i>	21.99872	41.433106	101	<i>P. tauricus</i>	29.77241	40.84189
22	<i>P. tauricus</i>	33.83999	44.52423	62	<i>P. tauricus</i>	23.73479	41.571207	102	<i>P. tauricus</i>	30.01958	40.83152
23	<i>P. tauricus</i>	34.42471	44.69297	63	<i>P. tauricus</i>	23.26112	41.506416	103	<i>P. tauricus</i>	26.67211	41.26314
24	<i>P. tauricus</i>	34.34421	44.57086	64	<i>P. tauricus</i>	27.7335	42.326467	104	<i>P. tauricus</i>	29.42867	40.87531
25	<i>P. tauricus</i>	34.38303	44.63705	65	<i>P. tauricus</i>	27.72937	42.087495	105	<i>P. tauricus</i>	29.78997	40.86092
26	<i>P. tauricus</i>	34.00833	44.85	66	<i>P. tauricus</i>	27.53041	41.98453	106	<i>P. tauricus</i>	30.14453	41.07308
27	<i>P. tauricus</i>	34.14179	44.93643	67	<i>P. tauricus</i>	19.27463	47.062427	107	<i>P. tauricus</i>	30.05187	40.86639
28	<i>P. tauricus</i>	33.81609	45.0694	68	<i>P. tauricus</i>	19.68449	46.686502	108	<i>P. tauricus</i>	29.83756	40.69645
29	<i>P. tauricus</i>	33.87538	44.70274	69	<i>P. tauricus</i>	26.70456	40.860733	109	<i>P. tauricus</i>	30.34644	40.76341
30	<i>P. tauricus</i>	35.34819	45.04247	70	<i>P. tauricus</i>	30.29052	40.759181	110	<i>P. tauricus</i>	30.26306	40.75218
31	<i>P. tauricus</i>	35.1604	44.93006	71	<i>P. tauricus</i>	23.34341	41.54886	111	<i>P. tauricus</i>	31.18298	40.90114
32	<i>P. tauricus</i>	35.21469	44.91319	72	<i>P. tauricus</i>	27.69608	42.411503	112	<i>P. tauricus</i>	27.21607	41.74177
33	<i>P. tauricus</i>	35.18693	44.91565	73	<i>P. tauricus</i>	21.89412	42.329953	113	<i>P. tauricus</i>	26.72182	40.38049
34	<i>P. tauricus</i>	35.20306	44.91472	74	<i>P. tauricus</i>	21.06126	40.975717	114	<i>P. tauricus</i>	26.68001	40.4233
35	<i>P. tauricus</i>	36.39686	45.11462	75	<i>P. tauricus</i>	20.64368	41.058724	115	<i>P. tauricus</i>	29.60406	41.16867
36	<i>P. tauricus</i>	22.27287	40.04403	76	<i>P. tauricus</i>	21.14626	40.794086	116	<i>P. tauricus</i>	21.8437	40.39187
37	<i>P. tauricus</i>	21.32031	40.19192	77	<i>P. tauricus</i>	21.1595	40.838843	117	<i>P. tauricus</i>	22.39726	39.29216
38	<i>P. tauricus</i>	23.41809	38.10445	78	<i>P. tauricus</i>	20.90078	40.943219	118	<i>P. tauricus</i>	24.88354	41.1426
39	<i>P. tauricus</i>	21.25834	40.21876	79	<i>P. tauricus</i>	24.70975	40.854688	119	<i>P. tauricus</i>	24.91768	41.24563
40	<i>P. tauricus</i>	21.17061	40.27653	80	<i>P. tauricus</i>	21.6695	40.73519	120	<i>P. tauricus</i>	21.77456	40.29091

SAYI	TÜR ADI	BOYLAM	ENLEM	SAYI	TÜR ADI	BOYLAM	ENLEM	SAYI	TÜR ADI	BOYLAM	ENLEM
121	<i>P. tauricus</i>	22.42219	39.64408	161	<i>P. tauricus</i>	26.58454	40.352126	201	<i>P. tauricus</i>	22.55005	44.56264
122	<i>P. tauricus</i>	23.40761	38.82005	162	<i>P. tauricus</i>	27.36567	41.932345	202	<i>P. tauricus</i>	22.67193	44.55516
123	<i>P. tauricus</i>	21.41998	40.91101	163	<i>P. tauricus</i>	27.55769	41.839715	203	<i>P. tauricus</i>	22.43987	44.46947
124	<i>P. tauricus</i>	26.6344	40.86072	164	<i>P. tauricus</i>	27.6288	41.7052	204	<i>P. tauricus</i>	22.61733	44.26608
125	<i>P. tauricus</i>	26.39069	40.9289	165	<i>P. tauricus</i>	27.87862	41.495953	205	<i>P. tauricus</i>	20.18643	42.47184
126	<i>P. tauricus</i>	28.35593	41.0578	166	<i>P. tauricus</i>	30.55443	41.124221	206	<i>P. tauricus</i>	20.5707	42.12135
127	<i>P. tauricus</i>	28.75738	41.03522	167	<i>P. tauricus</i>	30.55531	41.124085	207	<i>P. tauricus</i>	21.18974	40.62617
128	<i>P. tauricus</i>	28.98849	41.18352	168	<i>P. tauricus</i>	19.92444	46.067696	208	<i>P. tauricus</i>	29.6	41.16667
129	<i>P. tauricus</i>	29.04632	41.1641	169	<i>P. tauricus</i>	19.20306	45.849537	209	<i>P. tauricus</i>	24.73738	42.14235
130	<i>P. tauricus</i>	29.09724	41.14849	170	<i>P. tauricus</i>	21.23271	44.902481	210	<i>P. tauricus</i>	24.7217	42.1402
131	<i>P. tauricus</i>	29.20787	41.11052	171	<i>P. tauricus</i>	21.12842	44.929667	211	<i>P. tauricus</i>	26.839	40.69736
132	<i>P. tauricus</i>	29.66199	41.06871	172	<i>P. tauricus</i>	19.80132	43.174661	212	<i>P. tauricus</i>	26.50032	40.31646
133	<i>P. tauricus</i>	29.51295	40.70121	173	<i>P. tauricus</i>	21.6279	43.540479	213	<i>P. tauricus</i>	26.83336	40.63325
134	<i>P. tauricus</i>	30.41294	40.87989	174	<i>P. tauricus</i>	21.6585	42.261944	214	<i>P. tauricus</i>	22.05347	47.45757
135	<i>P. tauricus</i>	29.79707	40.63304	175	<i>P. tauricus</i>	33.60195	44.620885	215	<i>P. tauricus</i>	22.12197	47.52383
136	<i>P. tauricus</i>	29.94906	41.0374	176	<i>P. tauricus</i>	34.61436	45.194995	216	<i>P. tauricus</i>	22.14232	47.57375
137	<i>P. tauricus</i>	30.10683	41.00878	177	<i>P. tauricus</i>	34.25889	44.513915	217	<i>P. tauricus</i>	22.19156	47.59944
138	<i>P. tauricus</i>	30.14589	40.71324	178	<i>P. tauricus</i>	34.41126	44.755192	218	<i>P. tauricus</i>	22.2419	47.61994
139	<i>P. tauricus</i>	30.4393	40.791	179	<i>P. tauricus</i>	34.52809	44.739856	219	<i>P. tauricus</i>	22.22458	47.67562
140	<i>P. tauricus</i>	30.55346	41.12225	180	<i>P. tauricus</i>	34.59339	44.767696	220	<i>P. tauricus</i>	22.35706	47.72547
141	<i>P. tauricus</i>	26.64095	40.40324	181	<i>P. tauricus</i>	33.61665	44.49056	221	<i>P. tauricus</i>	22.38637	47.21611
142	<i>P. tauricus</i>	27.5	41.63333	182	<i>P. tauricus</i>	33.65725	44.435537	222	<i>P. tauricus</i>	21.40397	44.81505
143	<i>P. tauricus</i>	29.60183	41.16584	183	<i>P. tauricus</i>	34.59458	44.847936	223	<i>P. tauricus</i>	21.43523	44.78757
144	<i>P. tauricus</i>	26.8391	40.63521	184	<i>P. tauricus</i>	34.53915	44.82385	224	<i>P. tauricus</i>	21.50097	44.78392
145	<i>P. tauricus</i>	30.3443	40.9639	185	<i>P. tauricus</i>	34.67873	44.794085	225	<i>P. tauricus</i>	21.55665	44.77879
146	<i>P. tauricus</i>	27.76864	41.82279	186	<i>P. tauricus</i>	34.70484	44.872592	226	<i>P. tauricus</i>	22.76976	44.48595
147	<i>P. tauricus</i>	27.3826	41.67366	187	<i>P. tauricus</i>	34.82548	44.899824	227	<i>P. tauricus</i>	22.57005	44.48565
148	<i>P. tauricus</i>	27.46792	41.66109	188	<i>P. tauricus</i>	35.34752	44.965391	228	<i>P. tauricus</i>	22.6682	44.50731
149	<i>P. tauricus</i>	27.98205	41.49595	189	<i>P. tauricus</i>	19.96359	46.121355	229	<i>P. tauricus</i>	22.56889	44.42769
150	<i>P. tauricus</i>	27.92281	41.43605	190	<i>P. tauricus</i>	19.64158	45.826658	230	<i>P. tauricus</i>	22.5659	44.38213
151	<i>P. tauricus</i>	27.24336	41.14406	191	<i>P. tauricus</i>	20.03515	46.067523	231	<i>P. tauricus</i>	22.56477	44.33544
152	<i>P. tauricus</i>	27.88085	41.24794	192	<i>P. tauricus</i>	19.84594	46.122503	232	<i>P. tauricus</i>	22.69939	44.24788
153	<i>P. tauricus</i>	28.67935	41.30055	193	<i>P. tauricus</i>	19.95006	46.150403	233	<i>P. tauricus</i>	22.68705	44.21189
154	<i>P. tauricus</i>	28.90796	41.10567	194	<i>P. tauricus</i>	19.55801	45.823225	234	<i>P. tauricus</i>	22.72304	44.20946
155	<i>P. tauricus</i>	28.88026	41.19406	195	<i>P. tauricus</i>	19.12701	45.734727	235	<i>P. tauricus</i>	23.08804	44.04199
156	<i>P. tauricus</i>	28.77705	40.98274	196	<i>P. tauricus</i>	19.8239	45.227409	236	<i>P. tauricus</i>	22.89495	43.96287
157	<i>P. tauricus</i>	28.89529	41.02	197	<i>P. tauricus</i>	20.70344	45.310379	237	<i>P. tauricus</i>	23.05957	43.80904
158	<i>P. tauricus</i>	29.04725	41.0958	198	<i>P. tauricus</i>	20.61554	45.226489	238	<i>P. tauricus</i>	23.54407	44.56462
159	<i>P. tauricus</i>	27.45559	40.86165	199	<i>P. tauricus</i>	20.99625	44.857975	239	<i>P. tauricus</i>	23.8788	44.50104
160	<i>P. tauricus</i>	26.91758	40.60584	200	<i>P. tauricus</i>	20.99264	44.639611	240	<i>P. tauricus</i>	23.49939	43.84251





## EK 5

### TÜRÜN TÜRKİYE'DEKİ BULUMA VERİSİ LİST

TÜRÜN TÜRKİYE'DEKİ BULUNMA VERİSİ											
SAYI	TÜR ADI	BOYLAM	ENLEM	SAYI	TÜR ADI	BOYLAM	ENLEM	SAYI	TÜR ADI	BOYLAM	ENLEM
1	<i>P. tauricus</i>	29.78997	40.86092	26	<i>P. tauricus</i>	30.26306	40.75218	51	<i>P. tauricus</i>	27.3826	41.67366
2	<i>P. tauricus</i>	29.42867	40.87531	27	<i>P. tauricus</i>	30.01958	40.83152	52	<i>P. tauricus</i>	27.46792	41.66109
3	<i>P. tauricus</i>	26.67211	41.26314	28	<i>P. tauricus</i>	31.18298	40.90114	53	<i>P. tauricus</i>	27.98205	41.49595
4	<i>P. tauricus</i>	26.59377	41.75787	29	<i>P. tauricus</i>	29.20787	41.11052	54	<i>P. tauricus</i>	27.92281	41.43605
5	<i>P. tauricus</i>	26.07721	40.72405	30	<i>P. tauricus</i>	29.09724	41.14849	55	<i>P. tauricus</i>	27.24336	41.14406
6	<i>P. tauricus</i>	27.71086	41.6527	31	<i>P. tauricus</i>	29.04632	41.1641	56	<i>P. tauricus</i>	27.88085	41.24794
7	<i>P. tauricus</i>	27.90904	41.44612	32	<i>P. tauricus</i>	29.6	41.16667	57	<i>P. tauricus</i>	26.64095	40.40324
8	<i>P. tauricus</i>	27.69591	41.68784	33	<i>P. tauricus</i>	27.36567	41.93235	58	<i>P. tauricus</i>	26.8391	40.63521
9	<i>P. tauricus</i>	27.21607	41.74177	34	<i>P. tauricus</i>	26.58454	40.35213	59	<i>P. tauricus</i>	29.60183	41.16584
10	<i>P. tauricus</i>	27.55769	41.83972	35	<i>P. tauricus</i>	26.6344	40.86072	60	<i>P. tauricus</i>	30.55346	41.12225
11	<i>P. tauricus</i>	29.49434	40.88994	36	<i>P. tauricus</i>	26.39069	40.9289	61	<i>P. tauricus</i>	30.3443	40.9639
12	<i>P. tauricus</i>	29.75302	40.81529	37	<i>P. tauricus</i>	26.839	40.69736	62	<i>P. tauricus</i>	27.71382	41.70715
13	<i>P. tauricus</i>	29.85304	41.13552	38	<i>P. tauricus</i>	26.50032	40.31646	63	<i>P. tauricus</i>	26.70914	40.38554
14	<i>P. tauricus</i>	29.77241	40.84189	39	<i>P. tauricus</i>	26.83336	40.63325	64	<i>P. tauricus</i>	29.04725	41.0958
15	<i>P. tauricus</i>	29.83756	40.69645	40	<i>P. tauricus</i>	28.35593	41.0578	65	<i>P. tauricus</i>	27.45559	40.86165
16	<i>P. tauricus</i>	30.14453	41.07308	41	<i>P. tauricus</i>	28.75738	41.03522	66	<i>P. tauricus</i>	26.91758	40.60584
17	<i>P. tauricus</i>	30.05187	40.86639	42	<i>P. tauricus</i>	28.98849	41.18352	67	<i>P. tauricus</i>	28.67935	41.30055
18	<i>P. tauricus</i>	30.34644	40.76341	43	<i>P. tauricus</i>	29.66199	41.06871	68	<i>P. tauricus</i>	28.90796	41.10567
19	<i>P. tauricus</i>	30.29052	40.75918	44	<i>P. tauricus</i>	29.51295	40.70121	69	<i>P. tauricus</i>	28.88026	41.19406
20	<i>P. tauricus</i>	29.60406	41.16867	45	<i>P. tauricus</i>	29.79707	40.63304	70	<i>P. tauricus</i>	28.77705	40.98274
21	<i>P. tauricus</i>	26.68001	40.4233	46	<i>P. tauricus</i>	29.94906	41.0374	71	<i>P. tauricus</i>	28.89529	41.02
22	<i>P. tauricus</i>	26.72182	40.38049	47	<i>P. tauricus</i>	30.55443	41.12422	72	<i>P. tauricus</i>	30.41294	40.87989
23	<i>P. tauricus</i>	27.6288	41.7052	48	<i>P. tauricus</i>	30.55531	41.12409	73	<i>P. tauricus</i>	30.10683	41.00878
24	<i>P. tauricus</i>	27.87862	41.49595	49	<i>P. tauricus</i>	27.5	41.63333	74	<i>P. tauricus</i>	30.14589	40.71324
25	<i>P. tauricus</i>	26.70456	40.86073	50	<i>P. tauricus</i>	27.76864	41.82279	75	<i>P. tauricus</i>	30.4393	40.791