

**YÜKSEK RAKIM TÜRLERİNDEN URKEKLİK
(*Tetraogallus caspius* GMELIN, 1784), DAĞ HOROZU
(*Lyrurus mlokosiewiczzi* TACZANOWSKI, 1875) VE KAFKAS
URKEKLİĞİ (*Tetraogallus caucasicus* PALLAS, 1811)'NİN
İKLİM DEĞİŞİMİNE VERDİĞİ CEVAPLARIN
EKOLOJİK NİŞ MODELİ İLE İNCELENMESİ**

**INVESTIGATING THE RESPONSES OF ALPINE
SPECIES CASPIAN SNOWCOCK (*Tetraogallus caspius*
GMELIN, 1784), CAUCASIAN GROUSE (*Lyrurus*
mlokosiewiczzi TACZANOWSKI, 1875) AND CAUCASIAN
SNOWCOCK (*Tetraogallus caucasicus* PALLAS, 1811) TO
CLIMATE CHANGE BY USING ECOLOGICAL NICHE
MODELLING**

MERVE YILDIZBAŞ

PROF. DR UTKU PERKTAŞ

Tez Danışmanı

Hacettepe Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin

Biyoloji Anabilim Dalı için Öngördüğü

YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak hazırlanmıştır.

2022

i

*Hayatta asla vazgeçmeyen zorluklara karşı savaşıp
hayallerinin peşinden ilerleyen tüm kadınlara...*

ÖZET

YÜKSEK RAKIM TÜRLERİNDEN URKEKLİK (*Tetraogallus caspius* Gmelin, 1784), DAĞ HOROZU (*Lyrurus mlokosiewiczzi* Taczanowski, 1875) VE KAFKAS URKEKLİĞİ (*Tetraogallus caucasicus* Pallas, 1811)'NİN İKLİM DEĞİŞİMİNE VERDİĞİ CEVAPLARIN EKOLOJİK NİŞ MODELİ İLE İNCELENMESİ

Merve YILDIZBAŞ

Yüksek Lisans, Biyoloji Bölümü

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Utku PERKTAŞ

Ocak 2022, 53 sayfa

Günümüzde küresel iklim değişikliğinden en fazla etkilenen tür grubu, dağılım alanları sınırlı olan endemik ve yüksek rakım türleridir. Buldukları habitatlarda ekstrem farklılıklar yaşayan bu türler günümüz iklim değişikliğine karşı savunmasızdır. İklim değişikliğinin alpin kuş türleri üzerine etkisini göstermek için Orta Doğu ve Kafkasya coğrafyalarında dağılım gösteren göç etmeyen üç farklı alpin kuş türü urkeklik (*Tetraogallus caspius*), Kafkas urkekliği (*Tetraogallus caucasicus*) ve dağ horozu (*Lyrurus mlokosiewiczzi*) seçilerek ekolojik niş modellemesi yapılmıştır.

MAXENT algoritması kullanılarak her üç türün Son Buzul Maksimumu (~22000 yıl önce), Orta Holosen (~6000 yıl önce), günümüz, 2050 ve 2070 yıllarına ait dağılımları belirlenmiştir. Çoğunlukla ılıman kuşak türleri için geçerli olan Buzul Sığınağı hipotezinde görülen aksine, bu çalışma sonucunda Son Buzul Maksimumu'nda çalışılan yüksek rakım türlerinin dağılım alanlarını genişlettiği görülmüştür. İklimin daha sıcak olduğu dönemlerdeyse dağılım alanlarının daraldığı görülmüştür. 2050 ve 2070 yıllarına ait gelecek iklim dağılımlarının belirlenmesi için üç farklı karbon salınımı senaryosu kullanılmıştır (RCP 2.6, RCP 4.5 ve RCP 8.5). Gelecek için modellenen bütün bu senaryolar her üç türün de dağılım alanlarını daraltacağını öngörmektedir.

Sıcaklığa karşı duyarlı olan ve Alpin biyocoğrafyada dağılım gösteren bu türlerin günümüzde dahi popülasyon büyüklükleri giderek azalmakta ve nesilleri tehlike altına girmektedir. Bu tez çalışmasıyla her üç türün de dağılımlarını giderek daraltacağı ve yok olma tehdidi ile karşı karşıya kalacağı öngörülmektedir.

Anahtar Kelimeler: İklim değişikliği, alpin kuş türleri, yüksek rakım, ekolojik niş modellemesi

ABSTRACT

INVESTIGATING THE RESPONSES OF ALPINE SPECIES CASPIAN SNOWCOCK (*Tetraogallus caspius* Gmelin, 1784), CAUCASIAN GROUSE (*Lyrurus mlokosiewiczii* Taczanowski, 1875) AND CAUCASIAN SNOWCOCK (*Tetraogallus caucasicus* Pallas, 1811) TO CLIMATE CHANGE BY USING ECOLOGICAL NICHE MODELLING

Merve YILDIZBAŞ

Master of Science, Department of Biology

Supervisor: Prof. Dr. Utku PERKTAŞ

January 2022, 53 pages

The endemic and high altitude species are the most affected by global climate change. These species which experience extreme differences in their habitats are sensitive to the climate change. In order to show the effect of climate change on alpine bird species, ecological niche modeling was performed by selecting three different non-migratory alpine bird species Caspian Snowcock (*Tetraogallus caspius*), Caucasian Snowcock (*Tetraogallus caucasicus*) and Caucasian Grouse (*Lyrurus mlokosiewiczii*) distributed in the Middle East and Caucasus geographies.

Using the MAXENT algorithm, the distributions of all three species were determined between Last Glacial Maximum (~22000 years ago), Mid-Holocene (~6000 years ago), present, and the future (2050 and 2070). Contrary to the glacial refugia hypothesis, which is mostly valid for temperate zone species, this study showed that the high altitude species extended their distribution areas in the Last Glacial Maximum. It was observed that the distribution areas narrowed in periods when the climate was warmer. Three different carbon emission scenarios (RCP 2.6, RCP 4.5 and RCP 8.5) were used to determine the future climate distributions of 2050 and 2070. All these scenarios modeled for the future predict that all three species will narrow their distribution areas.

The population sizes of these species, which are sensitive to temperature and are distributed in the Alpine biogeography, are gradually shrinking today. In this thesis, it is predicted that all three species will gradually narrow their distribution and face the threat of extinction.

Keywords: climate change, alpine bird species, high altitude, ecological niche modeling

TEŞEKKÜR

Tez çalışmalarımın her bir aşamasında tecrübesi ve bilgileriyle bana her an yardımcı olan, zorlu geçen süreçlerimde sonsuz destek sağlayan çok değerli danışman hocam Prof. Dr. Utku PERKTAŞ'a teşekkür ederim.

Tez çalışmamdaki verilerin toplanması için yardımlarını eksik etmeyen tezimi tamamlamak için beni devamlı motive eden Kerem Ali BOYLA'ya teşekkür ederim.

Yaptığım çalışmalar sırasında karşılaştığım sorunlarda maddi ve manevi yanımda olan ve bilgi birikimi ile beni geliştiren Mehmet Kürşat ŞAHİN Hocama teşekkür ederim.

Lisans ve yüksek lisans eğitim hayatım süresince beni akademik olarak geliştiren, karşılaştığım zorlukları aşmam için beni motive ederek her zaman yanımda olduğunu hissettiren Prof. Dr. Yasemin SAYGI Hocama çok teşekkür ederim.

Tez yazım sürecimdeki en büyük desteği sağlayan her sorunumda yardım eden Can ELVERİCİ'ye teşekkür ederim.

Tez çalışmamda verilerini benimle paylaşan ve bu çalışmaya katkıda bulunan başta Hakan KAHRAMAN, Yunus KORKMAZ, Ömer FURTUN, Mehmet ÜNLÜ, Özmen YELTEKİN olmak üzere tüm Trakus.org ve ebird.org ailesi ve üyelerine teşekkür ederim.

Tez çalışmam için bilgilerini ve çalışma türlerime ait konum ve fotoğraf verilerini paylaşan Chris BOWDEN'a teşekkür ederim.

Tez sürecinin tamamında yanımda olan çalışmalarına yardım eden beni destekleyen maddi ve manevi yardımlarını eksik etmeyen arkadaşım Anıl YILMAZ'a teşekkür ederim.

Tez çalışmalarına yardım eden arkadaşlarım Sinem ÖZCAN, Özge YAYLALI, Lider SİNAV, Kaan ÖZGENCİL'e teşekkür ederim.

Tez süresince yanımda olan maddi manevi beni destekleyen Gaye SARITAŞ'a çok teşekkür ederim.

Kuşlarla ilgili çalışmalarına destek olan, tez çalışmalarımındaki heyecanıma ortak olup hayallerimi gerçekleştirmek için güç veren başta Esmer BANZAROĞLU, Ecem ÖZTÜRK olmak üzere tüm öğretmen arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Lisede biyolog olmaya karar verdiğim zaman içimdeki araştırma tutkusunu fark edip beni destekleyen yoluma devam etmemi sağlayan Uzay SEZEN Hocama çok teşekkür ederim.

Sadece tez sürecimde değil hayatımın her evresinde yanımda olan bana g veren ikizim Mine AÇIK ve arkadaşlarım Gülcihan İSTEK, Zeliha TEZGİDER, Yasemin Rabia TÜRK'e teşekkür ederim.

Son olarak karşılaştığım her zorlukta bana destek olan, sorunlarla başa çıkmam için bana cesaret veren, hayallerimin peşinden gitmem için motive eden, her zaman yanımda olan Erdoğan YAMAN'a sonsuz teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vii
İÇİNDEKİLER	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ	xi
ÇİZELGELER DİZİNİ	xiv
KISALTMALAR.....	xv
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. İklim Değişimi	3
2.1.1. Kuvaterner Dönem İklim Değişikliği	3
2.1.2. Gelecek İklim Değişikliği Tahminleri	4
2.1.3. Günümüz İklim Değişikliği ve Türler Üzerine Etkisi	5
2.1.4. İklim Değişikliğinin Alpin Türler Üzerine Etkisi.....	6
2.2. Çalışmadaki Hedef Tür Grubu (Galliformes).....	7
2.3. Ekolojik Niş Modellemesi	9
2.4. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı.....	9
3. MATERYAL VE METOT	11
3.1. Örneklemin Oluşturulması.....	11
3.2. Ekolojik Niş Modelinin Yürütülmesi	12
4. SONUÇLAR VE TARTIŞMA	16
4.1. Sonuçlar	16
4.1.1. Günümüz Dağılım Modeli	19
4.1.2. Geçmiş (Son Buzul Maksimumu ve Orta Holosen Dönemi) Dağılım Modeli.....	20

4.1.3. Gelecek (2050 ve 2070) Dağılım Modeli	25
4.2. Tartışma	34
5. YORUM.....	40
6. KAYNAKLAR	41
EKLER.....	48
EK 1- Tablo 1 Urkeklik için modele en fazla katkı yapan biyo-iklimsel değişkenler	48
EK 1- Tablo 2 Dağ horozu için modele en fazla katkı yapan biyo-iklimsel değişkenler	48
EK 1- Tablo 3 Kafkas urkekliği için modele en fazla katkı yapan biyo-iklimsel değişkenler	48
EK 1- Tablo 4 Tez çalışmasındaki verilere katkıda bulunan kişiler.....	49
EK 2 -Tezden Türetilmiş Yayınlar	50

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1:	Çalışmadaki türlerin dağılım alanlarına uygun haritadan kesilen bölge	13
Şekil 2:	Urkeklik (<i>Tetraogallus caspius</i>) dağılım alanlarının günümüz iklim koşullarına göre modelleme sonuçları	19
Şekil 3:	Dağ horozu (<i>Lyrurus mlokosiewiczzi</i>) dağılım alanlarının günümüz iklim koşullarına göre modelleme sonuçları	19
Şekil 4:	Kafkas urkekliği (<i>Tetraogallus caucasicus</i>) dağılım alanlarının günümüz iklim koşullarına göre modelleme sonuçları	20
Şekil 5:	Urkeklik (<i>Tetraogallus caspius</i>) için farklı iklim senaryolarına göre Son Buzul Maksimumu öngörülleri	21
Şekil 6:	Urkeklik (<i>Tetraogallus caspius</i>) için farklı iklim senaryolarına göre Orta Holosen öngörülleri	21
Şekil 7:	Dağ horozu (<i>Lyrurus mlokosiewiczzi</i>) için farklı iklim senaryolarına göre Son Buzul Maksimumu öngörülleri	22
Şekil 8:	Dağ horozu (<i>Lyrurus mlokosiewiczzi</i>) için farklı iklim senaryolarına göre Orta Holosen öngörülleri	23
Şekil 9:	Kafkas Urkekliği (<i>Tetraogallus caucasicus</i>) için farklı iklim senaryolarına göre Son Buzul Maksimumu öngörülleri	24
Şekil 10:	Kafkas Urkekliği (<i>Tetraogallus caucasicus</i>) için farklı iklim senaryolarına göre Orta Holosen öngörülleri	24
Şekil 11:	Urkeklik (<i>Tetraogallus caspius</i>) için farklı iklim senaryolarına göre 2050 yılına ait RCP 2.6 gelecek öngörülleri	25
Şekil 12:	Urkeklik (<i>Tetraogallus caspius</i>) için farklı iklim senaryolarına göre 2050 yılına ait RCP 4.5 gelecek öngörülleri	26
Şekil 13:	Urkeklik (<i>Tetraogallus caspius</i>) için farklı iklim senaryolarına göre 2050 yılına ait RCP 8.5 gelecek öngörülleri	26

Şekil 14:	Urkeklik (<i>Tetraogallus caspius</i>) için farklı iklim senaryolarına göre 2070 yılına ait RCP 2.6 gelecek öngörülleri	27
Şekil 15:	Urkeklik (<i>Tetraogallus caspius</i>) için farklı iklim senaryolarına göre 2070 yılına ait RCP 4.5 gelecek öngörülleri	27
Şekil 16:	Urkeklik (<i>Tetraogallus caspius</i>) için farklı iklim senaryolarına göre 2070 yılına ait RCP 8.5 gelecek öngörülleri	28
Şekil 17:	Dağ horozu (<i>Lyrurus mlokosiewiczzi</i>) için farklı iklim senaryolarına göre 2050 yılına ait RCP 2.6 gelecek öngörülleri	29
Şekil 18:	Dağ horozu (<i>Lyrurus mlokosiewiczzi</i>) için farklı iklim senaryolarına göre 2050 yılına ait RCP 4.5 gelecek öngörülleri	29
Şekil 19:	Dağ horozu (<i>Lyrurus mlokosiewiczzi</i>) için farklı iklim senaryolarına göre 2050 yılına ait RCP 8.5 gelecek öngörülleri	30
Şekil 20:	Dağ horozu (<i>Lyrurus mlokosiewiczzi</i>) için farklı iklim senaryolarına göre 2070 yılına ait RCP 2.6 gelecek öngörülleri	30
Şekil 21:	Dağ horozu (<i>Lyrurus mlokosiewiczzi</i>) için farklı iklim senaryolarına göre 2070 yılına ait RCP 4.5 gelecek öngörülleri	31
Şekil 22:	Dağ horozu (<i>Lyrurus mlokosiewiczzi</i>) için farklı iklim senaryolarına göre 2070 yılına ait RCP 8.5 gelecek öngörülleri	31
Şekil 23:	Kafkas urkekliği (<i>Tetraogallus caucasicus</i>) için farklı iklim senaryolarına göre 2050 yılına ait RCP 2.6 gelecek öngörülleri	32
Şekil 24:	Kafkas urkekliği (<i>Tetraogallus caucasicus</i>) için farklı iklim senaryolarına göre 2050 yılına ait RCP 4.5 gelecek öngörülleri	32
Şekil 25:	Kafkas urkekliği (<i>Tetraogallus caucasicus</i>) için farklı iklim senaryolarına göre 2050 yılına ait RCP 8.5 gelecek öngörülleri	33
Şekil 26:	Kafkas urkekliği (<i>Tetraogallus caucasicus</i>) için farklı iklim senaryolarına göre 2070 yılına ait RCP 2.6 gelecek öngörülleri	33
Şekil 27:	Kafkas urkekliği (<i>Tetraogallus caucasicus</i>) için farklı iklim senaryolarına göre 2070 yılına ait RCP 4.5 gelecek öngörülleri	34

Şekil 28: Kafkas urkekliği (*Tetraogallus caucasicus*) için farklı iklim senaryolarına göre 2070 yılına ait RCP 8.5 gelecek öngöröleri

34

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1:	Modelde kullanmaya hazır verilerin elde edildiği kaynak ve sayıları	12
Çizelge 2:	Biyo-iklimsel değişkenler ve tanımları	13
Çizelge 3:	Aday modellerin parametreleri	15
Çizelge 4:	Farklı kriterleri karşılayan modellerin istatistikleri	16
Çizelge 5:	Çalışma türleri için seçilen en iyi model ve özellikleri	17
Çizelge 6:	Modele katkı yapan biyo-iklimsel değişkenlerin çalışma türlerine göre yüzdelik katkı oranları	17-18

KISALTMALAR

Kısaltmalar

AICc	Akaike Bilgi Kriterleri
AUC	Eğri Altında Kalan Alan
CCSM4	The Community Climate System Model Version 4
IPCC	Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli
IUCN	International Union for Conservation of Nature
MIROC-ESM	An Earth System Model
MPI-ESM-P	Max Planck Institute Earth System Model
RCP	Temsili Konsantrasyon Yolları
SBM	Son Buzul Maksimumu
LC	En Az Endişe
NT	Yakın tehdit
L	Linear
Q	Quadratic
P	Product
T	Threshold
H	Hinge

1. GİRİŞ

Belirli bir bölgede uzun süre boyunca izlenen hava olaylarının, meteorolojik değişikliklerin ortalama değeri olarak tanımlanan iklim [1], organizmaların hayatta kalabilmesi için gerekli olan en önemli faktörlerden birisidir. Türler hayatta kalabilmek için kendilerine uygun iklimsel koşulları sağlayan bölgeleri bulmak zorundadır. Yaşadığımız gezegenin şekli, eksen eğikliği, topoğrafik yapısı, güneş ışımadaki açılal ve şiddetsel farklılıklar gibi birçok etmen nedeniyle çok çeşitli iklimsel özelliklere sahip bölgeleri bulunur [2]. İklimsel çeşitliliğin yüksekliği nedeniyle farklı biyomlar oluşur ve buna bağılı olarak da organizmalar için farklı dağılım örüntüleri ortaya çıkar.

Dağılım örüntüleri türlerin hareket kabiliyeti ve abiyotik-biyotik faktörlerin etkileşimi ile belirlenir [3]. Tahmin edilebileceği gibi bu etkileşimler içinde türlerin dağılım alanlarının sınırlarını belirleyen en önemli faktör iklimdir [2]. Bir tür için değişen iklimsel koşullara cevap olarak üç durum gerçekleşebilir. Bunlar; dağılım değişikliği, adaptasyon ve yok oluşturl [4]. Türlerin bu değişikliklere adaptasyon sağlaması diğler iki seçeneğe göre daha fazla zaman alacaktır. Bu sebeple iklimsel değişikliklere verilen cevap olarak diğler iki seçenek adaptasyondan daha önce gerçekleşeceği için daha olası cevaplar olduğu düşünülebilir [5].

İklim dünyanın geçmişinde doğal süreçlerle değişmiştir ve bu değişimler günümüzdeki değişimlere kıyasla çok daha uzun süreçler içerisinde gerçekleşmiştir. Sanayi devrimi sonrası fosil yakıtların aşırı kullanımı, artan nüfusa karşılık gerçekleştirilen ormansızlaşma, arazi kullanım değişiklikleri ve diğler birtakım insan faaliyetleri sonucunda iklim hızla ve kaygılandırıcı bir biçimde değişmektedir. Sıcaklık ve yağış rejimlerinin değişmesiyle kendini açık bir şekilde gösteren iklim değişikliği biyoçeşitlilik üzerinde olumsuz etkilere neden olmaktadır. Periyodik olarak yayınlanan yaşayan gezegen raporuna göre bugüne kadar tanımlanmış türlerin yüzde 25'i yok olma tehdidi ile karşı karşıyadır [6]. Gerekli önlemler alınmadığı takdirde bir milyonun üzerinde türün yok olacağı öngörülmektedir [6].

Bugün, küresel ısınmaya bağlı iklim değişiminden en fazla etkilenen tür grubu dar dağılımlı endemik türler ile yüksek rakım türleri olarak karşımıza çıkmaktadır [7]. Bu bağlamda, alpin kuşak türlerinin dağılımları da yakın gelecekte tehlikeye girecek düzeydedir. Özellikle yürüyen merdiven etkisine bağlı olarak yüksek rakımlarda yok oluşların hızlanacağı belirtilmektedir [8].

İklim değişikliği ile beraber türlerin ekosistemdeki fonksiyonlarını daha iyi anlayabilmek, geçmiş, günümüz ve gelecek durumunu irdeleyebilmek için modern yaklaşımlardan biri olan ekolojik niş modellemesi yapılmaktadır [9]. Tez çalışması kapsamında dar dağılımlı yüksek rakım kuş türlerinde iklim değişikliğinin dağılım alanlarına etkisinin incelenmesi hedeflenmiştir. Bu sebeple güncel yöntemlerden biri olan ekolojik niş modellemesi çalışmada kullanılmıştır. İklim değişikliğinin etkilerinin daha iyi anlaşılabilmesi için çalışmada üç kuş türü belirlenmiştir. Bunlar, dünyada sadece Anadolu ve Kafkas coğrafyasında dağılım gösteren yüksek rakımlarda yaşayan urkeklik, Kafkas urkekliği ve dağ horozudur.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. İklim Değişimi

Belirli bir bölgenin karakterini ifade eden iklim, bölgeye ait sıcaklık ve yağış rejimlerinin 30 yıllık verisinin ortalaması olarak tanımlanmaktadır. Jeolojik devirler boyunca iklim kısa veya uzun dönemler halinde sürekli bir değişim içinde olmuştur [10]. Atmosferde gerçekleşen CO₂ derişimindeki farklılıklar dünyanın soğumasına ve ısınmasına neden olmuş ve buzul dönemlerini ortaya çıkarmıştır. CO₂ miktarının azaldığı dönemlerde dünya buzul dönemini yaşarken arttığı dönemlerde buzullar arası dönem gözlenmiştir. Bu buzul ve buzullar arası döngüler günümüzün de içinde bulunduğu jeolojik dönem olan Kuvaterner dönemde pek çok kez gerçekleşmiştir [11].

2.1.1. Kuvaterner Dönem İklim Değişikliği

Kuvaterner Dönem içerisinde gerçekleşen buzul ve buzullar arası döngüler dünyada var olan buzul hacmi, sıcaklık ve deniz seviyelerinde önemli farklılıklara neden olmuştur. İklimsel faktörlere bağlı olarak da canlı organizmalar bu değişimleri takip ederek dağılımlarını şekillendirmiştir [12-16].

600 bin yıl öncesinden itibaren dünya pek çok kez buzul ve buzullar arası dönem yaşamıştır. Son Buzullar Arası dönem olarak kabul ettiğimiz dönem yaklaşık 120 bin ila 140 bin öncesinde gerçekleşmiştir. Buzul hacminin arttığı dönem olarak Son Buzul Maksimumu 22 bin yıl önce görülmüş ve bu olayla birlikte özellikle Palearktık coğrafyada yaşayan canlı türlerinin dağılımlarının yeniden düzenlenmesine neden olmuştur [14].

Buzul döneminin hakim olduğu süreçte zorlu iklim koşullarında kuzeyli popülasyonların hayatta kalabilmek ve nesillerini devam ettirebilmek için güneye indikleri bilinmektedir. Genel olarak bakıldığında özellikle Avrupa'da dağılım gösteren türlerin buzul dönem süresince Avrupa'nın güneyine çekildiği yapılan çalışmalar ile gösterilmektedir [14]. yeşil ağaçkakan (*Picus viridis*) [13], saplı meşe (*Quercus robur*) [17] örnekleri gibi birçok çalışma ile Buzul sığınak olarak adlandırılan hipotez desteklenmiştir. Bu hipoteze göre

organizmalar olumsuz hava şartlarında dağılımlarını daraltarak nesillerini devam ettirebileceği uygun iklimsel şartların bulunduğu coğrafyalar olan buzul sığınaklarına gelmişlerdir. Bu sığınaklar ılıman kuşak içerisindeki İber yarım adası, İtalya, Balkanlar ve Anadolu'dur [11-13, 15].

Yaklaşık 18 bin yıl önce, Son Buzul Maksimumu sona ermiş ve dünya iklimin ısındığı bir döneme girmiştir. Özellikle Orta Holosen dönemde (yaklaşık 6 bin yıl önce) iklim günümüzden daha sıcaktır. Buldukları sığınaklardan çıkan canlılar, Palearktık coğrafyayı bir kez daha kolonize ederek tür dağılım desenlerinin günümüzdeki halini meydana getirmişlerdir. Böylelikle, Kuvaterner dönemde gerçekleşen bu döngülerin, günümüzdeki biyoçeşitliliğin oluşmasını sağlayan önemli bir kaynak olduğu düşünülmektedir [11].

Bununla birlikte Son Buzullar Arası dönemdeki iklim etkileri ile insanlar da dağılımlarını genişletmişlerdir. Günümüzde insanoğlunun iklim değişimi üzerine etkisi yerel ve küresel düzeyde gözlenebilir durumdadır. İnsanın yerleşik hayata geçerek tarımı başlatmasında, kültür bitkileri oluşturmasında, hayvanları evcilleştirmesinde de bu dönemdeki iklimsel değişiklikler öncülük etmiş böylelikle modern insanın dünya üzerindeki etkileri baskın hale gelmeye başlamıştır [18, 19]. Sanayi devrimi ile insanın doğaya olan etkileri katlanarak artmış ve bu etkiler ekolojik dengeye zarar vermeye başlamıştır. Artık insanoğlu iklimi değiştirmektedir [20].

2.1.2. Gelecek İklim Değişikliği Tahminleri

Atmosferdeki sera gazları sürekli değişkenlik gösteren ve antropojenik etkiler ile devamlı olarak artmakta olan dinamik bir yapıdır. Böylelikle bu belirsiz yapıyı oluşturan ve arttıran faktörlerin ortaya konması, dünyadaki yaşamın devamlılığı için ciddi bir önem arz etmektedir. Bu sebeple IPCC, sera gazı artışının tahmin edilmesi, gelecek iklim tahminleri ve iklim değişikliğinin türler üzerine etkisinin anlaşılması için çeşitli senaryolar oluşturarak modellemeler yapmaktadır [21].

İklim modellenmesinde kullanılmak üzere IPCC'nin yayınlamış olduğu 5.Değerlendirme Raporunda yer alan RCP (Representative Concentration Pathway - Temsili Konsantrasyon Yolları) projeksiyonları kullanılmıştır. Sera gazı emisyonlarının metrekaire başına düşen Watt değerinin hesap edilmesiyle ışınımsal zorlama değerleri oluşturulmuş 2100 yılına kadar bu değerlerin artış miktarlarıyla ilgili üç farklı projeksiyona sahip RCP senaryosu ortaya konmuştur. Bunlar RCP 2.6, 4.5 ve 8.5'tir. Her bir RCP senaryosu; ekonomik, teknolojik, demografik, politika süreçlerinin ilerleyişine göre oluşturulmaktadır. RCP 8.5 senaryosu fosil yakıt tüketiminin en fazla olduğu ve kümülatif CO₂ derişiminin arttığı ve buna bağlı olarak çevre şartlarının en kötü şekilde değişeceği tahmin edilen senaryodur. Sıcaklığın 2100 yılına gelen süreçte ortalama 5 °C kadar artacağı öngörülmektedir. 2.6 senaryosu ise en iyimser tahminlere sahip olup 1.5 °C kadar bir sıcaklık artışını öngörmektedir. RCP 4.5 senaryoları orta derecede ışınımsal zorlamaların olacağını öngörmektedir [22].

2.1.3. Günümüz İklim Değişikliği ve Türler Üzerine Etkisi

Günümüz İklim Değişikliği geçmişte yaşanan iklimsel değişikliklerden farklı bir yapı göstermektedir. İnsan etkisiyle beraber atmosferdeki CO₂ derişimi kontrolsüz bir şekilde artmaktadır. Bu durum iklimsel krizlere neden olmaktadır [20].

Günümüzde gerçekleşen küresel iklim değişikliği, dünya biyoçeşitlilik krizini tetikleyen en önemli unsurlardan biridir [8, 23, 24]. Bu nedenle, küresel iklim değişikliği altında canlı popülasyonları; üreme ve beslenme fenolojileri, göç davranışları ve dağılım alanlarında değişimler göstererek popülasyonların buldukları çevre içinde farklı cevaplar vermelerine neden olmaktadır [23, 25, 26].

İklim değişikliğinin etkisi altında organizmaların daha erken göçe başlama [27] ve üreme dönemine daha erken başlama [28] gibi fenolojilerinde kaymalar gözlenmektedir. Bir başka iklimsel cevap ise morfolojik değişimlerdir. Artan sıcaklıklar ile beraber bülbüllerde gözlenmiş olan kanat uzunluklarının kısalması ve buna bağlı olarak kısa kanatlı bülbüllerin göç başarısının azalması iklimin morfolojik değişimlere sebep olduğunu göstermektedir [29].

Bununla birlikte iklim değişikliğine organizmaların verdikleri yanıtlar farklı olsa da verdikleri en büyük tepki dağılım değişikliğidir. Türler, alışık oldukları abiyotik faktörleri takip etme eğilimindedirler, böylelikle dağılım alanlarında kaymalar gerçekleşmektedir [30]. Artan sıcaklıkların etkisi ile organizmaların enlemsel ve rakımsal yukarıya hareketi ve daha ileriye doğru ilerlemesi son on yılda ciddi oranda artmış ve mevcut dağılımlarından onlarca kilometrelik kaymalar gözlenmiştir [31, 32]. Dağılım alanlarında kaymalara yeni alanlara yerleşen o bölgede dispersal gerçekleştiren birçok kuş türü örnek olarak gösterilebilir. Bu da artan sıcaklıklar ve değişen yağış rejimlerinin türlerin dağılımını değiştirmede itici güç olduğunu göstermektedir [33].

Küresel iklim değişikliğinden etkilenen en belirgin omurgalı sınıflarından biri de kuşlardır. Kuşların etkilenme derecelerini ve verdikleri tepkileri analiz etmek diğer canlılara göre daha kolaydır. Çünkü tüm omurgalıların yanı sıra geçmiş zamanlardan itibaren kuşlar, insanların dikkatini çekmiş ve insanların hayatında önemli bir yere sahip olmuşlardır. Uzun yıllar boyunca gözlenen kuşların gözlem kayıtları tutulmuş ve bu veriler çeşitli platformlarda (Ebird, Trakus) paylaşılmıştır. Bu sebeple kuşlardaki herhangi bir değişikliğin (var-yok verisi, fenolojik farklılıklar, göç zamanlaması, vücut yapısındaki değişimler vb.) anlaşılması diğer canlı türlerine göre daha çabuk gözlemlenmektedir [34]. Aynı zamanda uçabildikleri için hızlı dispersal gerçekleştirmektedirler. Bu da onların iklim değişikliğine yanıt verirken diğer canlılara göre hızlı olmalarını sağlamaktadır. Böylelikle iklim değişikliğinin etkilerinin anlaşılmasında kuşlar önemli bir belirteç olup vatandaş bilimi platformları sayesinde canlıların iklim değişikliği altında yaşadığı süreçler daha ayrıntılı incelenebilmektedir [35].

2.1.4. İklim Değişikliğinin Alpin Türler Üzerine Etkisi

Günümüzde küresel iklim değişikliğinden en fazla etkilenen tür grubu dağılım alanları sınırlı olan endemik türler ve yüksek rakım türleridir. Buldukları habitatlarda ekstrem farklılıklar yaşayan bu türler günümüz iklim değişikliğine karşı savunmasızdır [36].

Yüksek rakım olarak ifade edilen alpin kuşak, dağlarda orman sınırının bittiği bölge ile kalıcı kar tabakasının bulunduğu alan arasında kalan kuşaktır. Burada yaşayan türler de coğrafi olarak izole olmuşlardır [37]. Yağış, sıcaklık, rüzgâr ve kalıcı kar örtüsü gibi abiyotik parametreler ile yaşamları sınırlandırılmaktadır. Bu sebeple buldukları habitatlardaki iklimsel koşullara evrimsel olarak adapte olmuşlardır [38]. Günümüzde ise sıcaklık hassasiyetine sahip soğuk iklimsel koşullara adapte olmuş alpin canlılar küresel ısınma ve iklimsel değişiklikler ile zorlanmaktadır [8, 39, 40].

İklim değişikliği ile alpin coğrafyada artan sıcaklık ve azalan yağış nedeniyle dağ buzulları erimektedir. Dağlık bölgelerdeki sıcaklık artış hızının, geçen yüzyılda kaydedilen artış oranından üç kat daha fazla olacağı öngörülmektedir [41]. Artan sıcaklıklarla beraber türlerin geçmişten beri adapte oldukları soğuk habitatlara doğru ilerlemesi birçok kez gözlenmiş ve bu durum da sıcaklığın yüksek rakım türlerinde etkili olduğunu gösteren güçlü kanıtlardan biridir [39]. Ancak alpin coğrafyada dağılım gösteren türler rakımsal olarak yukarı doğru hareket etseler bile yürüyen merdiven etkisi ile karşı karşıya kalmaktadır. Organizmalar sıcaklık etkisi ile yukarıya doğru hareket etse de dağın yüksekliği ile sınırlandırılmaktadır [39, 42]. Dağın zirvesine yakın dağılım gösteren türlerin daha yukarı hareket edecek alanı kalmaması durumu yürüyen merdiven etkisi olarak tanımlanmaktadır. Freeman ve arkadaşlarının [8] yaptığı çalışmada 30 yıllık sürede dağ habitatında bulunan kuş türlerinin 68 metre yukarı kaydığı ve yüksek rakımda görülen 4 türün yürüyen merdiven etkisine maruz kalarak artık o bölgede kaydedilmediği gözlenmiştir.

2.2. Çalışmadaki Hedef Tür Grubu (Galliformes)

Galliformes; 6 familya, 70 cins ve 250'den fazla türden oluşan büyük bir kuş takımıdır. Tavuk benzeri, kümes kuşları olarak da isimlendirilmektedir. Bu takım altında bulunan familya üyeleri birbirinden farklı özelliklere sahip olmakla birlikte dünyadaki hemen hemen her karasal coğrafyada dağılım göstermektedirler. Orman, bozkır, tarım alanları, alpin çayırlar gibi çok çeşitli habitatlarda yaşam sürdürürler. Ancak bazı türleri belirli bir bölgeye endemiktir. Özellikle Galliformes takımı içerisinde bulunan ve bu çalışmaya konu olan urkeklik (*Tetraogallus caspius*, Gmelin 1784), Kafkas urkekliği (*Tetraogallus caucasicus*, Pallas 1811) ve dağ horozu (*Lyrurus mlokosiewiczzi*, Taczanowski 1875)

türleri dünyada sadece Kafkaslarda ve Anadolu coğrafyasında yayılım göstermektedirler [43].

Orta Doğu coğrafyasında sınırlı dağılım gösteren türler buldukları habitatlara yerleşiktir ve göç etmezler. Urkeklik 58-62 cm (kuyruk 17 cm) vücut büyüklüğü, 95-105 cm kanat açıklığı ile Kafkas urkekliğinden (*T. caucasicus*) %10 daha büyük vücuda sahip olan büyük bir kar keklığıdir [44, 45]. Yaklaşık 1800-2684 g ağırlığındadır [45]. Kafkas urkekliği ve dağ horozu da benzer boyutlardadır. Ancak dağ horozunun belirgin uzun bir kuyruğu vardır [46, 47].

Beslenme şekilleri de birbirine benzerdir. Alpin coğrafyadaki bitkiler ile beslenirler. İlkbahar ve yaz aylarında çoğunlukla *Poa* sp. ve *Festusa* sp. gibi ot-çayır türleri ve çan çiçeği (*Campanula* sp.), aslan pençesi (*Alchemilla* sp.) gibi bitkilerle, kış aylarında ise baklagiller ile beslenirler. Bitkilerin çeşitli kısımlarını (soğan, çiçek, meyve ve tohum) besin olarak tüketirler. [33, 45, 47, 48]. Özellikle dağ horozu, orman gülü (*Rhododendron* sp.) bitkisinin bulunduğu habitatları tercih eder [46].

Galliformlar kuşlar genellikle lek yaparak ürerler. Lek yapmak, erkek ve dişi bireylerin üreme döneminde bir araya toplanarak, erkeklerin dişileri etkilemek için çeşitli dans hareketleri yaparak kendini ön plana çıkardığı ve diğer erkekler ile rekabet ederek üstünlük kurduğu bir üreme şeklidir. Bu üreme şeklinde erkek birey diğer erkekler üzerinde baskınlık kurarak daha fazla dişi ile çiftleşme şansı elde eder. Çalışmadaki üç tür de bu şekilde üreme davranışı göstermektedir [43]. Üreme döneminde kur davranışı sergiledikten sonra yuvasını yere yapmaktadırlar. Kuluçka dönemi ortalama 20-25 gündür. Nisan ayından mayıs ayına kadar devam eden kur davranışlarıyla lek oluşturarak yuva kurarlar. Lek yaptıkları alanlar yuvalama alanlarına yakın kısımdadır [49].

IUCN kırmızı listesine göre Kafkas urkekliği en az endişe ile LC olarak değerlendirilmektedir [50]. Ancak popülasyon büyüklüğü giderek azalmaktadır. Nesli tehlike altında olan dağ horozu ise NT (Yakın tehdit) olarak değerlendirilir [51]. Urkeklik türü için ise son yıllarda yapılan gözlemler popülasyon büyüklüğünün azalmakta

olduğunu göstermektedir. IUCN kırmızı listesine göre LC (en az endişe) seviyesindedir [52]. Türlerin popülasyonlarının azalan yapıda olduğu ve dağılım alanlarının giderek daraldığı bilinmektedir. Türlerin popülasyon büyüklüklerinin anlaşılmasında gelecekte dağılım alanları hakkında öngörülebilir bulunmak amacıyla iklimsel değişikliklerin etkilerinin anlaşılmasında modern yaklaşımlar kullanılmakta ve modeller yapılmaktadır. Bu modellerden günümüzde en popülerleri ekolojik niş modellemesidir [12, 15].

2.3. Ekolojik Niş Modellemesi

Ekolojik niş modellemesi canlı türlerinin dünya tarihi içinde küresel iklim değişimine verdiği cevapları değerlendirerek günümüz, geçmiş ve gelecekteki dağılımları hakkında tahminler oluşturmamızı sağlayan modern yöntemlerden biridir [53].

Niş modeli kavramının daha iyi anlaşılabilmesi için “niş” terimine odaklanmak gerekir. Niş; türlerin dağılım alanlarını sınırlayan tüm değişkenleri (abiyotik faktörler, habitat yapısı, besin tercihleri ve doğal düşmanları) kapsayarak türün doğada varlık gösterdiği alan olarak tanımlanmaktadır. Niş kavramı birçok araştırmacı tarafından kullanılsa da Grinnell bu kavramı araştıran öncü kişilerdendir. Grinnell tür dağılımlarını sınırlayan özellikleri açıklamıştır [54]. Ancak kullandığı kavramlara nicel boyutu Hutchinson kazandırmıştır. Hutchinson’a göre niş n-boyutlu sınırlayan faktörleri kapsayan bir düzlemdir [55].

Günümüz teknolojilerinin gelişmesiyle beraber biyocoğrafik çalışmalarda yeni yöntemler kullanılmaya başlanmıştır. Coğrafi bilgi sistemlerinin biyocoğrafya bilim dalı içinde yaygın kullanımıyla birlikte iklimsel modeller oluşturulmuş ve önemli sonuçları literatüre kazandırılmıştır. Bu sayede türün dağılım alanları geçmiş zamanları projekte edilerek türün geçmişinin anlaşılması, günümüz dağılım alanının belirlenmesi ve geleceğinin öngörülmesini sağlamaktadır [56].

2.4. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

İklim değişikliğinin alpin kuş türleri üzerinde etkilerini araştırmak için dünyada sadece sınırlı bir bölgede yayılış gösteren yüksek rakımlarda yaşayan ve bulunduğu coğrafyada yerli olan göç etmeyen kuş türlerinden urkeklik, Kafkas urkekliği ve dağ horozu türleri

kullanılarak ekolojik niş modellemesi ile geçmiş, günümüz ve gelecekteki dağılım alanlarının tahmin edilmesi amaçlanmıştır.

İlgili türlerin ekolojik niş modellemesi ile geçmişten günümüze dağılım değişimi, demografik süreçleri hakkında çıkarımlar yapılması, gelecek iklim değişikliği senaryoları ile dağılım alanlarındaki daralma riskinin belirlenmesi hedeflenmiştir.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Örneklemin Oluşturulması

Bu çalışma için yüksek rakımda yaşayan urkeklik (*T. caspius*), Kafkas urkekliği (*T. caucasicus*) ve dağ horozunun (*L. mlokosiewiczzi*) gözlem verileri www.ebird.org ve www.trakus.org sitelerinden elde edilmiştir. Gözlem verilerine ek olarak [trakus.org](http://www.trakus.org) sitesindeki dağ horozu ve urkeklik türlerine ait fotoğraf verileri de çalışmaya dahil edilmiştir. Fotoğraf verilerinin tabloya eklenebilmesi için kuşun gözlendiği konum, yer, tarih, birey sayısı bilgileri fotoğrafı çeken gözlemcilerden mail ile talep edilmiş ve bu bilgiler gözlem verisine dönüştürülerek çalışmaya dâhil edilmiştir. Bu sebeple toplamda urkeklik için 647, Kafkas urkekliği için 334, dağ horozu için 489 gözlem verisi toplanmıştır.

Toplanan gözlem verileri QGIS sürüm 3.6.3 programı kullanılarak dünya haritası üzerine aktarılmış ve türlerin bilinen dağılım alanlarının dışında kalan veriler (ör. düşük rakımda) tespit edilmiştir. Bu sebeple gözlemleri gerçekleştiren kişilerle mail yolu ile iletişime geçilerek her bir gözlemciden gözlem konumlarının teyit edilmesi istenmiştir. Ayrıca [ebird.org](http://www.ebird.org) ve [trakus.org](http://www.trakus.org) sitelerinde yer almayan çalışmadaki kuş türlerine ait kişisel gözlemleri mevcut ise bu kayıtlar da bireysel olarak gözlemcilerden talep edilmiştir (Verilere katkıda bulunan kişilerin listesi EK 1- Tablo 4'te verilmiştir). Teyit alma sürecinden sonra düşük rakımda bulunan bazı veriler de tür dağılımının en yakındaki yüksek rakıma taşınmıştır. Son işlem olarak tabloda bulunan duplike veriler (aynı gözlemin fotoğraf verisi, aynı gözlemin hem [trakus](http://www.trakus.org) hem [ebird](http://www.ebird.org) sitesinde yer alması vb.) tablodan çıkartılmıştır. Sonuç olarak, urkeklik için 486 veri, Kafkas urkekliği için 272 veri, dağ horozu için 365 veri model için kullanıma hazır hale getirilmiştir.

Modelde kullanılmak için hazır hale getirilen verilerin elde edildiği kaynaklardan (fotoğraf verisi, gözlem verisi, kişisel gözlemler) toplanan veri sayısı Çizelge 1' de gösterilmiştir.

Çizelge 1: Modelde kullanmaya hazır verilerin elde edildiği kaynak ve sayıları

	Trakus gözlem	Trakus fotoğraf	E-bird gözlem	Kişisel gözlem	Toplam veri
Urkeklik	29	57	397	7	486
Dağ horozu	21	39	302	3	365
Kafkas urkekliği	-	-	272	-	272

3.2. Ekolojik Niş Modelinin Yürütülmesi

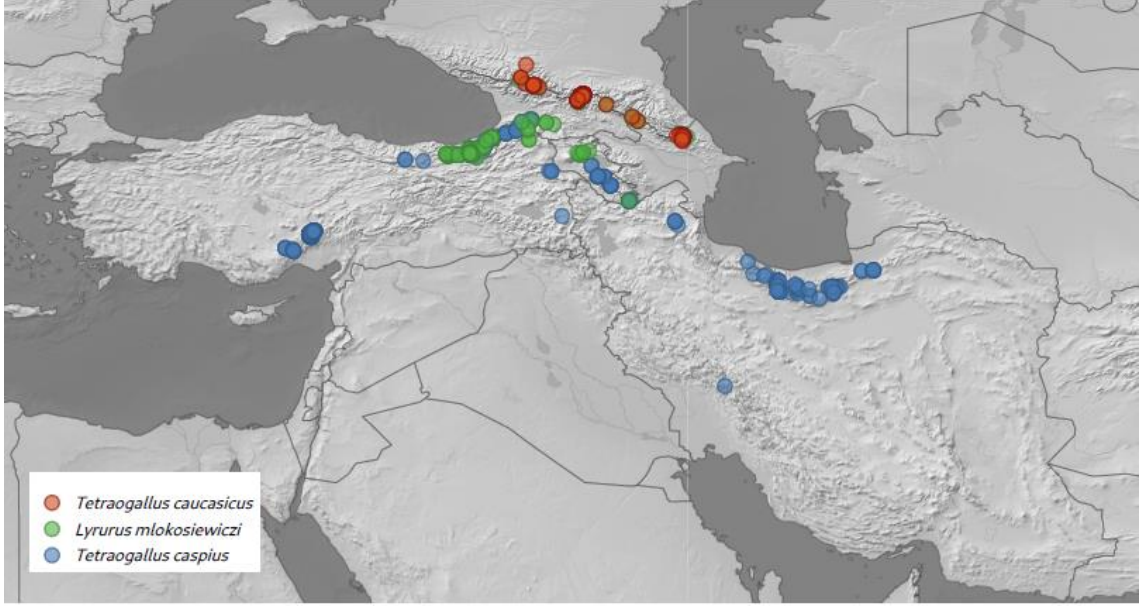
Modelleme süreci için R sürüm 1.1.6'da 'kuenm' paketi [53] ve MAXENT sürüm 3.4.4'de [57] maksimum entropi makine öğrenme algoritması kullanılmıştır. Günümüz (1950–2000), Orta Holosen (yaklaşık 6000 yıl önce), Son Buzul Maksimumu (yaklaşık 22.000 yıl önce) ve gelecek 2050, 2070 dönemleri için çalışmada yer alan üç türün (urkeklik, dağ horozu ve Kafkas urkekliği) ekolojik nişleri tahmin edilmiştir.

İklimsel veri tabanı olan WorldClim'den [58] 19 biyo-iklimsel değişken 2.5 dakikalık mekânsal çözünürlükte elde edilmiştir. Ancak, tez çalışması için sadece 15 biyo-iklimsel değişken kullanılmıştır (Çizelge 1). Çünkü dört biyo-iklimsel değişken, çok fazla standart sapmaya sebep olduğu için analiz dışında bırakılmıştır [59]. Bu değişkenler BIO8 (En yağışlı çeyreğin ortalama sıcaklığı), BIO9 (En kurak çeyreğin ortalama sıcaklığı), BIO18 (En sıcak çeyrekteki yağış) ve BIO19 (En soğuk çeyrekteki yağış). Küresel İklim Modellerinden CCSM4 (The Community Climate System Model Version 4), MIROC-ESM (An Earth System Model) ve MPI-ESM-P (Max Planck Institute Earth System Model) modelleri Orta Holosen ve Son Buzul Maksimumu dönemi için kullanılmıştır. Gelecek zaman için MPI-ESM-P yerine MPI-ESM-LR modeli kullanılmıştır. Gelecek zaman (2050 ve 2070) verileri için iklimsel senaryolara ait en iyimser ve en kötümser iklim projeksiyonları (RCP 2.6, 4.5 ve 8.5) kullanılarak ekolojik niş tahminlemesi yapılmıştır.

Çizelge 2: Biyo-iklimsel değişkenler ve tanımları (Kaynak: <https://www.worldclim.org>)

Biyoiklimsel Parametre	Açıklama
BIO1	Yıllık Ortalama Sıcaklık
BIO2	Ortalama Günlük Aralık(Aylık Ortalama (mak. sıcaklık-min. sıcaklık)
BIO3	İzotermalite (BIO2/ BIO7) (*100)
BIO4	Sıcaklık Mevsimselliği (standart sapma * 100)
BIO5	En Sıcak Ayın Maksimum Sıcaklığı
BIO6	En Soğuk Ayın Maksimum Sıcaklığı
BIO7	Yıllık Sıcaklık Aralığı (BIO5-BIO6)
BIO8	En Yağışlı Çeyreğin Ortalama Sıcaklığı
BIO9	En Kurak Çeyreğin Ortalama Sıcaklığı
BIO10	En Sıcak Çeyreğin Sıcaklık Ortalaması
BIO11	En Soğuk Çeyreğin Sıcaklık Ortalaması
BIO12	Yıllık Yağış
BIO13	En Yağışlı Ayın Yağış Değeri
BIO14	En Kurak Ayın Yağış Değeri
BIO15	Yağış Mevsimselliği
BIO16	En Nemli Çeyrekteki Yağış
BIO17	En Kurak Çeyrekteki Yağış
BIO18	En Sıcak Çeyrekteki Yağış
BIO19	En Soğuk Çeyrekteki Yağış

Çalışmadaki türlerin dağılım alanlarına uygun olacak şekilde tüm iklimsel değişkenler 24.5°- 64° Doğu meridyenlerini ve 25°- 46° Kuzey paralellerini kapsayacak şekilde maskelenmiştir (Şekil 1).



Şekil 1: Çalışmadaki türlerin dağılım alanlarına uygun haritadan kesilen bölge

Ekolojik niş modellemesi için kullanılan biyo-iklimsel değişkenler arasındaki korelasyonlar dikkate alınarak modelleme süreci için farklı veri setleri oluşturulmuştur. Sonra, her üç tür için “ulaşılabilir alan” olarak tanımlanan “M” alanı belirlenmiştir. Türün doğal hareketlerine bakılarak ulaşılabilir alanın 200 km olması gerektiğine karar verilmiştir [60, 61]. Son olarak, türlerin ekolojik nişleri günümüz ve beş zaman dilimi için (Orta Holosen, Son Buzul Maksimumu, günümüz ve gelecek için 2050 ve 2070 yılları) MAXENT ile modellenmiştir.

MAXENT üç farklı korelasyon eşik değerine (0.9, 0.8, 0.7) ait biyo-iklimsel veri setlerini dikkate alarak kalibrasyon amacıyla çalıştırılmıştır. Bu süreç MAXENT içinde yer alan beş farklı özellik tipinin [linear (L), quadratic (Q), product (P), threshold (T) ve hinge (H)] farklı kombinasyonlarını içermiştir. Modelleme için her bir korelasyon eşik değeri ve eşik değeri ile uyumlu korelasyon gösteren değişkenlerin kombinasyonu için farklı aday modeller üretilmiştir. Aday modellerde kullanılan parametreler Çizelge 2’ de verilmiştir.

Çizelge 3: Aday modellerin parametreleri

	Parametreler
Düzenleme Çarpanları	0.1, 0.2, 0.5, 1, 2, 5, 8, 10
Özellik Tipi	l, q, p, t, h, lq, lp, lt, lh, qp, qt, qh, pt, ph, th, lqp, lqt, lqh, lpt, lph, lth, qpt, qph, qth, pth, lqpt, lqph, lqth, lpth, qpth, lqpth
Korelasyon Eşik Değeri	0.7, 0.8, 0.9

Sonraki adımda aday modeller içinde en uygun olası aday model seçilmiştir. Bu seçim süreci için Akaike Bilgi Kriterinin doğal logaritması [62] ve %5 ihmal oranındaki eşik değeri birlikte değerlendirilerek çalışma için en uygun model belirlenmiştir [9]. Kalibrasyon sonucuna göre MAXENT tekrar çalıştırılmıştır. Modellerin tahmin performansını değerlendirmek için ise eğri altındaki alan (AUC) istatistiği kullanılmıştır [63]. Projeksiyonlara ilişkin haritalar QGIS sürüm 3.6.3 kullanılarak çizilmiştir

4. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

4.1. Sonuçlar

Bu çalışmada toplam 744 aday model oluşturulmuştur. Modeller 31 özellik tipini, 8 düzenleme çarpanı ve 3 biyo-iklimsel veri setini içermiştir. Üç farklı tür için model istatistikleri ve en iyi modelin özellikleri sırasıyla Çizelge 3 ve Çizelge 4' de gösterildiği gibidir. Seçilen modeller anlamlı şekilde rastgelelikten farklı olmuştur ($p < 0.001$) ve yüzde 5'lik ihmal kriteriyle uyumludur. Her bir tür için AUC değerleri sırasıyla şu şekildedir: (urkeklik, AUC =0,987, standart sapma 0,002; Kafkas urkekliği, AUC =0.976, standart sapma 0,008; dağ horozu AUC =0,974, standart sapma 0,002). Model için ortaya çıkan yüksek AUC değerlerine ilişkin düşük standart sapma değerleri model performansının güvenilir olduğunu göstermektedir.

Çizelge 4: Farklı kriterleri karşılayan modelin istatistikleri

Kriterler	Model Sayıları		
	Urkeklik	Dağ horozu	Kafkas Urkekliği
Tüm aday modeller	744	744	744
İstatistiksel olarak anlamlı modeller	741	744	744
İhmal oranı kriterlerini karşılayan modeller	354	111	244
AICc kriterlerini karşılayan modeller	8	8	5
İhmal oranı kriterlerini karşılayan istatistiksel olarak anlamlı modeller	351	111	244
AICc kriterlerini karşılayan istatistiksel olarak anlamlı modeller	8	8	5
İhmal oranı ve AICc kriterlerini karşılayan istatistiksel olarak anlamlı modeller	1	1	1

Çizelge 5: Çalışma türleri için seçilen en iyi model ve özellikleri

	Urkeklik	Dağ horozu	Kafkas urkekliği
Model	M_0.5_F_lt_090	M_1_F_t_090	M_1_F_lth_090
Ortalama AUC	1947	1867	1809
Kısmi ROC	0	0	0
İhmal Oranı %5	0.045	0.044	0.044
AICc	7726.761	3974.733	5676.261
Delta AICc	0	0	0
W_AICc	1	1	0.959
Parametre sırası	72	17	38

Modelde kullanılan 15 biyo-iklimsel değişkenin çalışmadaki türlerin dağılım örüntülerine katkı miktarı hesaplanmıştır. Yüzdeler olarak her tür için katkı yapan biyo-iklimsel değişkenler Çizelge 5’te gösterilmiştir. Urkeklik için modele en fazla katkı yapan biyo-iklimsel değişkenler BIO1, BIO3, BIO13 olmuştur. Dağ horozu için ise modele katkı yapan biyo-iklimsel değişkenler BIO4, BIO1, BIO5 olmuştur. Kafkas urkekliği için modele en fazla katkı yapan biyo-iklimsel değişkenler BIO5, BIO15, BIO4 olmuştur. Üç tür için modele katkı yapan değişkenler incelendiğinde urkeklik ve dağ horozu için BIO1 (Yıllık ortalama sıcaklık), dağ horozu ve Kafkas urkekliği için BIO4 (Sıcaklık mevsimselliği), BIO5 (En sıcak ayın maksimum sıcaklığı) ortaktır (Çizelge 5). Ayrıca modele en fazla katkı yapan biyo-iklimsel değişkenlerin grafikleri her tür için EK 1 Tablo 1-3’de gösterilmiştir.

Çizelge 6: Modele katkı yapan biyo-iklimsel değişkenlerin çalışma türlerine göre yüzdeler katkı oranları

Tür: Urkeklik (<i>Tetraogallus caspius</i>)		
Biyo-iklimsel Değişkenler	Yüzdeler Katkı	Permütasyon Oranı
BIO1	45.3	56.8
BIO3	14.3	2.7
BIO13	11.4	25.8

BIO7	11.1	2
BIO4	6.8	3.4
BIO5	6.6	6.3
BIO15	1.9	0.7
BIO2	1.5	1.2
BIO14	1.2	1.1

Tür: Dağ horozu (*Lyrurus mlokosiewiczii*)

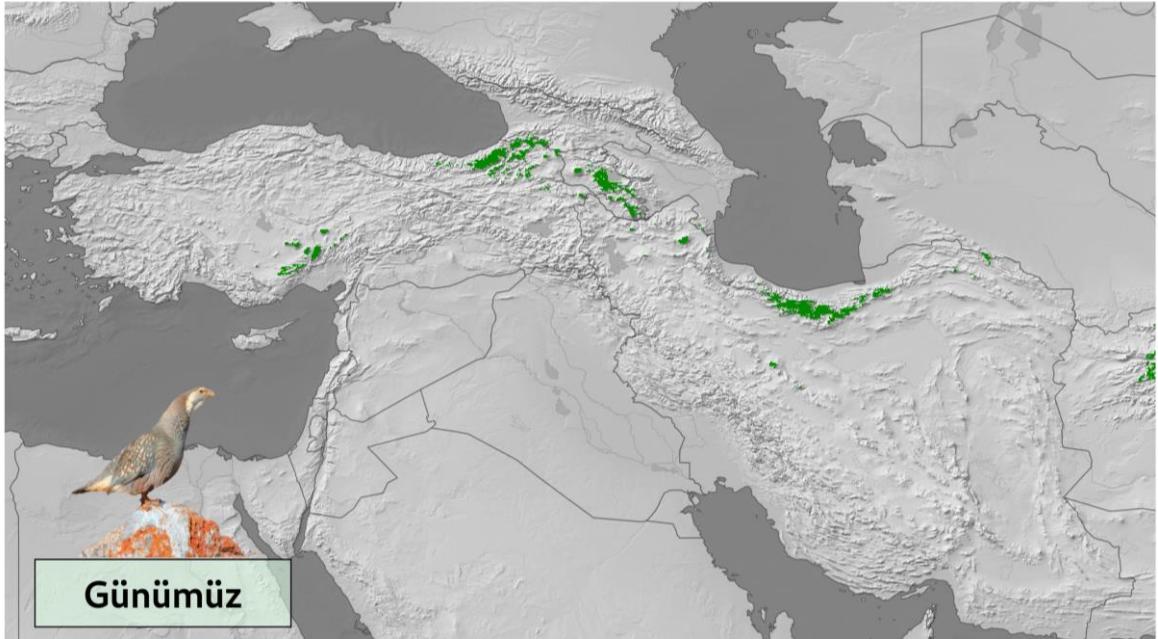
Biyo-iklimsel Değişkenler	Yüzdellik Katkı	Permütasyon Oranı
BIO4	34.7	38.3
BIO1	20.8	26.6
BIO5	15.2	0.3
BIO2	9.6	10.5
BIO13	5.9	8.7
BIO7	5.8	7.3
BIO14	5.2	5.6
BIO15	1.5	1.9
BIO3	1.4	0.8

Tür: Kafkas Urkekliği (*Tetraogallus caucasicus*)

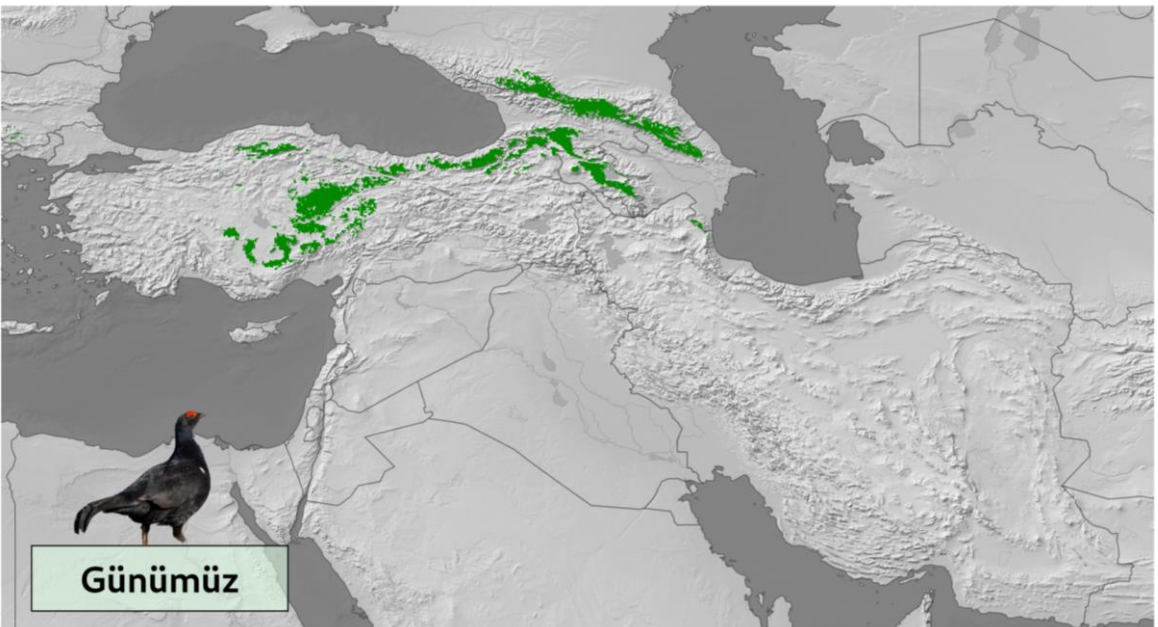
Biyo-iklimsel Değişkenler	Yüzdellik Katkı	Permütasyon Oranı
BIO5	52.6	24.2
BIO15	16.5	27.6
BIO4	16.3	16.5
BIO7	9	16.6
BIO14	2.2	6.4
BIO1	1.4	0.2
BIO2	1.2	4
BIO13	0.8	4.1
BIO3	0.1	0.4

4.1.1. Günümüz Dağılım Modeli

Model sonuçlarına göre üç tür de Anadolu ve Kafkas coğrafyasını kapsayan güncel dağılım alanları ile günümüz için elde edilen model çıktıları büyük oranda uyumludur. Çalışmadaki türler için yapılan modelin günümüz öngörülerine ait haritalar urkeklik için Şekil 2’de, dağ horozu için Şekil 3’te, Kafkas urkekliği için Şekil 4’te gösterilmiştir.



Şekil 2: Urkeklik (*Tetraogallus caspius*) dağılım alanlarının günümüz iklim koşullarına göre modelleme sonuçları



Şekil 3: Dağ horozu (*Lyrurus mlokosiewiczzi*) dağılım alanlarının günümüz iklim koşullarına göre modelleme sonuçları



Şekil 4: Kafkas urkeklği (*Tetrao gallus caucasicus*) dağılım alanlarının günümüz iklim koşullarına göre modelleme sonuçları

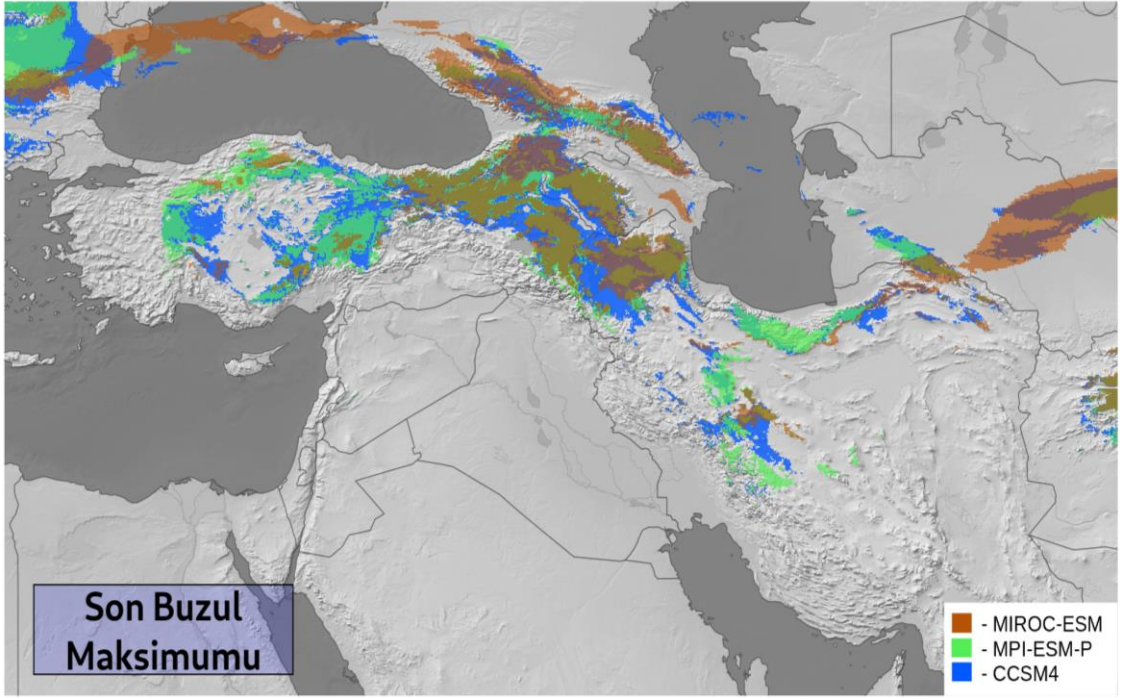
4.1.2. Geçmiş (Son Buzul Maksimumu ve Orta Holosen Dönemi) Dağılım Modeli

Son Buzul Maksimumu ve Orta Holosen modelleri üç farklı iklim senaryosu CCSM4, MIROC-ESM ve MPI-ESM-P kullanılarak oluşturulmuştur. Model çıktıları üç senaryoyu da kapsayacak şekilde her bir tür için ayrı haritalarda gösterilmiş, her tür birbirinden bağımsız olarak değerlendirilmiştir.

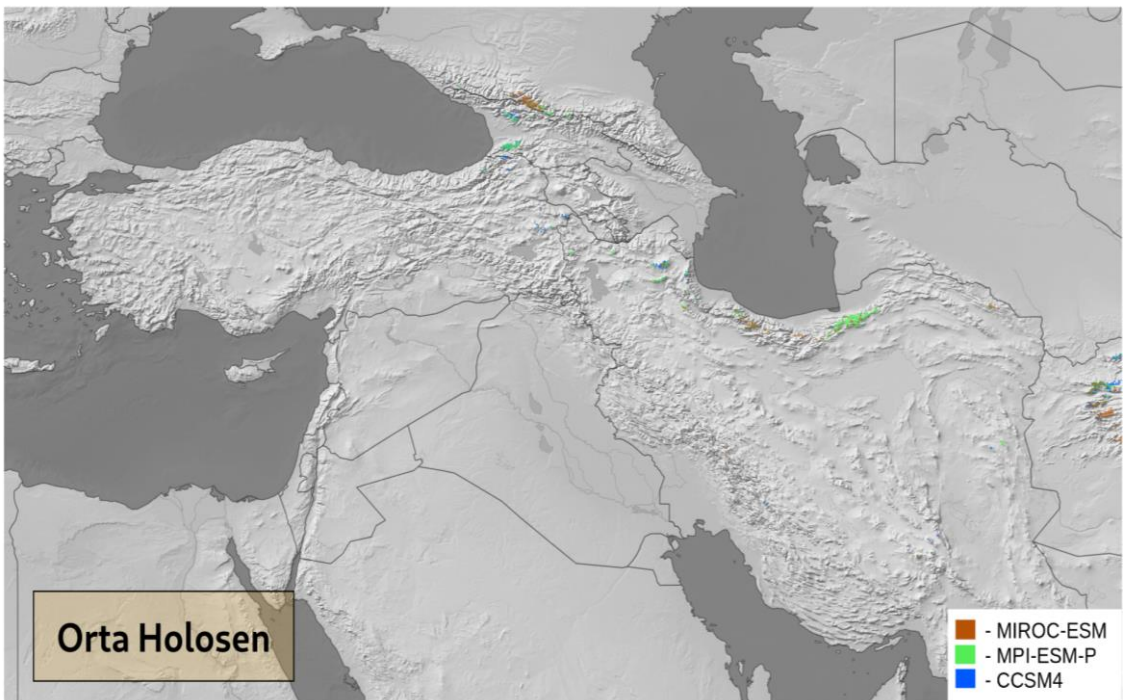
4.1.2.1. Urkeklik Geçmiş Dağılım Modeli

Urkeklik türü için geçmiş model çıktıları Son Buzul Maksimumu dönemi için Şekil 5'te, Orta Holosen dönemi için Şekil 6'da gösterilmiştir. Son Buzul Maksimumu model çıktıları günümüz dağılım alanına göre daha geniş dağılım alanının olduğunu göstermektedir. Günümüzde dar dağılıma sahip urkeklik türünün soğuk iklim koşullarının hakim olduğu dönemlerde, dağılım alanlarını genişlettiği öngörüsü yapılan model ile gösterilmiştir. Model çıktılarında uygun iklim koşulların olduğu alanların günümüze göre daha fazla olduğu görülmektedir.

Orta Holosen dönem için ise dağılımları günümüz dağılımlarına göre daha dardır. Bunun sebebinin Orta Holosen döneminin günümüze oranla daha sıcak olması olarak düşünülmektedir. Yapılan üç iklim senaryosuna göre tür için uygun dağılım alanlarının Kafkas ve Orta Doğu coğrafyasında sınırlı bölgelerde kaldığı Şekil 6’te görülmektedir.



Şekil 5: Urkeklik (*Tetraogallus caspius*) için farklı iklim senaryolarına göre Son Buzul Maksimumu öngörülleri

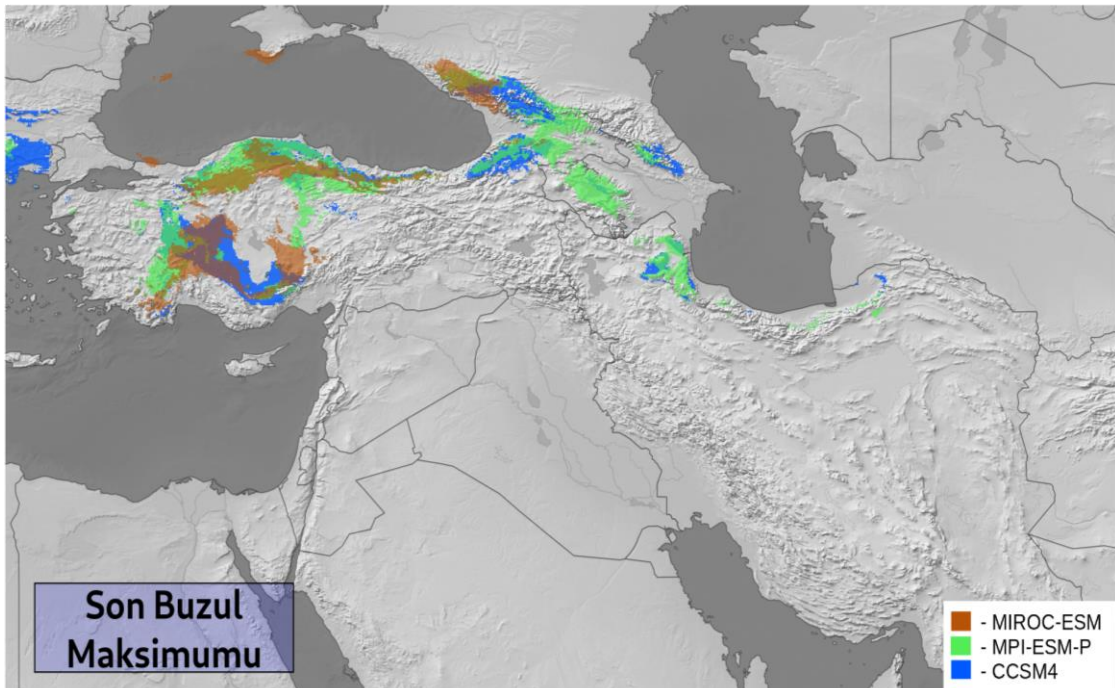


Şekil 6: Urkeklik (*Tetraogallus caspius*) için farklı iklim senaryolarına göre Orta Holosen öngörülleri

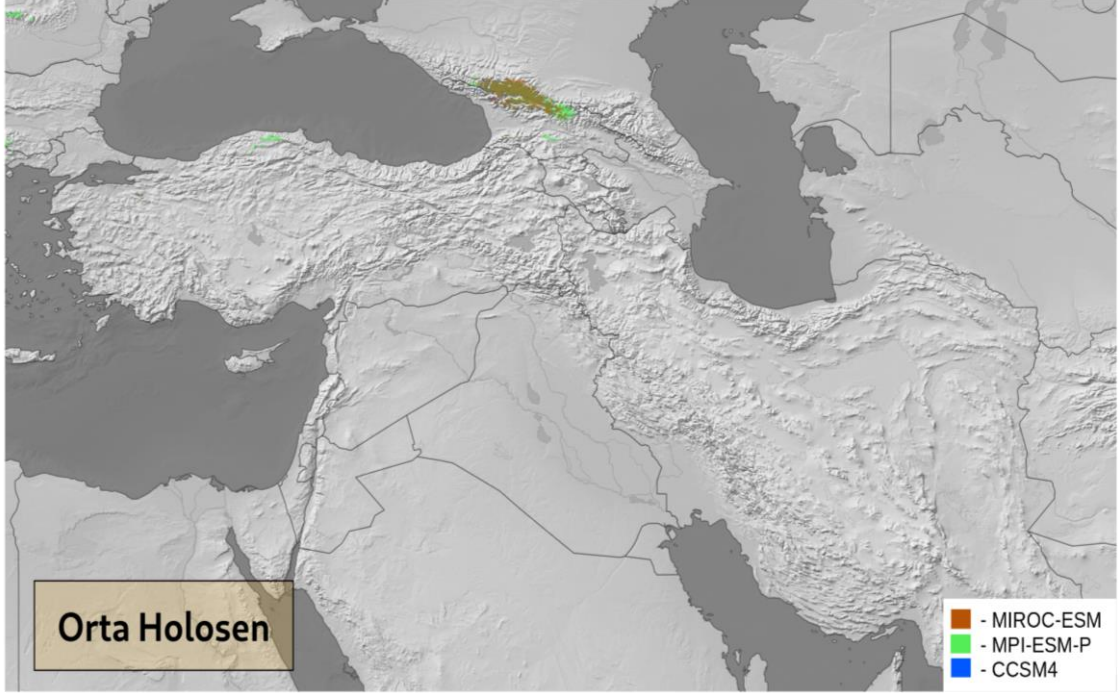
4.1.2.2. Dağ Horozu Geçmiş Dağılım Modeli

Dağ horozu türü için geçmiş dağılım modeli çıktıları Son Buzul Maksimumu dönemi için Şekil 7’de, Orta Holosen dönemi için Şekil 8’de gösterilmiştir. Modelin çıktılarına göre Son Buzul Maksimumu döneminde tür için uygun dağılım alanlarının yalnızca Kafkas coğrafyası değil daha farklı coğrafyaların da olduğu görülmektedir. Örneğin Türkiye için Orta ve Batı Karadeniz Bölgesi, İç Anadolu Bölgesi, İran’ın belirli bölgeleri... Dağ horozu yapılan modele göre günümüz modeline oranla daha geniş dağılım alanlarına sahiptir.

Orta Holosen döneminde yapılan modelde Dağ horozu için daha dar dağılım alanın olduğu görülmektedir. Model sonuçlarına göre uygun alanların yalnızca Kafkasların kuzeybatı bölgesinin kaldığı Şekil 8’de gösterilmiştir. Çalışmaya dahil edilen üç farklı iklim senaryosu da aynı bölgeyi ifade etmektedir. Üç iklimsel senaryoya göre de Dağ horozu türü, sıcak iklimsel koşulların hakim olduğu Orta Holosen döneminde dağılım alanlarını Kafkasların kuzeybatına doğru çekmiştir. Günümüz modeline oranla Orta holosen dönemi modeli çıktılarında tür daha dar dağılımlıdır.



Şekil 7: Dağ horozu (*Lyrurus mlokosiewiczzi*) için farklı iklim senaryolarına göre Son Buzul Maksimumu öngörülleri

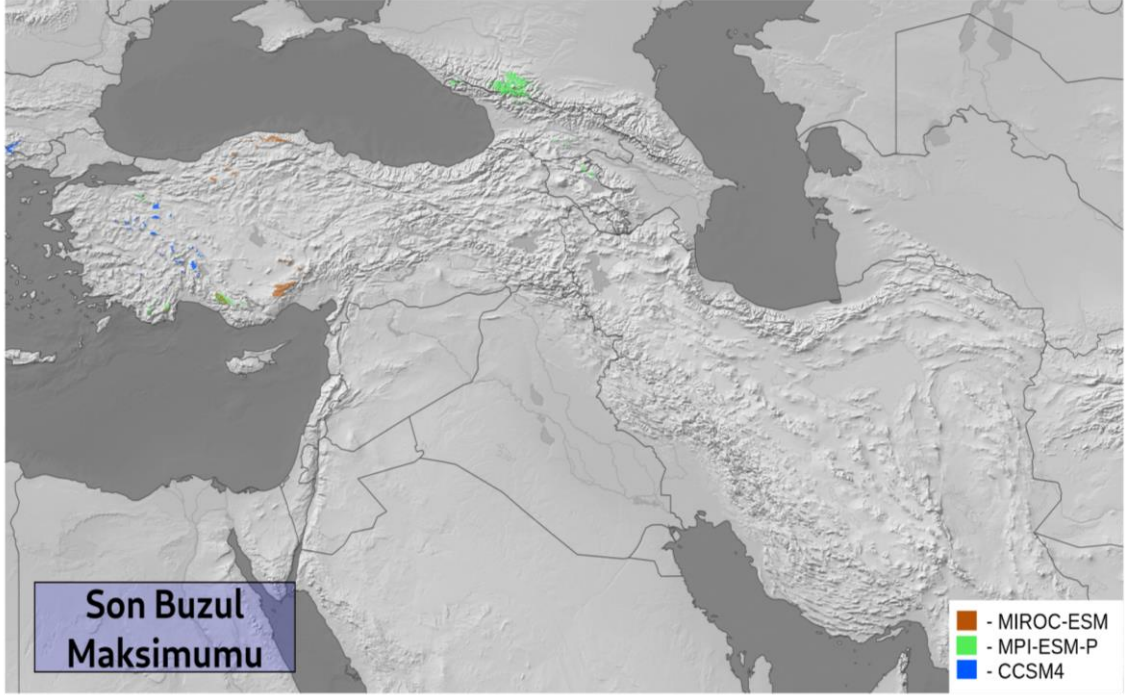


Şekil 8: Dağ horozu (*Lyrurus mlokosiewiczi*) için farklı iklim senaryolarına göre Orta Holosen öngörülleri

4.1.2.3. Kafkas Urkekligi Geçmiş Dağılım Modeli

Kafkas Urkekligi için Son Buzul Maksimumu ve Orta Holosen dönemleri için geçmiş dağılım modelleri Son Buzul Maksimumu dönemi için Şekil 9’da, Orta Holosen dönemi için Şekil 10’da gösterilmiştir. Son Buzul Maksimumu döneminde Kafkas coğrafyasına ek olarak Anadolu coğrafyasında da Kafkas urkekliginin dağılım gösterebileceği uygun alanlar bulunmaktadır.

Orta Holosen dönem model öngörülleri Kafkas urkekligi için Dağ horozuna ait Orta Holosen model çıktıları ile benzer örüntü göstermektedir. İklimsel koşullara bağlı olarak Son Buzul Maksimumundan sonra Orta Holosende Kafkas coğrafyasının kuzeybatısına doğru daralma görülmektedir. Günümüze oranla daha dar dağılım alanı bulunmaktadır.



Şekil 9: Kafkas Urkeklği (*Tetraogallus caucasicus*) için farklı iklim senaryolarına göre Son Buzul Maksimumu öngöröleri



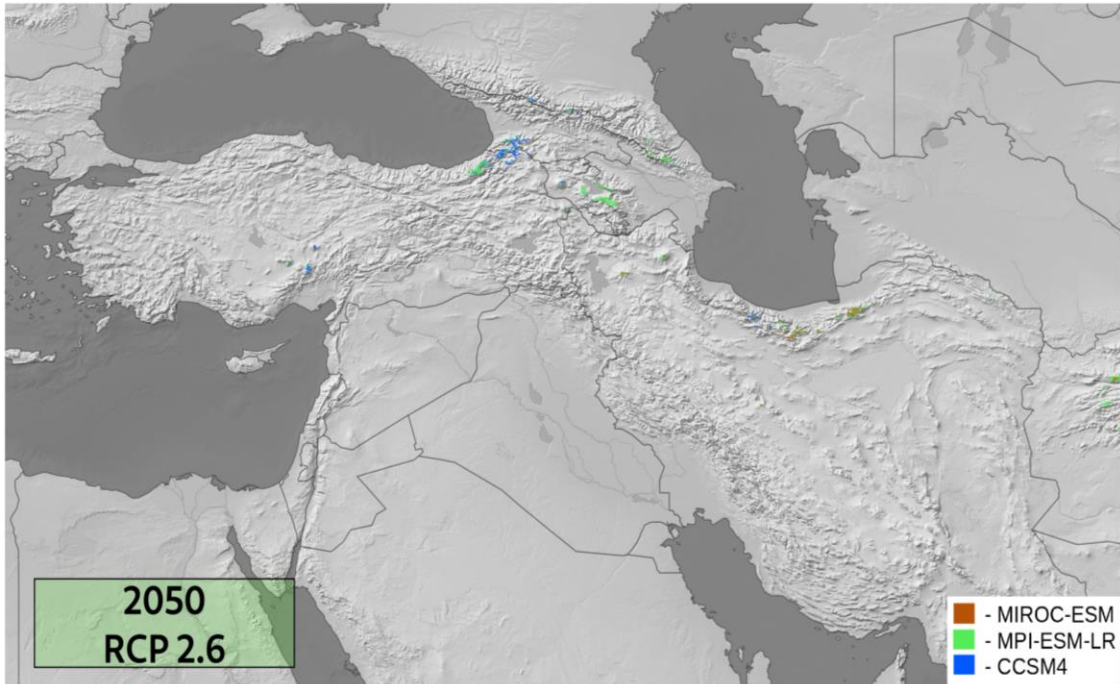
Şekil 10: Kafkas Urkeklği (*Tetraogallus caucasicus*) için farklı iklim senaryolarına göre Orta Holosen öngöröleri

4.1.3. Gelecek (2050 ve 2070) Dağılım Modeli

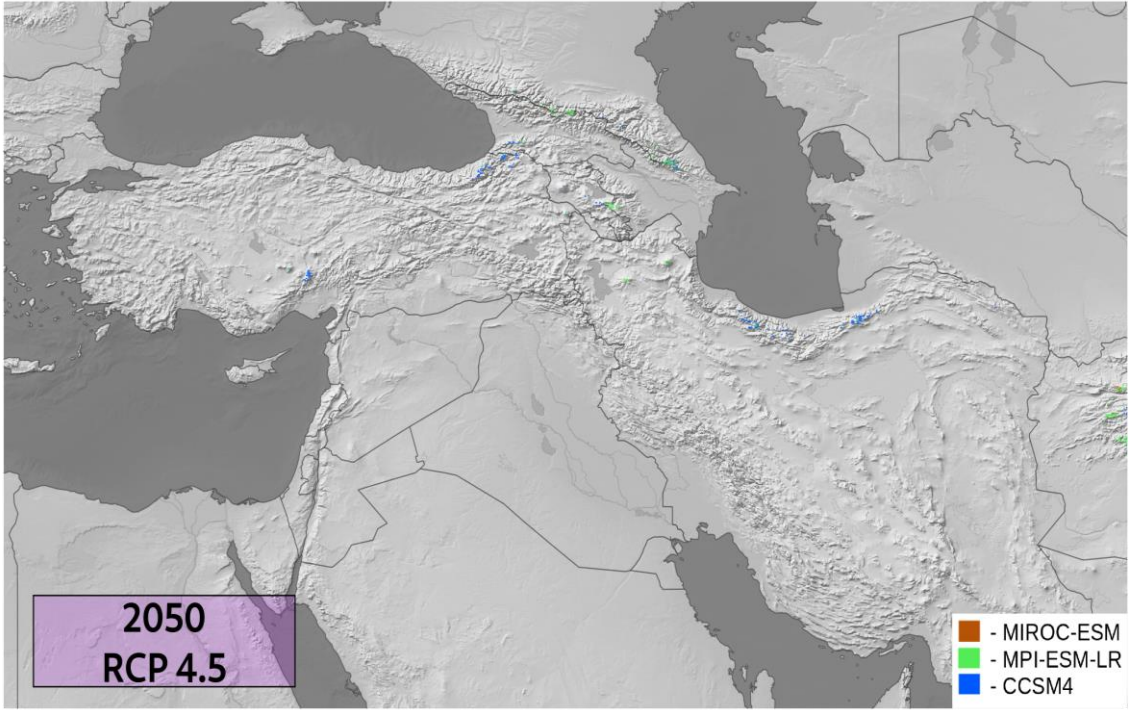
Gelecek zaman modeli için üç farklı iklim projeksiyonu modellenmiştir. En iyimser ve en kötümser senaryo dahil olmak üzere RCP 2.6, RCP 4.5, RCP 8.5 iklim projeksiyonları kullanılmıştır. Bu projeksiyonlar farklı iklim senaryoları ile değerlendirilmiştir. Bunlar CCSM4, MIROC-ESM, MPI-ESM-LR'dir. Üç senaryo da her tür için tek harita üzerinde gösterilmiştir. Her tür için RCP senaryoları ile 2050 ve 2070 yıllarına ait model çıktıları elde edilmiştir. Gelecek senaryoları için her tür ayrı olarak değerlendirilmiştir. Üç tür için gelecek modelleri ise 2050 ve 2070 yılları için benzer örüntüleri gösterirken, en iyimser ve en kötümser senaryo arasında anlamlı bir fark görülmektedir.

4.1.3.1. Urkeklik Gelecek Dağılım Modeli (2050 ve 2070 Yılları)

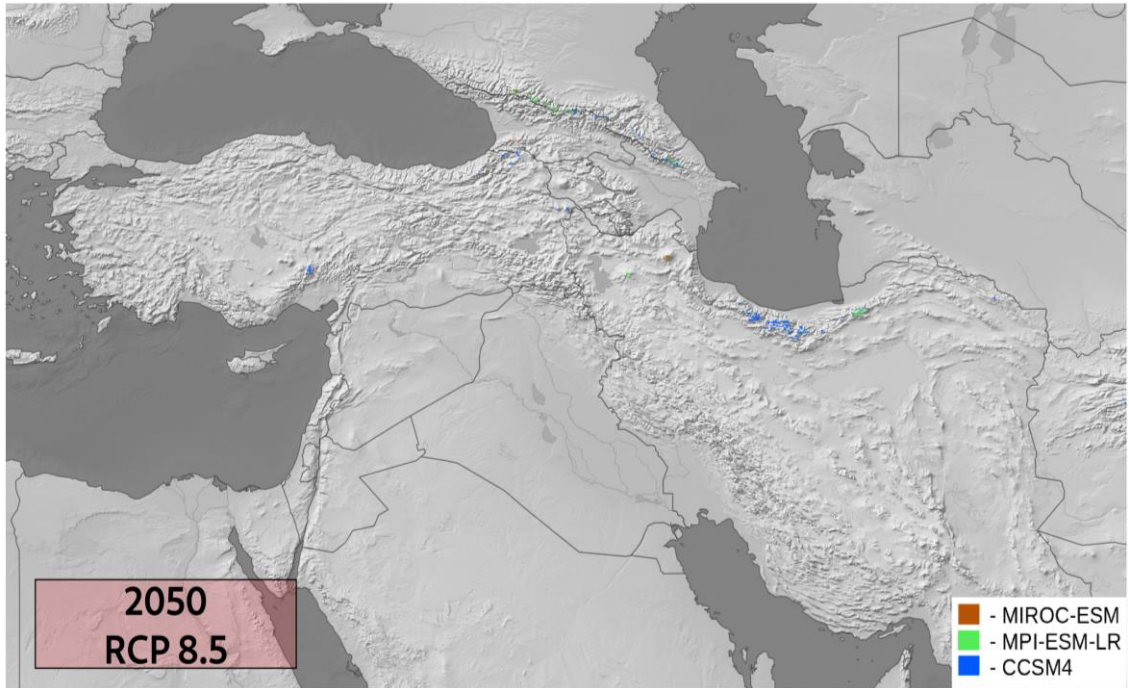
Urkeklik türü 2050 yılına ait model öngörülleri RCP 2.6 için Şekil 11'de, RCP 4.5 için Şekil 12'de, RCP 8.5 için Şekil 13'te gösterilmiştir. Model öngörülleri göre 2050 yılı için urkeklik türü uygun iklimsel koşulların bulunduğu dağılım alanlarını büyük oranda kaybetmiştir. Sadece en kötümser senaryo RCP 8.5'te değil en iyimser senaryo olan RCP 2.6 ve orta derecede etkili RCP 4.5 projeksiyonunda dahi var olan dağılım alanları büyük oranı kaybedeceği öngörülmektedir.



Şekil 11: Urkeklik (*Tetraogallus caspius*) için farklı iklim senaryolarına göre 2050 yılına ait RCP 2.6 gelecek öngörülleri



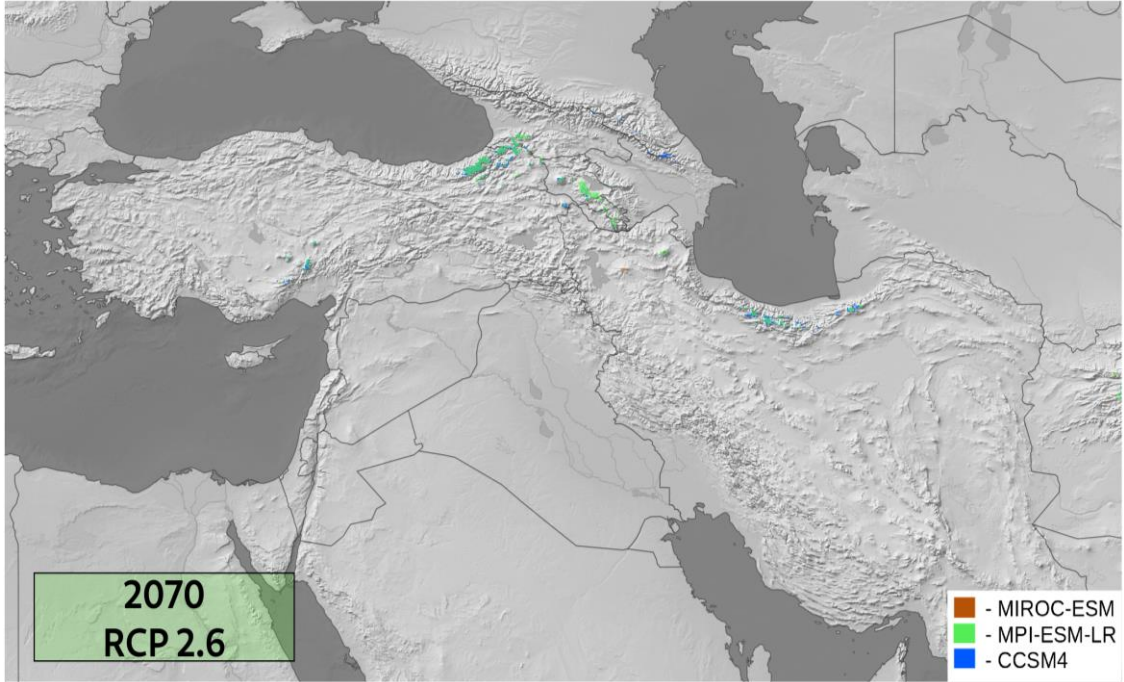
Şekil 12: Urkeklik (*Tetraogallus caspius*) için farklı iklim senaryolarına göre 2050 yılına ait RCP 4.5 gelecek öngörülleri



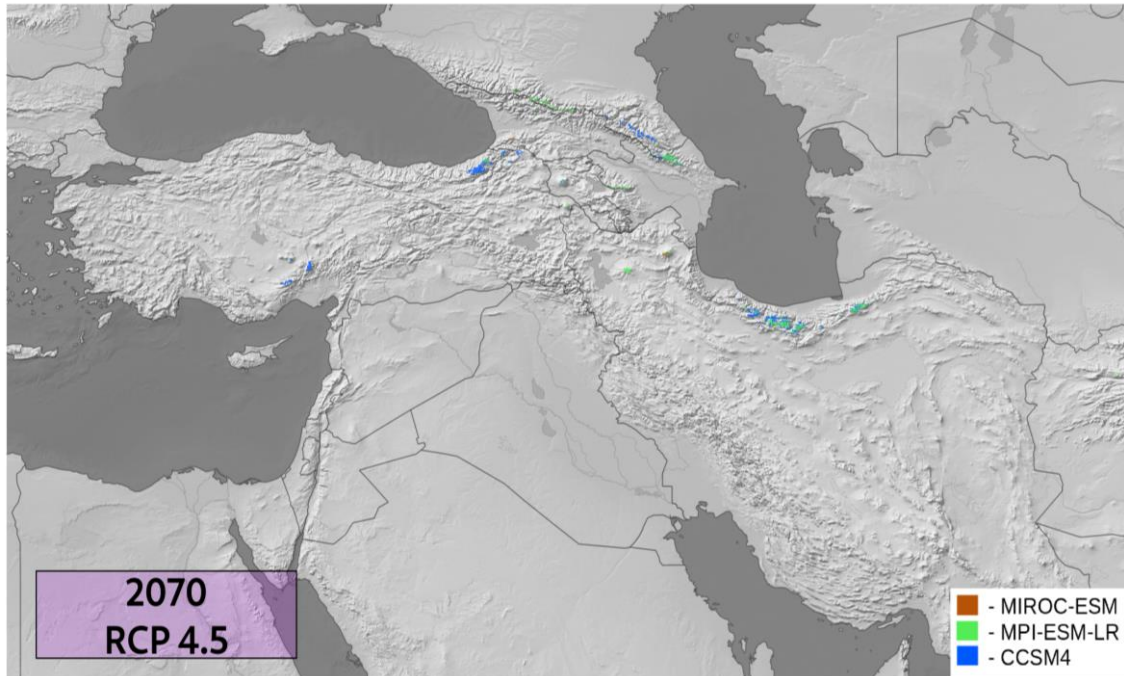
Şekil 13: Urkeklik (*Tetraogallus caspius*) için farklı iklim senaryolarına göre 2050 yılına ait RCP 8.5 gelecek öngörülleri

Urkeklik türü için 2070 yılına ait model çıktıları RCP 2.6 için Şekil 14’de, RCP 4.5 için Şekil 15’te, RCP 8.5 için Şekil 16’da gösterilmektedir. Urkeklik türü için 2070 öngörülerinde dağılım alanı daralması açık bir şekilde görülmektedir. RCP 8.5

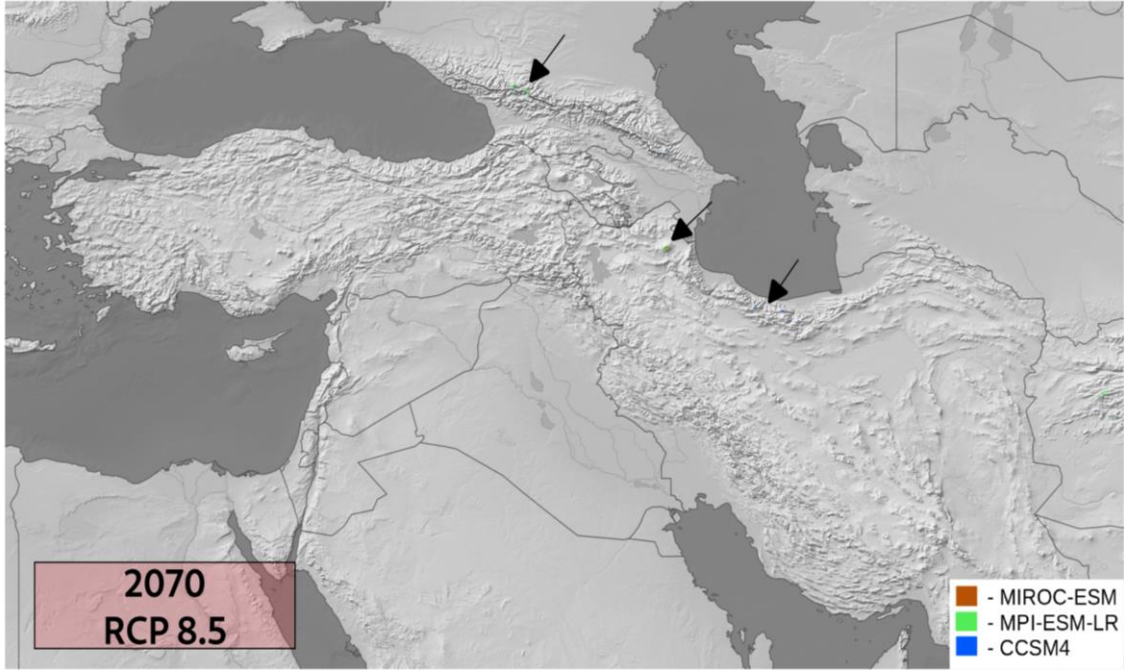
projeksiyonuna ait model çıktısında büyük ölçüde uygun dağılım alanlarının kaybı söz konusudur.



Şekil 14: Urkeklik (*Tetraogallus caspius*) için farklı iklim senaryolarına göre 2070 yılına ait RCP 2.6 gelecek öngörülleri



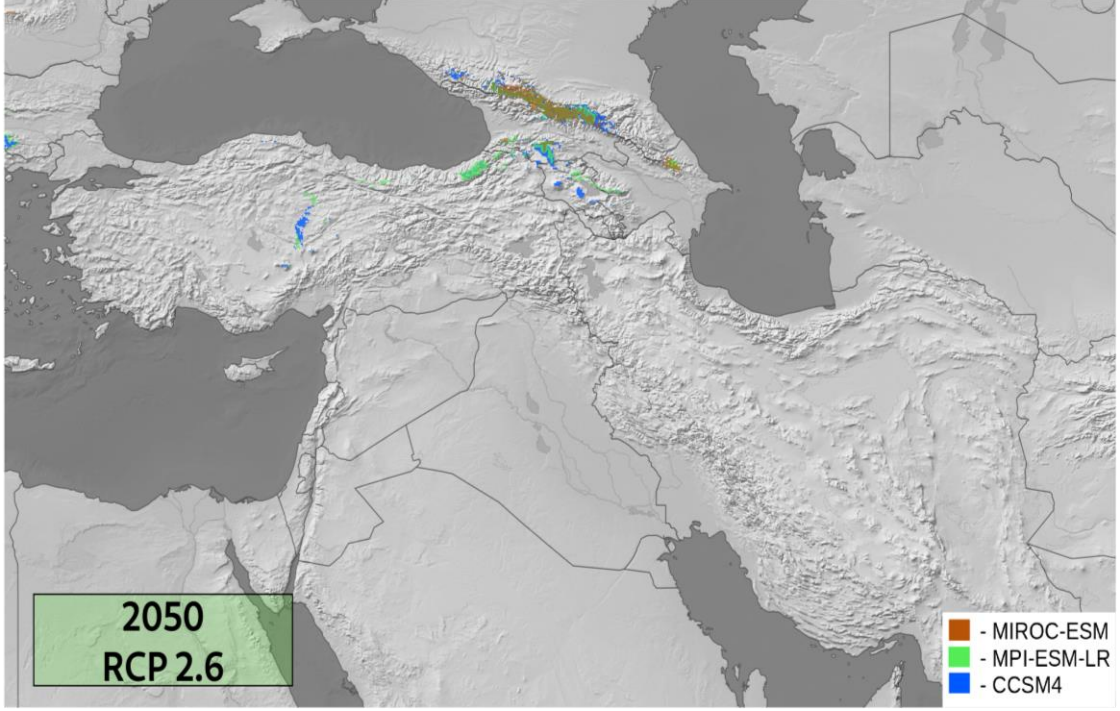
Şekil 15: Urkeklik (*Tetraogallus caspius*) için farklı iklim senaryolarına göre 2070 yılına ait RCP 4.5 gelecek öngörülleri



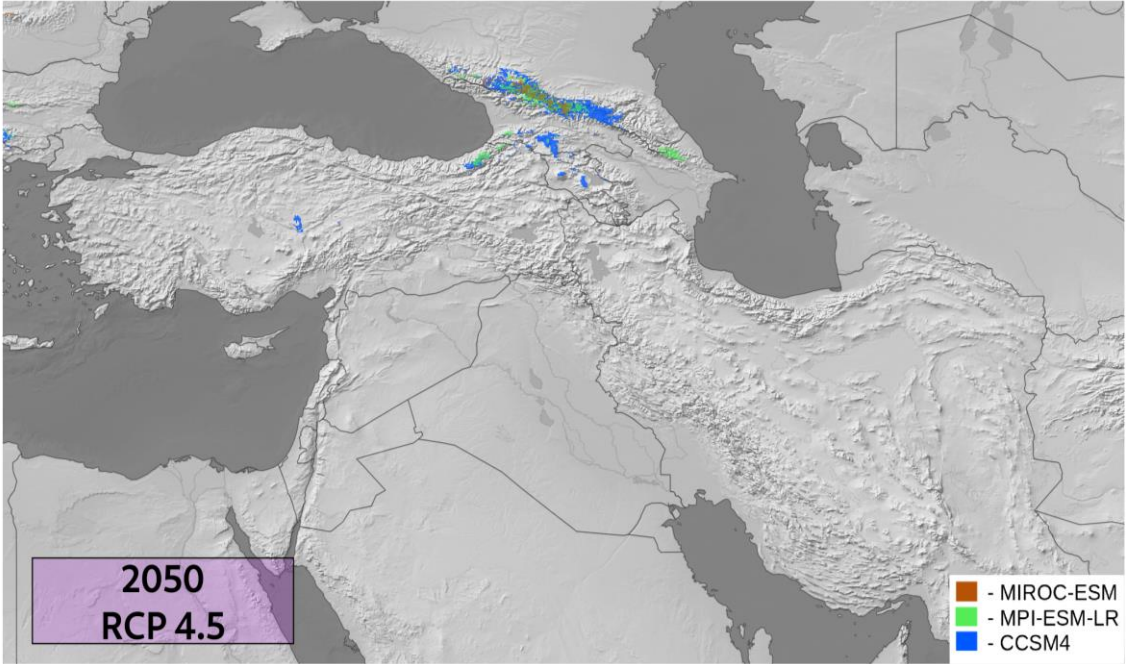
Şekil 16: Urkeklik (*Tetraogallus caspius*) için farklı iklim senaryolarına göre 2070 yılına ait RCP 8.5 gelecek öngörülleri

4.1.3.2. Dağ Horozu Gelecek Dağılım Modeli (2050 ve 2070 Yılları)

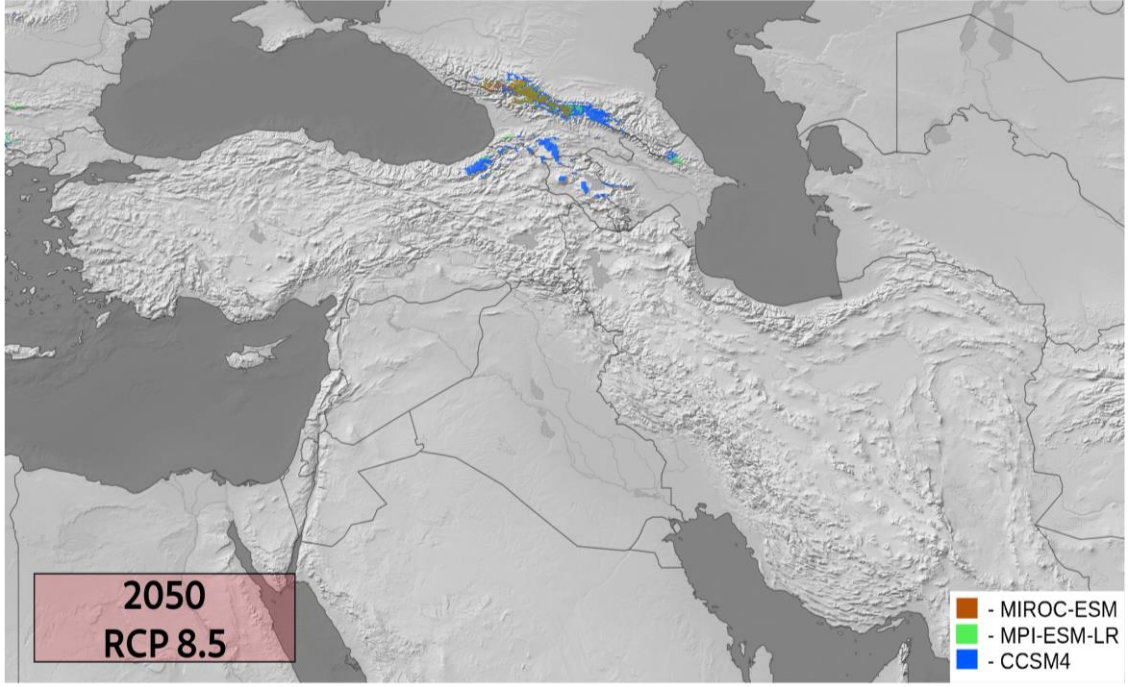
Dağ horozu için 2050 yılına ait öngörülleri çıktıkları RCP 2.6 için Şekil 17’de, RCP 4.5 için Şekil 18’de, RCP 8.5 için Şekil 19’da gösterilmiştir. 2050 yılında dağ horozu iklimsel olarak uygun olan dağılım alanlarından Doğu Karadeniz bölgesindeki alanı kaybettiği görülmektedir. Model çıktısına göre Türkiye’deki potansiyel dağılım alanları daralmıştır. Kafkas coğrafyasında ise uygun alanlar azalmış olsa da büyük oranda uygun alanlar 2050 yılı için vardır.



Şekil 17: Dağ horozu (*Lyrurus mlokosiewiczzi*) için farklı iklim senaryolarına göre 2050 yılına ait RCP 2.6 gelecek öngörülleri

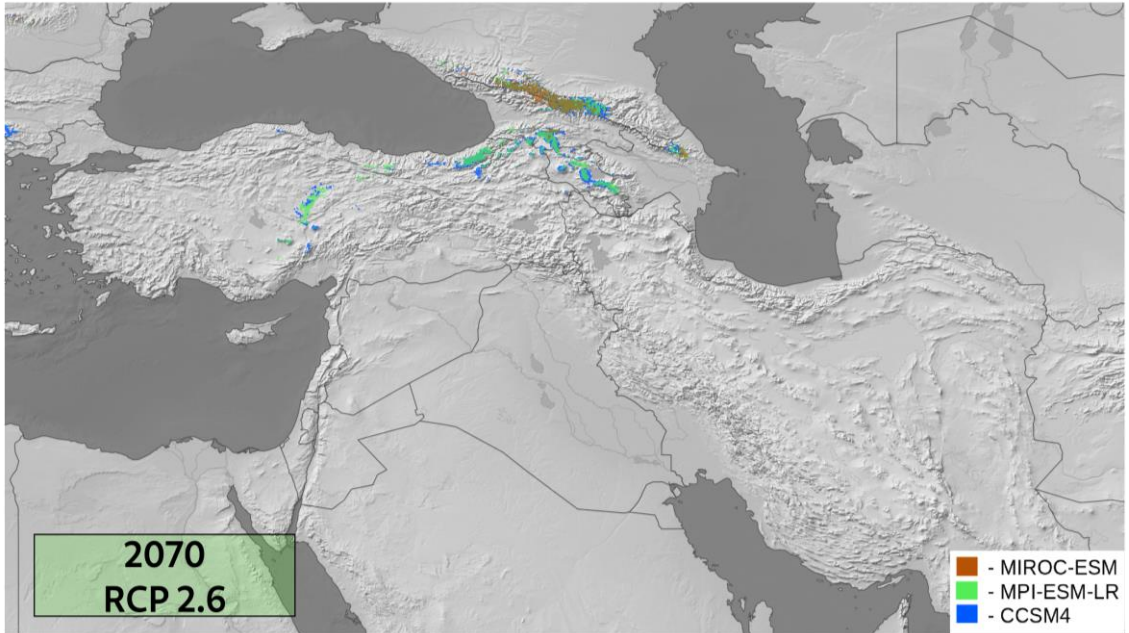


Şekil 18: Dağ horozu (*Lyrurus mlokosiewiczzi*) için farklı iklim senaryolarına göre 2050 yılına ait RCP 4.5 gelecek öngörülleri

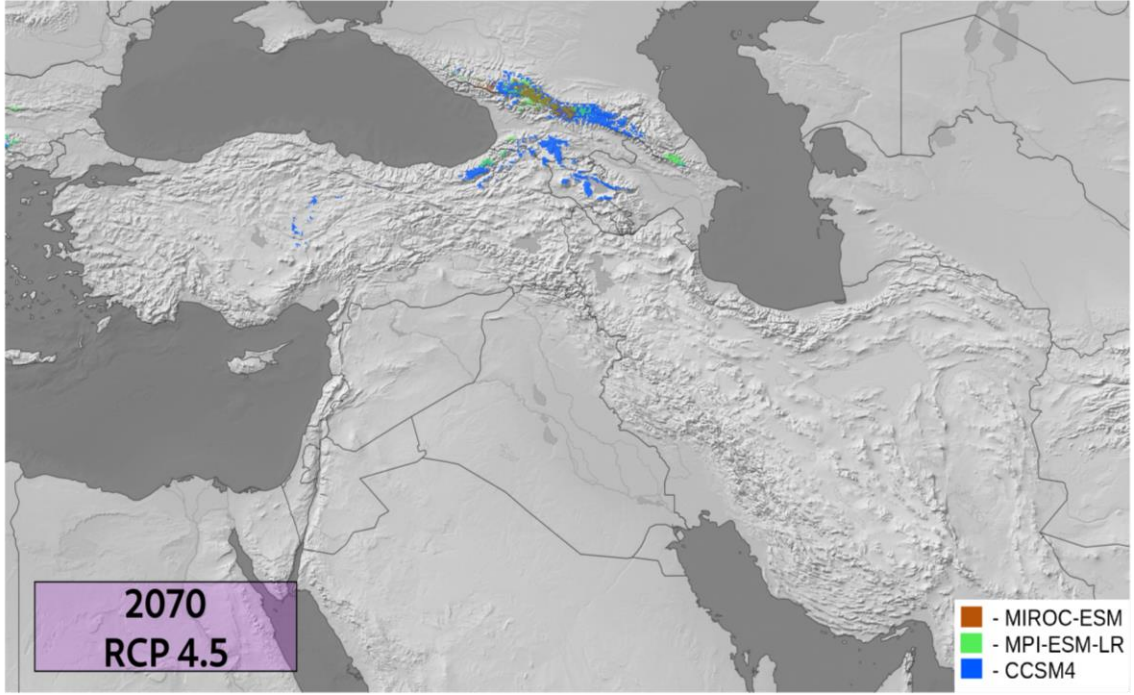


Şekil 19: Dağ horozu (*Lyrurus mlokosiewiczzi*) için farklı iklim senaryolarına göre 2050 yılına ait RCP 8.5 gelecek öngörülleri

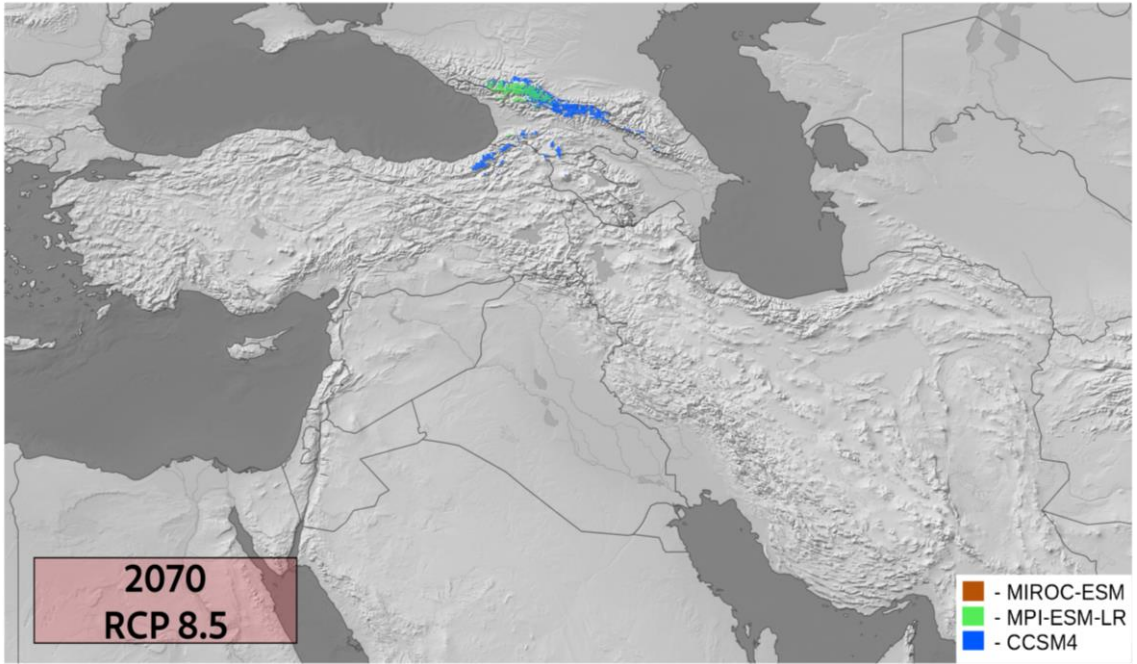
Dağ horozu 2050 yılı öngörülenin aksine 2070 yılında uygun dağılım alanlarını büyük oranda kaybedecektir. 2070 yılı model çıktılarında en kötü senaryoya göre tür için yalnızca Kafkasların kuzeybatısında uygun alanların kaldığı görülmektedir. Dağ horozuna ait 2070 yılı öngörülleri çıktıları RCP 2.6 için Şekil 20’de, RCP 4.5 için Şekil 21’de, RCP 8.5 için Şekil 22’de verilmiştir.



Şekil 20: Dağ horozu (*Lyrurus mlokosiewiczzi*) için farklı iklim senaryolarına göre 2070 yılına ait RCP 2.6 gelecek öngörülleri



Şekil 21: Dağ horozu (*Lyrurus mlokosiewiczzi*) için farklı iklim senaryolarına göre 2070 yılına ait RCP 4.5 gelecek öngörülleri

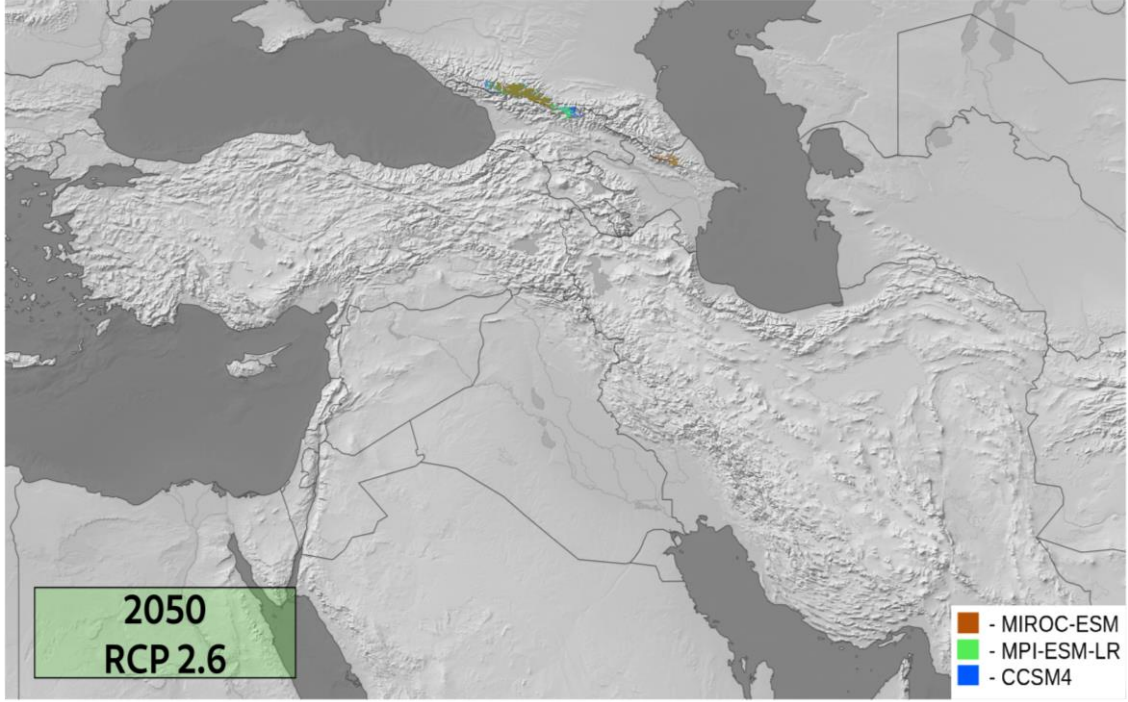


Şekil 22: Dağ horozu (*Lyrurus mlokosiewiczzi*) için farklı iklim senaryolarına göre 2070 yılına ait RCP 8.5 gelecek öngörülleri

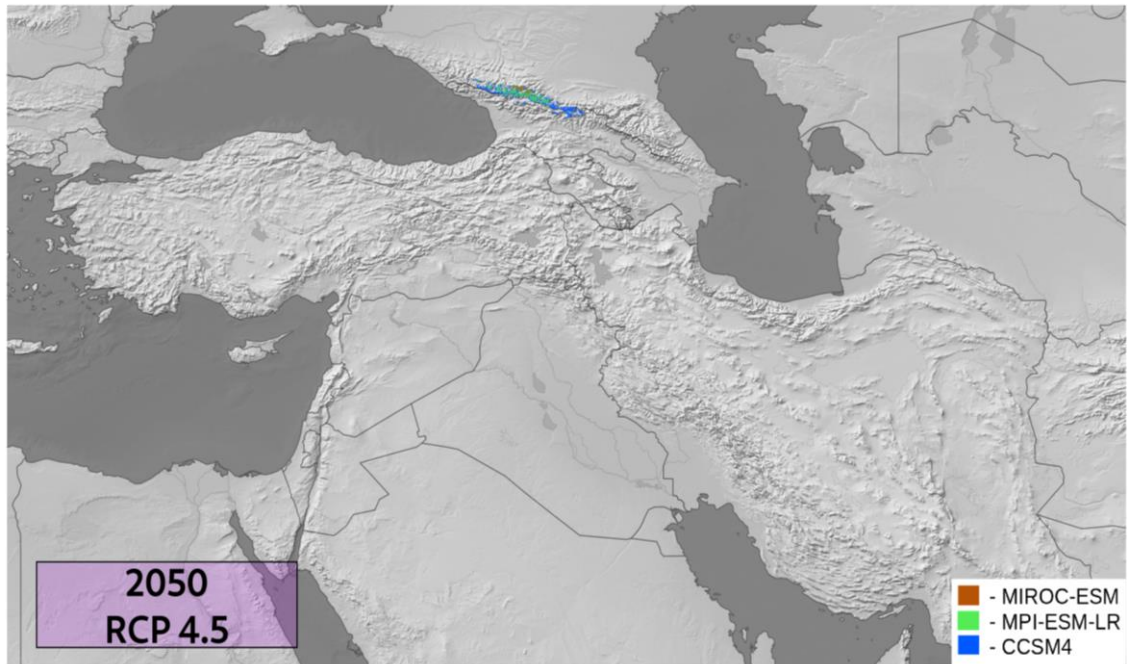
4.1.3.3. Kafkas Urkeklığı Gelecek Dağılım Modeli (2050 ve 2070 Yılları)

Kafkas urkeklığı için 2050 yılına ait gelecek öngörülleri çıktıkları RCP 2.6 için Şekil 23'te, RCP 4.5 için Şekil 24'te, RCP 8.5 için Şekil 25'te gösterilmiştir. RCP 2.6

projeksiyonunda iklimsel olarak uygun alanlarından Kafkasların doğusunda yer alan kısmı kaybetmesi söz konusudur. En kötümser senaryoda ise bu durum daha büyük oranda ilerlemiş ve tür için uygun alanlar sadece Kafkasların kuzey batısı kaldığı model çıktılarında görülmektedir.



Şekil 23: Kafkas urkeklığı (*Tetraogallus caucasicus*) için farklı iklim senaryolarına göre 2050 yılına ait RCP 2.6 gelecek öngörülleri

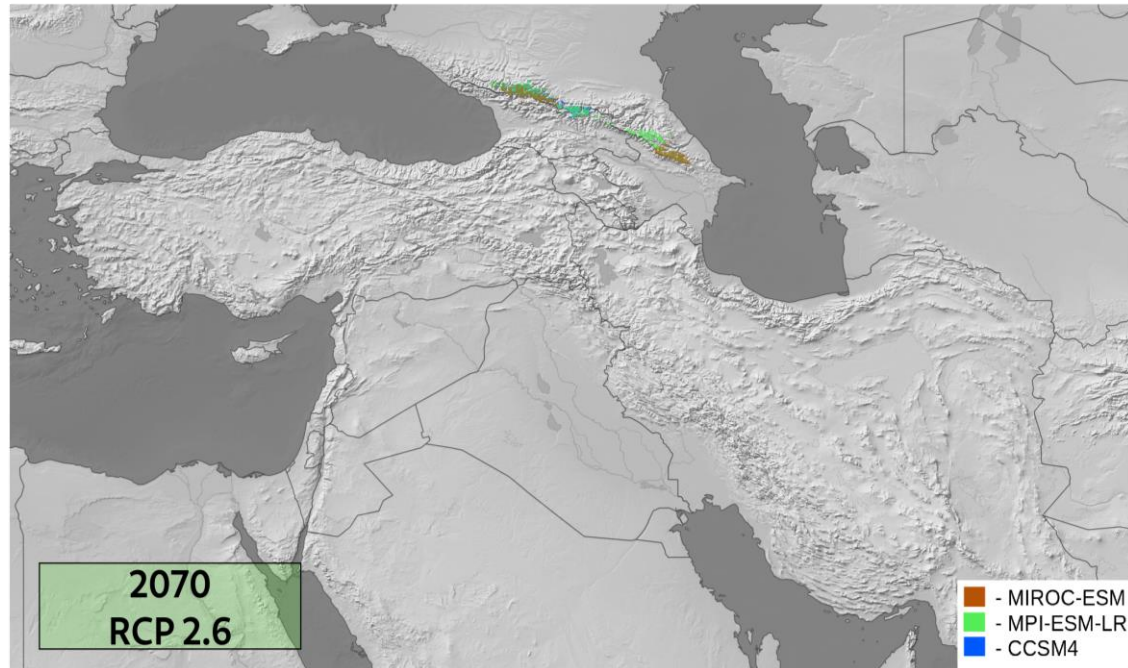


Şekil 24: Kafkas urkeklığı (*Tetraogallus caucasicus*) için farklı iklim senaryolarına göre 2050 yılına ait RCP 4.5 gelecek öngörülleri

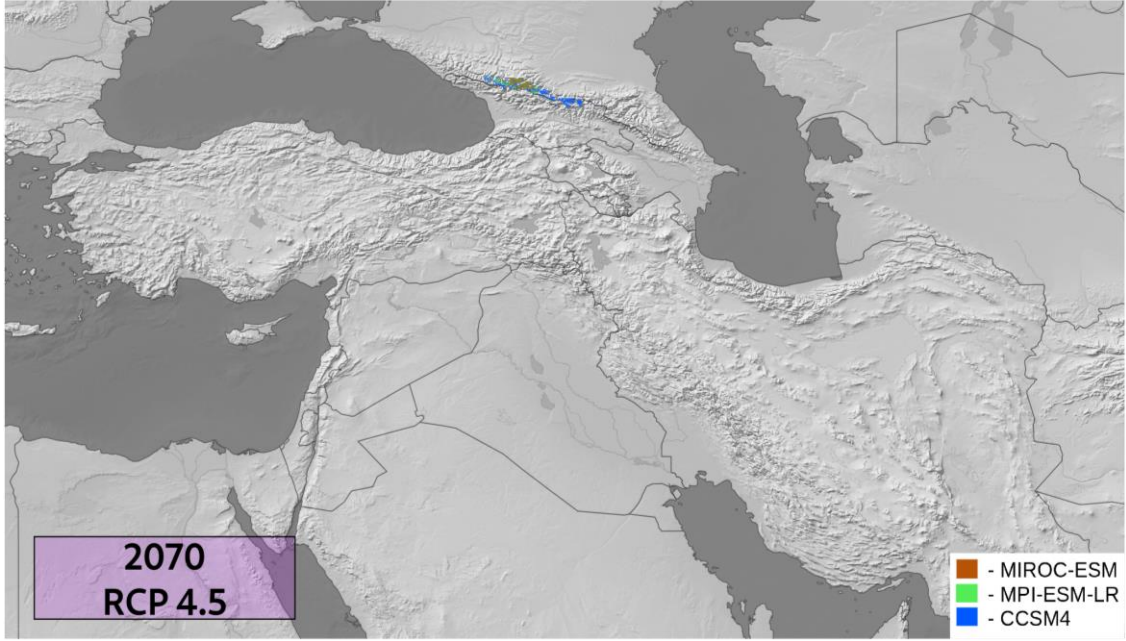


Şekil 25: Kafkas urkeklği (*Tetraogallus caucasicus*) için farklı iklim senaryolarına göre 2050 yılına ait RCP 8.5 gelecek öngörülleri

Kafkas urkeklği için gelecek öngörüllerin 2070 yılına ait model çıktıları çıktıları RCP 2.6 için Şekil 26’da, RCP 4.5 için Şekil 27’de, RCP 8.5 için Şekil 28’de gösterilmiştir. 2070 verilerinde Kafkas urkeklği uygun alanlarının büyük bir kısmını kaybedeceği yapılan model ile öngörüllmüştür. Bu alanların kaybı RCP’nin tüm projeksiyonlarında ciddi bir şekilde görülmektedir.



Şekil 26: Kafkas urkeklği (*Tetraogallus caucasicus*) için farklı iklim senaryolarına göre 2070 yılına ait RCP 2.6 gelecek öngörülleri



Şekil 27: Kafkas urkeklığı (*Tetraogallus caucasicus*) için farklı iklim senaryolarına göre 2070 yılına ait RCP 4.5 gelecek öngörülleri



Şekil 28: Kafkas urkeklığı (*Tetraogallus caucasicus*) için farklı iklim senaryolarına göre 2070 yılına ait RCP 8.5 gelecek öngörülleri

4.2. Tartışma

Bu çalışmada yüksek rakım türlerinden urkeklik, Kafkas urkeklığı ve dağ horozunun iklim değişimine verdiği cevaplar, geçmiş ve gelecek öngörülleri doğrultusunda

incelenmiştir. Sonuçlar, geçmiş ve gelecek öngörülerinde, bu üç tür için benzer dağılım değişimlerinin söz konusu olduğunu göstermiştir.

Bu tez çalışması için yapılan ekolojik niş modellemesinde türlerin coğrafi dağılımlarını belirlemede en fazla katkı yapan biyo-iklimsel değişkenlerin sıcaklıkla ilişkili olduğu ortaya konmuştur. Urkeklik ve dağ horozu için en önemli ortak değişken yıllık ortalama sıcaklık olarak belirlenmiştir. Yıllık ortalama sıcaklık, kuşlar söz konusu olduğunda yüksek rakım türleri için belirleyici bir abiyotik faktör olarak değerlendirilebilir [64, 65]; çünkü, Avrupa'da düşük sıcaklıklarda üreyen kuş türlerinin popülasyon değişim ve dağılım dinamikleri sıcak ortamlarda üreyen popülasyonlara göre çok daha hassastır [66]. Kafkas urkekliği için ise en önemli değişken en sıcak ayın maksimum sıcaklığı olarak belirlenmiştir. Kafkas bölgesi için en sıcak aylar yaz mevsimini kapsayacak şekilde haziran, temmuz ve ağustos ayları olarak belirtilmiştir. Bu aylar arasındaki en sıcak ay ise temmuz ayıdır [67]. Dünya genelinde en sıcak ay ağustos ayı değerlendirilirken Kafkas coğrafyasında en sıcak ayın temmuzdur [67]. Bu durum dünyada sadece Kafkas coğrafyasında dağılım gösteren Kafkas urkekliğinin nişini gerçekleştirebilmesi için önemli bir detaydır [67]. Model çıktıları da türün bu özelliğini destekler niteliktedir. Bu sebeple türü etkileyen en önemli biyo-iklimsel değişken en sıcak ayın maksimum sıcaklığı çıkmıştır. Dünya ortalama yüzey sıcaklıklarındaki değişim son 30 yıldır artarak devam etmektedir [68]. Artışın Avrupa üreyen kuş türleri üzerine yansımaları da dağılım değişimleri olarak kendini göstermiştir [33]. Bu değişimler ılıman kuşaktaki pek çok kuş türü için genişleme yönünde olurken, bu çalışmanın konusu olan yüksek rakım türlerinde daralma yönünde olmuştur [69].

Buradaki temel sorun da özellikle soğuk bölgelerin coğrafi olarak nereye kadar devamlılığını sürdüreceği ve bu doğrultuda soğuk seven türlerin coğrafi olarak hayatta kalabilecek yer bulup bulamayacağıdır. Brambilla ve arkadaşları [70] tarafından yapılan çalışma, küresel ısınmaya bağlı olarak yüksek rakım türlerin üreme alanlarının kar örtüsüne bağlı olduğunu göstermiştir. Bu sonuç, bu çalışmaya konu olan üç tür için geçerli olabilir; çünkü, bu çalışmadaki her bir türün dağılımı sıcaklıkla ilgili bir değişkene, kullanılan diğer biyo-iklimsel değişkenlerden daha çok bağımlıdır. Dolayısıyla, yukarıda belirtilen sorunun cevabı, türlerin yakın gelecekte yok olma riskiyle

karşı karşıya kalması olacaktır. Jetz ve arkadaşları [71], küresel ısınmaya bağlı iklim değişiminin 2050 yılına kadar 400 kuş türünün dağılımlarının daralmasına neden olacağını bildirmiştir. Aynı çalışma, bu sayının 2100 yılına kadar 900 kuş türünü bulacağını da göstermiştir. Şekercioğlu ve arkadaşları [39] yüksek rakım türlerindeki yok olma riskinin tüm kuşların yok olma riskine göre çok daha yüksek olduğunu belirtmiştir.

Habitat kaybı yok olma senaryolarında ana eksene oturan bir problem olarak karşımıza çıkmaktadır [72]. Bu problemin bir nedeni iklim değişimiyken, bir diğer neden insan baskısı sonucu türlerin habitatlarının parçalanması ya da ortadan kalkmasıdır. Biyocoğrafyanın temel birimi türlerin dağılım alanlarıdır [2]. Türler yok olma riskiyle karşılaştıklarında da değerlendirilmesi gereken temel kriter türlerin coğrafi dağılım alanlarıdır. Bu çalışmada, bu kriteri dikkate alarak üç yüksek rakım türünün dağılım alanı ekolojik niş modeli yaklaşımı ile modellenmiştir. Elde edilen çıktılar türlerin bilinen dağılımlarıyla uyum sergilediği için geçmiş ve gelecek öngörülerinin rastgele sonuçlar olmadığı kabul edilmiştir. Yüksek AUC değerleri bu durumu doğrular niteliktedir. Dolayısıyla üç tür de iklime cevap veren, iklimle dengede bir dağılım örüntüsü sergilemişlerdir [41].

Yüksek rakım türleri genellikle yürüyen merdiven etkisi nedeniyle dar coğrafi alanlara endemik türler kadar yok olma riskiyle karşı karşıyadırlar [8]. Bu nedenle orta ve uzun vadeli koruma eylem planlarının iklim değişimi senaryoları dikkate alınarak yapılması gerekmektedir. Freeman ve arkadaşları [8], son 30 yıl içinde Güney Amerika Ant Dağlarına endemik yüksek rakım türlerinden en az dördünün yok olduğunu belgelemiştir. Bu durum Orta Doğu coğrafyasında dağılım gösteren ve bu çalışmanın konusu olan üç tür için de geçerli olabilir. Söz konusu türler hem iklim değişimine bağlı olarak gelecekte dağılımlarını daraltırken ve/veya kaybederken üzerlerinde baskı oluşturan habitat parçalanması ve avlanma problemiyle de tehdit altına gireceklerdir. IUCN kırmızı listesinde (urkeklik [52], Kafkas urkekliği [50], dağ horozu [51]) türlerin koruma statüleri düşük tehdit statüleri ile belirtilmiştir; fakat, bu durum elde edilen sonuçlara göre gelecekte hızla değişim gösterecek gibi görülmektedir.

Gelecek öngörülerini için türlerin neslini tehlikeye sokacak bir başka durum ise rekabet ve/veya hibritleşme olabilir. Çalışmada yer alan kuş türleri için benzer nişe sahip türler ile gelecekte alan için rekabet etmesi söz konusudur. Örneğin çil keklik (*Perdix perdix*) ve kınalı keklik (*Alectoris chukar*) gibi. Ayrıca urkeklik için yapılan gelecek 2050 ve 2070 yıllarındaki modelde Kafkas coğrafyasında uygun alanlar bulunmaktadır. Ancak bu alanlar Kafkas urkekliğinin dağılım alanıyla çakışmaktadır. Urkekliğin gelecekte Kafkas urkeklinin alanı ile çakışması birçok biyolojik etkiyi de beraberinde getirecektir. Alan ve besin için rekabete girebileceği gibi hibritleşerek popülasyonun çöküşüne de neden olabilir. Yakın akraba olan bu ikin türün hibritleşmesinin yüksek ihtimal olduğu düşünülürse gelecekte iki türden birinin ortadan kalkması söz konusu olabilir. Amerika dikkuyrğunun (*Oxyura jamaicensis*) İngiltere'ye getirilmesi ve daha sonrasında tüm Avrupa'yı kolonize ederek dikkuyruk popülasyonunun çökmesine sebep olan hibritleşme örneği bu durumun çalışmadaki türlerde de gerçekleşebileceği düşüncesini desteklemektedir [73]. Bu sebeple çalışmadaki türleri sadece iklim değişikliği gibi abiyotik faktörler değil biyotik etkileşimler de türlerin geleceğini tehdit etmektedir.

Geniş ölçekte Orta Doğu coğrafyası ve dar ölçekte de Türkiye, kuşlar için Son Buzullar Arası dönemde önemli bir sığınak olarak değerlendirilmiştir [12, 74]. Son Buzul Maksimumu döneminde ılıman kuşakta dağılım gösteren kuş türleri kendileri için uygun olan buzul sığınaklarına çekilmişlerdir. Ancak tez çalışmasına konu olan üç tür de dağılım alanlarını bu dönemde genişletmiştir. Bu durum ılıman kuşakta Son Buzul Maksimumu için bilinen paradigmadan farklılık göstermektedir [11]. Bu paradigmaya göre dağılım modelleri Son Buzul Maksimumunda birçok omurgalı türü için dağılımların daraldığını göstermektedir. Ancak, Anadolu ve Kafkas coğrafyası özelinde dağılım gösteren organizmalar için daralma buzullar arası dönemlere denk gelmektedir. Yüksek rakım türlerine odaklandığımız bu tezde, sonuçlar verilen paradigmaya uygun şekilde olmamıştır [11, 75]. Dolayısıyla, Perктаş ve arkadaşları [12, 74] çalışmalarını destekler nitelikte üç tür Son Buzul Maksimum döneminde dağılımlarını genişletmiştir. Bu sonuç neredeyse Türkiye endemiği olan bir memeli türüyle (Anadolu yer sincabı, *Spermophilus xanthoprimum*) uyumlu sonuçlar vermiştir [15]. Böylelikle yüksek rakımda dağılım gösteren türlerin sıcaklık değişimine bağlı olarak dağılım alanlarını değiştirdiği gösterilmiştir.

Tez çalışmasındaki Alpin kuş türlerinde görülen buzul dönemlerinde genişleme, buzullar arası dönemde ise daralma örüntüsü benzer Alpin türlerle yapılan çalışmalarla da paralellik göstermektedir. Longying ve arkadaşlarının [76] yaptığı çalışmada Himalayalar'da bulunan Himalaya urkekliliğinin (*Tetraogallus himalayensis*) haplotip ağı yıldız şekilli filogeniye işaret etmektedir. Bu da buzullar arası dönemlerde türün genetik dar boğaza girdiğine, buzul dönemlerde ise popülasyonun genişlediğine işaret etmektedir [76]. Genetik örüntülerinin ortaya konması çalışmadaki türlerin geçmiş dağılım alanlarının daha iyi araştırılmasını sağlayarak gelecekteki dağılım alanlarının belirlenmesi ve korunacak bölgelerin tespit edilmesine ışık tutacaktır. Bu sebeple tez çalışması dahilinde yapılan ekolojik niş modellemesi gelecek çalışmalara yol gösterici olup genetik çeşitliliğin araştırılması gerektiğine vurgu yapmaktadır.

Elde edilen sonuçlar ölçeğinde, teze konu olan üç kuş türü için gelecek öngörülerini yakın geçmişten farklılık göstermiştir. Türler, yakın gelecekte kendi tarihlerinde yaşamadıkları bir hızla uygun iklimsel alanların kaybına maruz kalacaklardır. Bu durum dikkate alınarak, üç tür için koruma stratejileri ve eylem planları hızla hazırlanmalı, hazırlanan raporlar iklim değişimi ve biyoçeşitlilik krizine neden olan insan faaliyetleri gözlenerek sürekli güncellenmelidir. Bu tez, koruma çalışmalarına zemin hazırlamak üzere ekolojik modelleme mantığı doğrultusunda dağılım değişimlerine ait sonuçları içermektedir. Ancak bu sonuçlar tek başına yeterli olmayacağı için, bu çalışmayı dikkate alarak yeni çalışma tasarımlarının yapılmasına kesinlikle ihtiyaç vardır. Bunlar, kuş izleme çalışmaları, genetik çalışmalar vb. Yeni çalışmaların yapılabilmesi için daha fazla konum bilgisine ihtiyaç vardır. Günümüz için model sonuçları, türün bilinen dağılım alanıyla büyük çoğunlukta uyumlu olsa da kuş izleme çalışmalarının artırılması ya da farklı takip sistemleri ile izlenmesi modelin bakış açısı ve değerlendirme aralığını artırabilir. Ayrıca çalışmadaki türlerin korunması için genetik araştırmalar biyoçeşitlilik çalışmalarına dahil edilmelidir. Türe ait özgün haplotiplerin belirlenmesi ve genetik çeşitliliğin yüksek olduğu noktaların tespit edilmesi ile bu alanların türler için korunan alan statüsü değerlendirilmelidir.

Son olarak ekolojik niş modellerinde sadece abiyotik faktörler üzerinden değerlendirme yapıldığı düşünülse de gözlem verileri hesaba katıldığında biyotik faktörlerin de modelin

içerisinde dolaylı olarak yer aldığı görülebilir. Modelde kullanılan organizmanın farklı bir coğrafyaya disperse olması, benzer nişlere sahip canlılar ile rekabete girmesi gibi biyolojik ilişkiler modelin çıktıları ile tartışma kısmında değerlendirilmiştir. Ancak çalışmadaki türlerin gelecekteki biyolojik ilişkileri öngörülemediği için var olan nişleri üzerinden değerlendirme yapılmış ve dağılım alanlarını büyük oranda kaybedeceği öngörüsüne ulaşılmıştır.

5. YORUM

Orta Doğu ve Kafkas coğrafyası, çok fazla endemik tür içermesi ve zengin bir genetik çeşitliliğe sahip olması nedeniyle sıcak nokta özelliği taşımaktadır [77]. Biyoçeşitlilik krizi bu bölgedeki yüksek rakım türlerini ve onlara ait yüzyıllardır var olan genetik mirası dikkat çekici şekilde tehlikeye sokacaktır. Küresel ısınmanın yanında antropojenik etkiler sonucu alpin coğrafyanın tahribatı da bu sıcak noktalarda yaşayan alpin türleri yok oluşa sürüklemektedir.

Buzul dönemlerinde ılıman kuşak türleri dağılım alanlarını güney enlemlere kaydırırlar. Ancak alpin ve endemik türlerden çalışılan üç tür bu durumun tersini göstermektedir. Buzul dönemlerde dağılımlarını genişletmekte ve sıcak dönemlerde dağılımlarını daraltmaktadır. Antroposen kaynaklı iklim değişimi sonucunda iklimin endüstri öncesi döneme kıyasla 1.5 - 5 °C arasında bir ısınmaya maruz kalacağı öngörülmektedir. Yapılan çalışmaya göre bu ısınmanın günümüzde sınırlı bir coğrafyada dağılım gösteren göç etmeyen üç kuş türünün yok oluşuna zemin oluşturacağı öngörülmektedir.

Hem çalışmadaki türler hem de küresel ölçekte biyoçeşitliliğin korunması için buradaki sıcak noktalara odaklanmamız gerekir. Kafkas coğrafyasında birçok korunan alan ve milli park bulunmaktadır. Yapılan çalışmada türlerin dağılımlarının birçok korunan alan ile örtüştüğü görülmüştür. Dağılım alanları korunan alanlarla örtüşse bile iklim değişikliği etkisi ile türler dağılımlarını daraltacaktır. Bu durum da hem alpin ekosistemin hem de çalışılan türlerin geleceğini bu bölgelerde sıkıntıya sokacağını öngörmektedir. Çalışmadaki türlerin devamlılığı için bu alanlarda gerçekleştirilen biyoçeşitlilik çalışmaları devam ettirilmeli ve artırılmalıdır. Yapılan çalışma ile türlerin iklim değişimine ve küresel ısınmaya hassasiyeti gösterilmiştir.

6. KAYNAKLAR

- [1] M. Türkeş, Biyocoğrafya: Bir paleocoğrafya ve ekoloji yaklaşımı, Kriter 2015
- [2] M.V. Lomolino, B.R. Riddle, R.J. Whittaker, Biogeography, 2017.
- [3] C.B. Cox, P.D. Moore, R.J. Ladle, Biogeography: an ecological and evolutionary approach, John Wiley & Sons 2016.
- [4] H.Q. Crick, The impact of climate change on birds, Ibis, 146 (2004) 48-56.
- [5] V. Devictor, R. Julliard, D. Couvet, F. Jiguet, French birds lag behind climate warming, Nature Precedings, (2007) 1-1.
- [6] IPBES, Global Assessment Report on Biodiversity and Ecosystem Services, (2019).
- [7] W. Thuiller, S. Lavergne, C. Roquet, I. Boulangeat, B. Lafourcade, M.B. Araujo, Consequences of climate change on the tree of life in Europe, Nature, 470 (2011) 531-534.
- [8] B.G. Freeman, M.N. Scholer, V. Ruiz-Gutierrez, J.W. Fitzpatrick, Climate change causes upslope shifts and mountaintop extirpations in a tropical bird community, Proceedings of the National Academy of Sciences, 115 (2018) 11982-11987.
- [9] A.T. Peterson, J. Soberón, R.G. Pearson, R.P. Anderson, E. Martínez-Meyer, M. Nakamura, M.B. Araújo, Ecological niches and geographic distributions (MPB-49), Princeton University Press 2011.
- [10] M. Türkeş, İklim değişiklikleri: Kambriyen'den Pleyistosen'e, Geç Holosen'den 21. yüzyıl'a, Ege Coğrafya Dergisi, 22 (2013) 1-25.
- [11] G.M. Hewitt, Post-glacial re-colonization of European biota, Biological journal of the Linnean Society, 68 (1999) 87-112.
- [12] U. Perktaş, H. Gür, İ.K. Sağlam, E. Quintero, Climate-driven range shifts and demographic events over the history of Kruper's nuthatch *Sitta krueperi*, Bird Study, 62 (2015) 14-28.
- [13] U. Perktaş, H. Gür, E. Ada, Historical demography of the Eurasian green woodpecker: integrating phylogeography and ecological niche modelling to test glacial refugia hypothesis, Folia Zoologica, 64 (2015) 284-295.
- [14] K.D. Bennett, J. Provan, What do we mean by 'refugia'?, Quaternary Science Reviews, 27 (2008) 2449-2455.
- [15] H. Gür, The effects of the Late Quaternary glacial-interglacial cycles on Anatolian ground squirrels: range expansion during the glacial periods?, Biological Journal of the Linnean Society, 109 (2013) 19-32.

- [16] C. Elverici, Phylogeography of Rock Nuthatches: an integrated approach, (2018).
- [17] E.D. Ülker, Ç. Tavşanoğlu, U. Perktaş, Ecological niche modelling of pedunculate oak (*Quercus robur*) supports the ‘expansion–contraction’ model of Pleistocene biogeography, *Biological Journal of the Linnean Society*, 123 (2018) 338-347.
- [18] İ. Atalay, Kuvaterner’deki iklim değişmelerinin Türkiye doğal ortamı üzerindeki etkileri, *Türkiye Kuvaterner Sempozyumu*, (2005) 121-128.
- [19] B. Gönençgil, Doğal süreçler açısından iklim değişikliği ve insan, Çantay Yayınevi, (2008).
- [20] IPCC, *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change 2021*.
- [21] IPCC, *Climate change 2007: synthesis report*, 2007.
- [22] IPCC, *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability*, 2014.
- [23] A.T. Peterson, Projected climate change effects on Rocky Mountain and Great Plains birds: generalities of biodiversity consequences, *Global Change Biology*, 9 (2003) 647-655.
- [24] K. Mokany, S. Ferrier, T.D. Harwood, C. Ware, M. Di Marco, H.S. Grantham, O. Venter, A.J. Hoskins, J.E. Watson, Reconciling global priorities for conserving biodiversity habitat, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 117 (2020) 9906-9911.
- [25] U. Perktaş, C. Elverici, Climate-driven range shifts of the Sharp-tailed Grouse *Tympanuchus phasianellus*, *Acta Ornithologica*, 54 (2020) 213-222.
- [26] M.C. Urban, J.J. Tewksbury, K.S. Sheldon, On a collision course: competition and dispersal differences create no-analogue communities and cause extinctions during climate change, *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 279 (2012) 2072-2080.
- [27] A. Lehikoinen, A. Lindén, M. Karlsson, A. Andersson, T.L. Crewe, E.H. Dunn, G. Gregory, L. Karlsson, V. Kristiansen, S. Mackenzie, Phenology of the avian spring migratory passage in Europe and North America: Asymmetric advancement in time and increase in duration, *Ecological Indicators*, 101 (2019) 985-991.
- [28] N.K. Lany, M.P. Ayres, E.E. Stange, T.S. Sillett, N.L. Rodenhouse, R.T. Holmes, Breeding timed to maximize reproductive success for a migratory songbird: the importance of phenological asynchrony, *Oikos*, 125 (2016) 656-666.

- [29] C. Remacha, C. Rodríguez, J. de la Puente, J. Pérez-Tris, Climate change and maladaptive wing shortening in a long-distance migratory bird, *The Auk*, 137 (2020) ukaa012.
- [30] J.B. Socolar, P.N. Epanchin, S.R. Beissinger, M.W. Tingley, Phenological shifts conserve thermal niches in North American birds and reshape expectations for climate-driven range shifts, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114 (2017) 12976-12981.
- [31] M.T. Burrows, D.S. Schoeman, L.B. Buckley, P. Moore, E.S. Poloczanska, K.M. Brander, C. Brown, J.F. Bruno, C.M. Duarte, B.S. Halpern, The pace of shifting climate in marine and terrestrial ecosystems, *Science*, 334 (2011) 652-655.
- [32] I.-C. Chen, J.K. Hill, R. Ohlemüller, D.B. Roy, C.D. Thomas, Rapid range shifts of species associated with high levels of climate warming, *Science*, 333 (2011) 1024-1026.
- [33] V. Keller, Herrando, S., Voříšek, P., Franch, M., Kipson, M., Milanese, P., Martí, D., Anton, M., Klvaňová, A., Kalyakin, M. V., Bauer, H.-G. & Foppen, R. P. B., EBBA2 European Breeding Bird Atlas 2: Distribution, Abundance and Change, 2020.
- [34] J.R. Courter, R.J. Johnson, C.M. Stuyck, B.A. Lang, E.W. Kaiser, Weekend bias in Citizen Science data reporting: implications for phenology studies, *International journal of biometeorology*, 57 (2013) 715-720.
- [35] K. Princé, B. Zuckerberg, Climate change in our backyards: the reshuffling of North America's winter bird communities, *Global change biology*, 21 (2015) 572-585.
- [36] K. Martin, K.L. Wiebe, Coping mechanisms of alpine and arctic breeding birds: extreme weather and limitations to reproductive resilience, *Integrative and comparative biology*, 44 (2004) 177-185.
- [37] C. Körner, *Alpine ecosystems*, e LS, (2001).
- [38] C. Körner, *Alpine plant diversity: a global survey and functional interpretations*, *Arctic and alpine biodiversity: Patterns, causes and ecosystem consequences*, Springer 1995, pp. 45-62.
- [39] C.H. Sekercioglu, S.H. Schneider, J.P. Fay, S.R. Loarie, Climate change, elevational range shifts, and bird extinctions, *Conservation biology*, 22 (2008) 140-150.
- [40] A.R. Hof, A.M. Allen, An uncertain future for the endemic Galliformes of the Caucasus, *Science of the Total Environment*, 651 (2019) 725-735.
- [41] D.N. Bravo, M.B. Araújo, T. Lasanta, J.I.L. Moreno, Climate change in Mediterranean mountains during the 21st century, *AMBIO: A Journal of the Human Environment*, 37 (2008) 280-285.

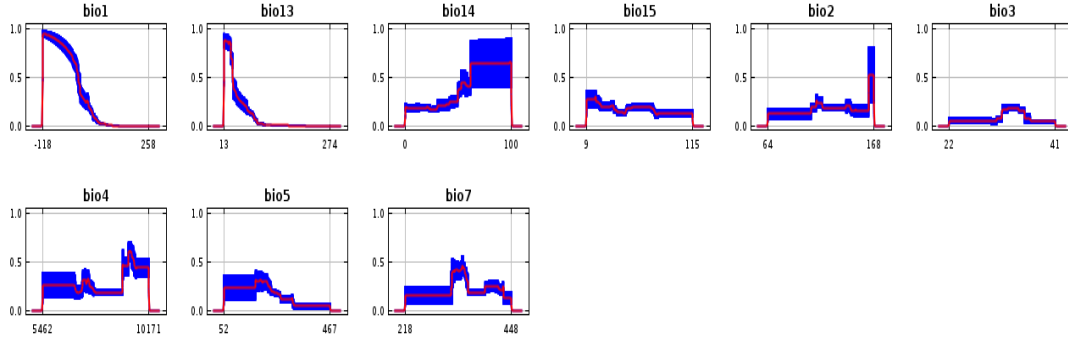
- [42] D. Hoffmann, M.F. de Vasconcelos, G.W. Fernandes, The fate of endemic birds of eastern Brazilian mountaintops in the face of climate change, *Perspectives in Ecology and Conservation*, 18 (2020) 257-266.
- [43] S. Cramp, D. Brooks, *Handbook of the birds of Europe, the Middle East and North Africa. The birds of the western Palearctic, vol. VI. Warblers*, oxford university Press, oxford 1992.
- [44] Trakus.org, Türkiye Kuş Listesi, Urkeklik, *Tetraogallus caspius* https://www.trakus.org/kods_bird/uye/?fsx=2fsdl17@d&tur=Urkeklik (Erişim Tarihi: 19.01.2022).
- [45] BirdLife, International 2021, Caspian snowcock, *Tetraogallus caspius* <http://datazone.birdlife.org/species/factsheet/caspian-snowcock-tetraogallus-caspius/details> (Erişim Tarihi: 19.01.2022).
- [46] Trakus.org, Türkiye Kuş Listesi, Dağ horozu, *Lyrurus mlokosiewiczzi* https://www.trakus.org/kods_bird/uye/?fsx=2fsdl17@d&tur=Da%F0horozu (Erişim Tarihi: 19.01.2022).
- [47] BirdLife, International 2021, Caucasian Snowcock, *Tetraogallus caucasicus* <http://datazone.birdlife.org/species/factsheet/22678661> (Erişim Tarihi 19.01.2022).
- [48] BirdLife, International 2021, Caucasian Grouse, *Lyrurus mlokosiewiczzi*, <http://datazone.birdlife.org/species/factsheet/caucasian-grouse-lyrurus-mlokosiewiczzi> (Erişim Tarihi: 19.01.2022).
- [49] J. Etzold, Analyses of vegetation and human impacts in the habitat of the Caucasian Black Grouse *Tetrao mlokosiewiczzi* in the Greater Caucasus/Azerbaijan, *Archiv für Naturschutzund Landschaftsforschung*, 44 (2005) 7-36.
- [50] IUCN, Red List of Threatened Species 2017: *Tetraogallus caucasicus* e.T22678661A111767442. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2017-1.RLTS.T22678661A111767442.en>. (Erişim Tarihi: 19.01.2022)
- [51] IUCN, Red List of Threatened Species 2016: *Lyrurus mlokosiewiczzi* e.T22679483A92815595. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-3.RLTS.T22679483A92815595.en>. (Erişim Tarihi: 19.01.2022)
- [52] IUCN, Red List of Threatened Species 2021: *Tetraogallus caspius* e.T22678664A166183484. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2021-3.RLTS.T22678664A166183484.en>. (Erişim Tarihi: 19.01.2022)
- [53] M.E. Cobos, A.T. Peterson, N. Barve, L. Osorio-Olvera, kuenm: an R package for detailed development of ecological niche models using Maxent, *PeerJ*, 7 (2019) e6281.

- [54] J. Grinnell, The niche-relationships of the California Thrasher, *The Auk*, 34 (1917) 427-433.
- [55] G.E. Hutchinson, A critical examination of the supposed relationship between phytoplankton periodicity and chemical changes in later waters, *Ecology*, 25 (1944) 3-26.
- [56] Ç. Karacaoğlu, *Isophya rizeensis* (Orthoptera: Tettigonidae) Türünün Ekolojik Niş Modellemesi, (2013).
- [57] S.J. Phillips, M. Dudík, R.E. Schapire, A maximum entropy approach to species distribution modeling, *Proceedings of the twenty-first international conference on Machine learning*, 2004, pp. 83.
- [58] R.J. Hijmans, S.E. Cameron, J.L. Parra, P.G. Jones, A. Jarvis, Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas, *International Journal of Climatology: A Journal of the Royal Meteorological Society*, 25 (2005) 1965-1978.
- [59] L.E. Escobar, A. Lira-Noriega, G. Medina-Vogel, A.T. Peterson, Potential for spread of the white-nose fungus (*Pseudogymnoascus destructans*) in the Americas: use of Maxent and NicheA to assure strict model transference, *Geospatial health*, 9 (2014) 221-229.
- [60] Y. Fourcade, J.O. Engler, D. Rödder, J. Secondi, Mapping species distributions with MAXENT using a geographically biased sample of presence data: a performance assessment of methods for correcting sampling bias, *PloS one*, 9 (2014) e97122.
- [61] C. Elverici, B.Ş. Önder, U. Perktas, Mitochondrial Differentiation and Biogeography of Rock Nuthatches, *Ardea*, 109 (2021) 1-13.
- [62] C.M. Hurvich, C.-L. Tsai, Regression and time series model selection in small samples, *Biometrika*, 76 (1989) 297-307.
- [63] J.M. Lobo, A. Jiménez-Valverde, R. Real, AUC: a misleading measure of the performance of predictive distribution models, *Global ecology and Biogeography*, 17 (2008) 145-151.
- [64] R.D. Gregory, S.G. Willis, F. Jiguet, P. Voříšek, A. Klvaňová, A. van Strien, B. Huntley, Y.C. Collingham, D. Couvet, R.E. Green, An indicator of the impact of climatic change on European bird populations, *PloS one*, 4 (2009) e4678.
- [65] F. Jiguet, A.S. GADOT, R. Julliard, S.E. Newson, D. Couvet, Climate envelope, life history traits and the resilience of birds facing global change, *Global Change Biology*, 13 (2007) 1672-1684.

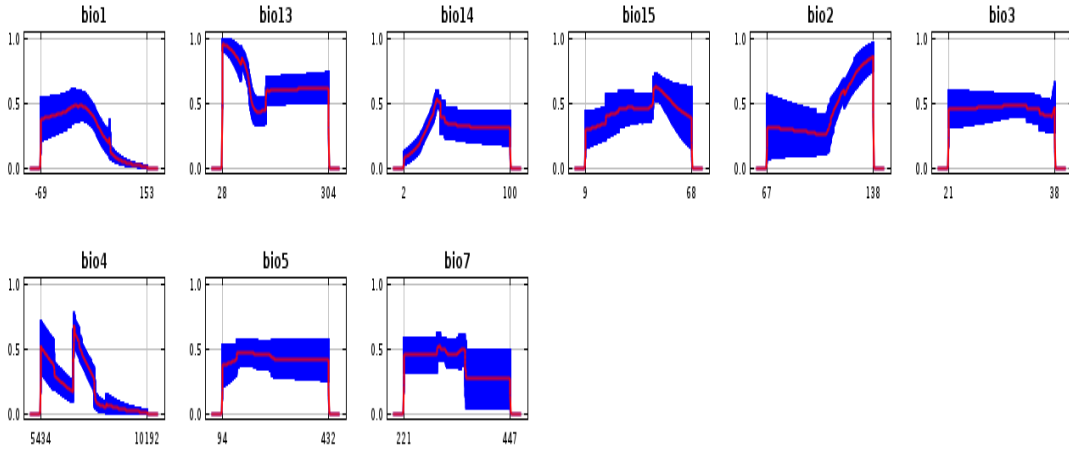
- [66] J. Flousek, T. Telenský, J. Hanzelka, J. Reif, Population trends of central European montane birds provide evidence for adverse impacts of climate change on high-altitude species, *PLoS One*, 10 (2015) e0139465.
- [67] S.E. Connor, E.V. Kvavadze, Modelling late Quaternary changes in plant distribution, vegetation and climate using pollen data from Georgia, Caucasus, *Journal of Biogeography*, 36 (2009) 529-545.
- [68] S.E. Fick, R.J. Hijmans, WorldClim 2: new 1-km spatial resolution climate surfaces for global land areas, *International journal of climatology*, 37 (2017) 4302-4315.
- [69] B.G. Freeman, J.A. Lee-Yaw, J.M. Sunday, A.L. Hargreaves, Expanding, shifting and shrinking: The impact of global warming on species' elevational distributions, *Global Ecology and Biogeography*, 27 (2018) 1268-1276.
- [70] M. Brambilla, J. Resano-Mayor, D. Scridel, M. Anderle, G. Bogliani, V. Braunisch, F. Capelli, M. Cortesi, N. Horrenberger, P. Pedrini, Past and future impact of climate change on foraging habitat suitability in a high-alpine bird species: Management options to buffer against global warming effects, *Biological conservation*, 221 (2018) 209-218.
- [71] W. Jetz, D.S. Wilcove, A.P. Dobson, Projected impacts of climate and land-use change on the global diversity of birds, *PLoS biology*, 5 (2007) e157.
- [72] W. Jetz, C.H. Sekercioglu, J.E. Watson, Ecological correlates and conservation implications of overestimating species geographic ranges, *Conservation Biology*, 22 (2008) 110-119.
- [73] P.A. Robertson, T. Adriaens, A. Caizergues, P.A. Cranswick, K. Devos, C. Gutiérrez-Expósito, I. Henderson, B. Hughes, A.C. Mill, G. Smith, Towards the European eradication of the North American ruddy duck, *Biological Invasions*, 17 (2015) 9-12.
- [74] U. Perктаş, T.N. De Silva, E. Quintero, Ç. Tavşanoğlu, Adding ecology into phylogeography: ecological niche models and phylogeography in tandem reveals the demographic history of the subalpine warbler complex, *Bird Study*, 66 (2019) 234-242.
- [75] G. Hewitt, The genetic legacy of the Quaternary ice ages, *Nature*, 405 (2000) 907-913.
- [76] W. Longying, Z. Lixun, A. Bei, L. Huaxing, L. Naifa, R. Luzhang, N. Backstrom, Phylogeographic structure and gene flow of Himalayan snowcock (*Tetraogallus himalayensis*), *Animal Biology*, 60 (2010) 449-465.
- [77] C.M. Hung, S.V. Drovetski, R.M. Zink, Multilocus coalescence analyses support a mtDNA-based phylogeographic history for a widespread palearctic passerine bird, *Sitta europaea*, *Evolution: International Journal of Organic Evolution*, 66 (2012) 2850-2864.

EKLER

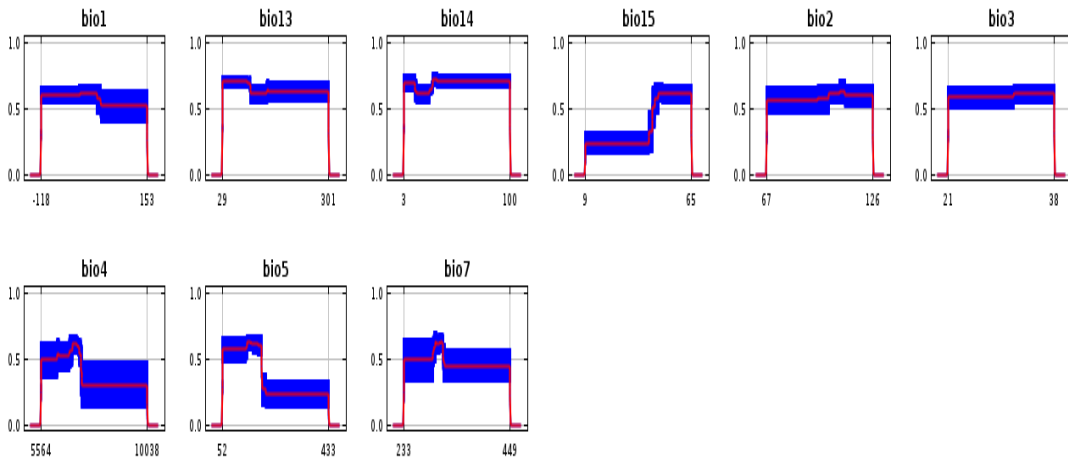
EK 1- Tablo 1 Urkeklik için modele en fazla katkı yapan biyo-iklimsel değişkenler



EK 1- Tablo 2 Dağ horozu için modele en fazla katkı yapan biyo-iklimsel değişkenler



EK 1- Tablo 3 Kafkas urkekligi için modele en fazla katkı yapan biyo-iklimsel değişkenler



EK 1- Tablo 4 Tez çalışmasındaki verilere katkıda bulunan kişiler

İsmi geçen herkese tez çalışmama katkılarından dolayı teşekkür ederim.

Adem AKBIYIK, Adnan BOZKURT, Ali ATAHAN, Ali ÇELİK, Ali KAHVECİ, Ali Osman YAZICI, Altan Ersin ŞEN, André WEISS, Andrey RALEV, Ataman YAŞAR, Ayhan ŞEVMET, Bahar BİLGEN, Birol HATİNOĞLU, Cavit BİLEN, Cathryn PRITCHARD, Cemil KOÇOĞLU, Cenk POLAT, Ceyhun CEBECİ, Chris BOWDEN, Craig ROBSON, Çağlar GÜNGÖR, Daniel KONIG, David Vander PLUYM, David WARD, Derviş KÖKENEK, Dursun BAL, Emrah KAYHAN, Eray ÇAĞLAYAN, Ercan ÜÇ, Ergün CENGİZ, Ertuğrul KORKUTMAZ, Fuat TOPER, Gernant MAGNIN, Gil EWING, Hakan BALIKÇI, Hakan KAHRAMAN, Hikmet UĞURLUAY, Hüseyin Tuğrul ATASOY, İdris ÖLMEZ, Karl OVERMAN, Kay FUHRMANN, Korhan ÖZKAN, Marina Sentís VILA, Matt BRADY, Michaela & Klemens WERNISCH, Mehmet Akif KESKİN, Mehmet ZENGİNER, Mehmet ÜNLÜ, Metin CENKÇİLER, Miles MCEVOY, Muammer KURNAZ, Murat ÇUHADAROĞLU, Murat SOYDAŞ, Mustafa ARIK, Mustafa ERTURHAN, Mustafa SÖZEN, Naim YAŞI, Nedim YAVUZ, Nihat BEZEK, Olivier LANGRAND, Ottavio JANNI, Otto SAMWALD, Ömer FURTUN, Ömer NECİPOĞLU, Önder CIRIK, Özgür KALAY, Özmen YELTEKİN, Özlem RODOPLU, Peter KAESTNER, Serkan MUTAN, Rudolf KOES, Şafak ARSLAN, Sandy STEINMAN, Sezai GÖKSU, Sigmundur ÁSGEIRSSON, Stefan STURUP, Tamer YILMAZ, Timur ÇAĞLAR, Timo MITZEN, Uku PAAL, Umberto Gallo-ORSI, Yann KOLBEINSSON, Yavuz ONARAN, Yunus KORKMAZ.

EK 2 -Tezden Türetilmiş Yayınlar

M. Yıldızbaş, C. Elverici, K.A. Boyla, U. Perktaş (hazırlanıyor) Assesing the sensitivity of the Middle Eastern alpine birds to the climate change.

