T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KÜRESEL İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNE BAĞLI OLARAK EKİN SAPARISI [*Cephus pygmeus* (L.) (HYMENOPTERA: CEPHİDAE)]'NIN POTANSİYEL DAĞILIM ALANLARININ BELİRLENMESİ

Mehmet BAŞAK

BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI

ŞANLIURFA
2023

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖZET i
ABSTRACT ii
TEŞEKKÜR iii
ŞEKİLLER DİZİNİ iv
ÇİZELGELER DİZİNİ vii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ viii
1.GİRİŞ 1
2.ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR 5
3.MATERYAL ve YÖNTEM 11
3.1. Kullanılacak Model ve İklim Verileri 11
3.2. *Cephus pygmeus*'un Dünyadaki Dağılım Verilerinin Belirlenmesi 11
3.3. İklim Değişiklik Senaryoları 13
3.4. MaxEnt Modelde Kullanılacak İklim Parametrelerinin Belirlenmesi 14
3.5. Modelin Çalıştırılması 16
3.6. MaxEnt Modelin Tahmin Gücü ve Hedef Türün Dağılım Üzerindeki Etki Eden Parametrelerin Belirlenmesi 16
3.7. Farklı Senelerde Tahmin Edilen Alanların Hesaplanması 17
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA 18
4.1. Mevcut iklim koşulları altında Türkiye ve Dünya'da *Cephus pygmeus*'un potansiyel dağılım alanları 18
4.1.1. Mevcut iklim koşulları altında Türkiye ve Dünya'da *Cephus pygmeus*'un potansiyel dağılım alanlarının tahmininde kullanılan MaxEnt modelin tahmin gücü 18
4.1.2. Mevcut iklim koşulları altında Türkiye ve Dünya'da *Cephus pygmeus*'un potansiyel dağılım alanlarının tahmininde kullanılan MaxEnt modele verilen iklim değişkenlerinin modele katkısı ve böceğin dağılımı üzerindeki etkisi 19
4.1.3. Mevcut iklim koşulları altında Türkiye'de *Cephus pygmeus*'un potansiyel dağılım alanları 22
4.1.4. Mevcut iklim koşulları altında Dünya'da *Cephus pygmeus*'un potansiyel dağılım alanları 23
4.2. Türkiye ve Dünya' da 2021-2040 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un potansiyel dağılım alanları 25
4.2.1. Türkiye ve Dünya'da 2021-2040 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un potansiyel dağılım alanları tahmininde kullanılan MaxEnt modelin tahmin gücü 25
4.2.2. Türkiye ve Dünya'da 2021-2040 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un potansiyel dağılım alanları tahmininde kullanılan MaxEnt modele verilen iklim değişkenlerinin modele katkı ve böceğin dağılım üzerindeki etkisi 26
4.2.3. Türkiye'de 2021-2040 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un potansiyel dağılım alanları 31
4.2.4. Dünya'da 2021-2040 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un potansiyel dağılım alanları 32
4.2.5. Türkiye'de 2021-2040 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un potansiyel dağılım alanlarındaki değişimi 34
4.2.6. Dünya'da 2021-2040 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un potansiyel dağılım alanlarındaki değişimi 35
4.3. Türkiye ve Dünya'da 2041-2060 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un potansiyel dağılım alanları 36
4.3.1. Türkiye ve Dünya'da 2041-2060 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un potansiyel dağılım alanları tahmininde kullanılan MaxEnt modelin tahmin gücü 36

4.3.2. Türkiye ve Dünya'da 2041-2060 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un potansiyel dağılım alanları tahmininde kullanılan MaxEnt modele verilen iklim değişkenlerinin modele katkı ve böceğin dağılım üzerindeki etkisi 38
4.3.3. Türkiye'de 2041-2060 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un potansiyel dağılım alanları 43
4.3.4. Dünya'da 2041-2060 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un potansiyel dağılım alanları 44
4.3.5. Türkiye'de 2041-2060 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un potansiyel dağılım alanlarındaki değişimi 46
4.3.6. Dünya'da 2041-2060 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un potansiyel dağılım alanlarındaki değişimi 47
4.4. Türkiye ve Dünya'da 2061-2080 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un potansiyel dağılım alanları 48
4.4.1. Türkiye ve Dünya'da 2061-2080 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un potansiyel dağılım alanlarının tahmininde kullanılan MaxEnt modelin tahmin gücü 48
4.4.2. Türkiye ve Dünya'da 2061-2080 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un potansiyel dağılım alanlarının tahmininde kullanılan MaxEnt modele verilen iklim değişkenlerinin modele katkı ve böceğin dağılım üzerindeki etkisi 49
4.4.3. Türkiye'de 2061-2080 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un potansiyel dağılım alanları 54
4.4.4. Dünya'da 2061-2080 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un potansiyel dağılım alanları 55
4.4.5. Türkiye'de 2061-2080 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un potansiyel dağılım alanlarındaki değişimi 57
4.4.6. Dünya'da 2061-2080 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un potansiyel dağılım alanlarındaki değişimi 58
4.5. Türkiye ve Dünya'da 2081-2100 yılları iklim koşulları ve farklı iklim değişikliği senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un potansiyel dağılım alanları 59
4.5.1. Türkiye ve Dünya'da 2081-2100 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un potansiyel dağılım alanlarının tahmininde kullanılan MaxEnt modelin tahmin gücü 59
4.5.2. Türkiye ve Dünya'da 2081-2100 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un potansiyel dağılım alanlarının tahmininde kullanılan MaxEnt modele verilen iklim değişkenlerinin modele katkı ve böceğin dağılım üzerindeki etkisi 60
4.5.3. Türkiye'de 2081-2100 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un potansiyel dağılım alanları 65
4.5.4. Dünya'da 2081-2100 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un potansiyel dağılım alanları 66
4.5.5. Türkiye'de 2081-2100 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un potansiyel dağılım alanlarındaki değişimi 68
4.5.6. Dünya'da 2081-2100 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un potansiyel dağılım alanlarındaki değişimi 69
4.6. Türkiye'de 2021-2100 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un potansiyel dağılım alanlarındaki değişimi 70
4.7. Dünya'da 2021-2100 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un potansiyel dağılım alanlarındaki değişimi 71
4.8. Tartışma 72
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER 75
5.1. Sonuçlar 75
5.2. Öneriler 77
KAYNAKLAR 78
ÖZGEÇMİŞ 84

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

KÜRESEL İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNE BAĞLI OLARAK EKİN SAPARISI [*Cephus pygmeus* (L.) (HYMENOPTERA: CEPHİDAE)]' NIN POTANSİYEL DAĞILIM ALANLARININ BELİRLENMESİ

Mehmet BAŞAK

Harran Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Bitki Koruma Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Çetin MUTLU
İkinci Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Shahid FAROOQ
Yıl: 2023, Sayfa: 84

Ekin saparısı [*Cephus pygmeus* (Linnaeus, 1767)], dünya genelinde buğday verimine olumsuz etkileri olan önemli bir zararlıdır. İklim değişikliğinin farklı zararlı türlerinin dağılımı üzerinde önemli etkileri olması beklenmektedir. Bu çalışma, MaxEnt modelini kullanarak ekin saparısının küresel yaşama ortamı uygunluğunu tahmin etmek için yapılmıştır. Bu zararlı türün küresel dağılış kayıtları GBIF ve çeşitli diğer kaynaklardan toplanmıştır. Zararlının küresel dağılımı ile ilgili kayıtlar farklı veri tabanları ve özellikle GBIF'den alınmış, yanlış kayıtlar silinerek 641 adet kayıt modelde kullanılmıştır.İklim değişkeninin 19 farklı değerleri nihai yayılım kayıtlarından çıkarılmış ve çıkarılan değerler arasındaki korelasyon hesaplanmıştır. Korelasyon değeri >0.70 olan değişkenler elenmiştir. Ancak, modele daha fazla katkı sağlayan ve korelasyon katsayısı >0.70 olan iklim değişkenleri korunmuştur. Toplamda 10 iklim değişkeni (bio3, bio4, bio5, bio6, bio8, bio11, bio13, bio14, bio16 ve bio19), *C. pygmeus*'un yaşama ortamının mevcut ve gelecekteki iklim koşullarında uygunluğunu tahmin etmek için kullanılmıştır. Ayrıca türün gelecekteki yaşama ortamı uygunluğu, düşük karbon emisyon senaryosu olan SSP1-2.6 ve yüksek karbon emisyon senaryosu olan SSP5-8.5 altında tahmin edilmiştir. Model verilerin %70'inde eğitilmiş ve kalan %30'unda test edilmiştir. Sonuçlar, MaxEnt modelinin bu zararlının habitat uygunluğunu yüksek doğrulukla tahmin ettiğini göstermiştir (ROC = 0.97). Model, Avrupa'nın (Almanya, Fransa, Hollanda ve Belçika), Birleşik Krallık, Türkiye ve Kazakistan'ın mevcut ve gelecekteki iklim koşullarında en uygun alanlara sahip olduğunu tahmin etmiştir. Model, ılıman iklim değişikliği senaryosu altında *C. pygmeus*'un habitat uygunluğunun sırasıyla 2021-2040, 2041-2060, 2061-2080 ve 2081-2100 dönemlerinde %6.20, %17.61, %3.28 ve %20.56 oranında azalacağını tahmin etmiştir. Benzer şekilde, şiddetli iklim değişikliği senaryosu altında zararlının habitat uygunluğunun, 2021-2040 döneminde %31.70 ve 2061-2080 döneminde %27.97 oranında azalacağını tahmin etmiştir. Bunu aksine, şiddetli iklim değişikliği senaryosu altında *C. pygmeus*'un uygun yaşam alanının 2041-2060 döneminde %2.10 ve 2081-2100 döneminde %3.09 oranında artış olabileceği tahmin edilmiştir.
Genel olarak, zararlının uygun yaşam alanı küresel olarak daralacağı, ancak nadiren de olsa popülasyonda bazı kaymalar olabileceği tahmin edilmiştir. Model, Türkiye'nin Güneydoğu kısmının bu zararlı için mevcut ve gelecekteki iklim koşullarında en uygun yaşama ortamına sahip olacağını göstermiştir. Ayrıca model, ekin saparısının yüksek yoğunlukta bir popülasyon düzeyinde kayma yaşamayacağını ortaya koymuştur. Sonuç olarak, bu zararlıya karşı kontrol amaçlı zararlı yönetim stratejilerinin zararlıya en uygun yaşama ortamına sahip alanlarda yoğunlaştırılması gerektiği sonucuna varılmıştır.

ANAHTAR KELİMELER: İklim değişikliği, iklim değişikliği senaryoları, MaxEnt, habitat uygunluğu, zararlı

ABSTRACT

MSc Thesis

PREDICTING POTENTIAL DISTRIBUTION AREAS OF WHEAT STEM SAWFLY (*Cephus pygmeus* (L.) (HYMENOPTERA: CEPHIDAE) UNDER CLIMATE CHANGE

Mehmet BAŞAK

Harran University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Plant Protection

Supervisor: Assoc. Prof. Çetin MUTLU
Co-Supervisor: Assist. Prof. Dr. Shahid FAROOQ
Year: 2023, Page: 84

Wheat stem sawfly *Cephus pygmeus* (L.) is a significant pest exerting adverse impacts on wheat yields globally. Global climate changes are mediating changes in the distribution of different pest species resulting in complex pest problems. Predicting the changes in the distribution of pest species through species distribution models and adopting precautionary measures could help in the maangement of range-shifting species. This study predicted the global habitat suitability of wheat stem sawfly (WSS) using maximum entropy (MaxEnt) model. Global occurrence records of the species were gathered from GBIF and various other sources and cleaned resulting in a dataset of 641 occurrence records. The values of 19 bioclim variables were extracted to the final occurrence records and Pearson correlation was computed among the extracted values. The variables with correlation scores >0.70 were eliminated. However, the variables with higher contribution towards the model and correlation coefficient >0.70 were retained. A total of 10 variables (i.e., bio3, bio4, bio5, bio6, bio8, bio11, bio13, bio14, bio16 and bio19) were used to predict the habitat suitability of WSS under current and future climatic conditions. The future habitat suitability of WSS was predicted under two climate change scenarios, i.e., SSP1-2.6 (moderate climate change scenario) and SSP5-8.5 (severe climate change scenario). The model was trained on 70% of the data and tested on the remaining 30%. The results revealed that model predicted the habitat suitability of WSS with high accuracy (ROC = 0.97). The model predicted that Europe (Germany, France, Netherlands, and Belgium), United Kingdom, Turkey and Kazakhstan had the highest suitable areas for the species under current and future climatic conditions. The model indicated that habitat suitability of WSS would be decreased by 6.20%, 17.61%, 3.28%, and 20.56% during 2021-2040, 2041-2060, 2061-2080, and 2081-2100, respectively under moderate climate change scenario. Similarly, habitat suitability will observe a decline by 31.70% during 2021-2040 and 27.97% duing 2061-2080 under severe climate change scenario. Contrastingly, the suitable habitat will observe an increase of 2.10% during 2041-2060 and 3.09% during 2081-2100 under severe climate change scenario. The model predicted that suitable habitat will be contracted globally, while there will be rare niche shifts. The southeastern side of Turkey will have the highest suitable habitat under current and future climatic conditions of the country. The model revealed that the species would not experience dramatic niche shifts. Therefore, management strategies should be concentrated in the areas having the highest suitable habitat.

KEY WORDS: Climate change, climate change scenarios, MaxEnt, pest, habitat suitability

TEŞEKKÜR

Bu çalışmayı yapabilmemi sağlayan ve benimle değerli bilgilerini paylaşarak her konuda yardımcı olan danışman hocam Sayın Doç. Dr. Çetin MUTLU'ya, tezimin sonuçlandırılmasına kadar bütün aşamalarda büyük emeği olan ve benimle değerli bilgilerini paylaşan ikinci danışmanım Sayın Dr. Öğr. Üyesi Shahid FAROOQ'a, bu günlere gelmemde en büyük pay sahibi olan aileme çok teşekkür eder ve saygılarımı sunarım.

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 3.1. MaxEnt modellemesinin genel görüntüsü 11
Şekil 3.2. *Cephus pygmeus*'un Dünya'daki dağılımı (n = 641) 12
Şekil 3.3. IPCC AR6'da oluşturulan yeni iklim değişiklik senaryoları..... 14
Şekil 3.4. Farklı iklim değişiklik senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un habitat uygunluğunu tahmin etmek amacıyla MaxEnt modele dahil edilen iklim parametreleri arasındaki korelasyon 15
Şekil 4.1. Mevcut iklim koşulları altında Türkiye ve Dünya'da *Cephus pygmeus*'un potansiyel dağılım alanlarının tahmininde kullanılan MaxEnt modelin tahmin gücü 18
Şekil 4.2. Mevcut iklim koşullar altında Türkiye ve Dünya'da *Cephus pygmeus*'un potansiyel dağılım alanlarını tahmin etmek amacıyla kullanılan MaxEnt modele verilen iklim değişkenlerinin modelin eğitim esnasında sunmuş olduğu katkıları 20
Şekil 4.3. Mevcut iklim koşullar altında Türkiye ve Dünya'da *Cephus pygmeus*'un potansiyel dağılım alanlarını tahmin etmek amacıyla kullanılan MaxEnt modele verilen iklim değişkenlerinin modelin test aşamasında sunmuş olduğu katkıları 20
Şekil 4.4. Mevcut iklim koşulları altında Türkiye ve Dünya'da *Cephus pygmeus*'un potansiyel dağılım alanlarını tahmin etmek amacıyla kullanılan MaxEnt modele verilen iklim değişkenlerinin modelin tahmin gücüne sunmuş olduğu katkıları..... 21
Şekil 4.5. Mevcut iklim koşullar altında Türkiye ve Dünya'da *Cephus pygmeus*'un potansiyel dağılım alanlarını tahmin etmek amacıyla kullanılan MaxEnt modele verilen iklim değişkenlerinin modele katkısı ve permütasyon önemi 22
Şekil 4.6. Türkiye'de mevcut iklim koşulları altında *Cephus pygmeus*'un potansiyel dağılım alanları 23
Şekil 4.7. Türkiye'de mevcut iklim koşulları altında *Cephus pygmeus*'un farklı habitat uygunluğu kategorilerindeki dağılım alanları (000 km^2) 23
Şekil 4.8. Dünya'da mevcut iklim koşulları altında *Cephus pygmeus*'un potansiyel dağılım alanları 24
Şekil 4.9. Dünya'da mevcut iklim koşulları altında *Cephus pygmeus*'un habitat uygunluğundaki kategorik dağılımı 24
Şekil 4.10. Türkiye ve Dünya'da 2021-2040 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un potansiyel dağılım alanları tahmininde kullanılan MaxEnt modelinin tahmin gücü 26
Şekil 4.11. Türkiye ve Dünya'da 2021-2040 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un potansiyel dağılım alanlarını tahmin etmek amacıyla kullanılan MaxEnt modele verilen iklim değişkenlerinin modelin eğitim esnasında sunmuş olduğu katkıları 27
Şekil 4.12. Türkiye ve Dünya'da 2021-2040 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un potansiyel dağılım alanlarını tahmin etmek amacıyla kullanılan MaxEnt modele verilen iklim değişkenlerinin modelin test aşamasında sunmuş olduğu katkıları..... 28
Şekil 4.13. Türkiye ve Dünya'da 2021-2040 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un potansiyel dağılım alanlarını tahmin etmek amacıyla kullanılan MaxEnt modele verilen iklim değişkenlerinin modelin tahmin gücüne sunmuş olduğu katkıları 29
Şekil 4.14. Türkiye ve Dünya'da 2021-2040 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un potansiyel dağılım alanlarını tahmin etmek amacıyla kullanılan MaxEnt modele verilen iklim değişkenlerinin modele yüzde katkısı ve permütasyon önemi 30
Şekil 4.15. Türkiye'de 2021-2040 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un potansiyel dağılım alanları..... 31
Şekil 4.16. Türkiye'de 2021-2040 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un farklı habitat uygunluğu kategorilerindeki dağılım alanları (000 km2)..... 32

Şekil 4.17. Dünya'da 2021-2040 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un potansiyel dağılım alanları....33
Şekil 4.18. Dünya'da 2021-2040 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un habitat uygunluğundaki kategorik dağılımı....34
Şekil 4.19. Türkiye'de 2021-2040 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un habitat uygunluğundaki kategorik değişimi (%)....35
Şekil 4.20. Dünya'da 2021-2040 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un habitat uygunluğundaki kategorik değişimi (%)....36
Şekil 4.21. Türkiye ve Dünya'da 2041-2060 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un potansiyel dağılım alanları tahmininde kullanılan MaxEnt modelin tahmin gücü....37
Şekil 4.22. Türkiye ve Dünya'da 2041-2060 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un potansiyel dağılım alanlarını tahmin etmek amacıyla kullanılan MaxEnt modele verilen iklim değişkenlerinin modelin eğitim esnasında sunmuş olduğu katkıları....39
Şekil 4.23. Türkiye ve Dünya'da 2041-2060 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un potansiyel dağılım alanlarını tahmin etmek amacıyla kullanılan MaxEnt modele verilen iklim değişkenlerinin modelin test aşamasında sunmuş olduğu katkıları....40
Şekil 4.24 Türkiye ve Dünya'da 2041-2060 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un potansiyel dağılım alanlarını tahmin etmek amacıyla kullanılan MaxEnt modele verilen iklim değişkenlerinin modelin tahmin gücüne sunmuş olduğu katkıları....41
Şekil 4.25. Türkiye ve Dünya'da 2041-2060 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un potansiyel dağılım alanlarını tahmin etmek amacıyla kullanılan MaxEnt modele verilen iklim değişkenlerinin modele yüzde katkısı ve permütasyon önemi....42
Şekil 4.26. Türkiye'de 2041-2060 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un potansiyel dağılım alanları....43
Şekil 4.27. Türkiye'de 2041-2060 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un habitat uygunluğundaki kategorik dağılımı (000 km^2)....44
Şekil 4.28. Dünya'da 2041-2060 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un potansiyel dağılım alanları....45
Şekil 4.29. Dünya'da 2041-2060 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryolar altında *Cephus pygmeus*'un habitat uygunluğundaki kategorik dağılımı....46
Şekil 4.30. Türkiye'de 2041-2060 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un habitat uygunluğundaki kategorik değişimi (%)....47
Şekil 4.31. Dünya'da 2041-2060 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un habitat uygunluğundaki kategorik değişimi (%)....48
Şekil 4.32. Türkiye ve Dünya'da 2061-2080 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un potansiyel dağılım alanlarının tahmininde kullanılan MaxEnt modelin tahmin gücü....49
Şekil 4.33. Türkiye ve Dünya'da 2061-2080 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un potansiyel dağılım alanlarını tahmin etmek amacıyla kullanılan MaxEnt modele verilen iklim değişkenlerinin modelin eğitim esnasında sunmuş olduğu katkıları....50
Şekil 4.34. Türkiye ve Dünya'da 2061-2080 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un potansiyel dağılım alanlarını tahmin etmek amacıyla kullanılan MaxEnt modele verilen iklim değişkenlerinin modelin test aşamasında sunmuş olduğu katkıları....51
Şekil 4.35. Türkiye ve Dünya'da 2061-2080 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un potansiyel dağılım alanlarını tahmin etmek amacıyla kullanılan MaxEnt modele verilen iklim değişkenlerinin modelin tahmin gücüne sunmuş olduğu katkıları....52
Şekil 4.36. Türkiye ve Dünya'da 2061-2080 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un potansiyel dağılım alanlarını tahmin etmek amacıyla kullanılan MaxEnt modele verilen iklim değişkenlerinin modele yüzde katkısı ve permütasyon önemi....53

Şekil 4.37. Türkiye'de 2061-2080 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un potansiyel dağılım alanları.....54
Şekil 4.38. Türkiye'de 2061-2080 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un habitat uygunluğundaki kategorik dağılımı (000 km^2) 55
Şekil 4.39. Dünya'da 2061-2080 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un potansiyel dağılım alanları.....56
Şekil 4.40. Dünya'da 2061-2080 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un habitat uygunluğundaki kategorik dağılımı 57
Şekil 4.41. Türkiye'de 2061-2080 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un habitat uygunluğundaki kategorik değişimi (%).....58
Şekil 4.42. Dünya'da 2061-2080 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un habitat uygunluğundaki kategorik değişimi (%).....59
Şekil 4.43. Türkiye ve Dünya'da 2081-2100 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un potansiyel dağılım alanlarının tahmininde kullanılan MaxEnt modelin tahmin gücü.....60
Şekil 4.44. Türkiye ve Dünya'da 2081-2100 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un potansiyel dağılım alanlarını tahmin etmek amacıyla kullanılan MaxEnt modele verilen iklim değişkenlerinin modelin eğitim esnasında sunmuş olduğu katkıları 61
Şekil 4.45. Türkiye ve Dünya'da 2081-2100 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un potansiyel dağılım alanlarını tahmin etmek amacıyla kullanılan MaxEnt modele verilen iklim değişkenlerinin modelin test aşamasında sunmuş olduğu katkıları.....62
Şekil 4.46. Türkiye ve Dünya'da 2081-2100 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un potansiyel dağılım alanlarını tahmin etmek amacıyla kullanılan MaxEnt modele verilen iklim değişkenlerinin modelin tahmin gücüne sunmuş olduğu katkıları 63
Şekil 4.47. Türkiye ve Dünya'da 2081-2100 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un potansiyel dağılım alanlarını tahmin etmek amacıyla kullanılan MaxEnt modele verilen iklim değişkenlerinin modele yüzde katkısı ve permütasyon önemi 64
Şekil 4.48. Türkiye'de 2081-2100 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un potansiyel dağılım alanları.....65
Şekil 4.49. Türkiye'de 2081-2100 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryolar altında *Cephus pygmeus*'un habitat uygunluğundaki kategorik dağılımı (000 km^2) 66
Şekil 4.50. Dünya'da 2081-2100 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un potansiyel dağılım alanları.....67
Şekil 4.51. Dünya'da 2081-2100 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un habitat uygunluğundaki kategorik dağılımı 68
Şekil 4.52. Türkiye'de 2081-2100 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un habitat uygunluğundaki kategorik değişimi (%).....69
Şekil 4.53.Dünya'da 2081-2100 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un habitat uygunluğundaki kategorik değişimi (%).....70
Şekil 4.54. Türkiye'de 2021-2100 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un potansiyel dağılım alanlarındaki değişimi 71
Şekil 4.55. Dünya'da 2021-2100 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un potansiyel dağılım alanlarındaki değişimi 72

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 3.1. Model kalibrasyonunda kullanılacak iklim parametreleri ve açıklamaları 15

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

AR5	Beşinci değerlendirme raporu
AR6	Altıncı değerlendirme raporu
ArcGIS	Coğrafi Bilgi Sistemi
°C	Santigrat derece
CO_2	Karbondioksit
CMIP6	Birleşik Model Karşılaştırma Projesi 6. Aşama
GBIF	Küresel biyoçeşitlilik bilgi tesisi
IPCC	Hükümetler arası İklim Değişikliği Paneli
Km^2	Kilometrekare
mm	Milimetre
m^2	Metrekare
RCP	Temsili konsantrasyon yolları
SSP	Ortak sosyoekonomik koşullar
%	Yüzde

1. GİRİŞ

İklim değişikliği tarım sektörünü etkileyen önemli bir konudur (Hayaloğlu, 2018). Sıcaklık artışı, yağış rejimindeki değişiklikler, kuraklık ve doğal afetler gibi olumsuz etkiler, tarım alanlarında büyümeyi ve verimliliği tehdit etmektedir (Akalın, 2014). Aynı zamanda tarımsal üretimi etkileyen bir dizi faktöre yol açmaktadır. Kuraklık dönemleri bitki büyümesini olumsuz etkileyerek verimi düşürebilirken, aşırı yağışlar erozyona ve toprak sürüklenmesine de yol açabilmektedir (Bayraç ve Doğan 2016). Sıcaklık artışı ise bitki büyüme döngülerini etkileyerek hasat zamanlarını değiştirebilir veya bazı bitki türlerinin uygun iklim koşullarını kaybetmesine sebep olabilmektedir (IPCC, 2019). Ayrıca, iklim değişikliği zararlı böcek ve mantar türlerinin yayılmasını teşvik edebilir ve tarımsal ürünleri istilaya karşı savunmasız hale getirebilmektedir (Rosenzweig ve ark., 2014). Zararlı türler, bitkilerin uygun olmayan dönemlerinde ortaya çıkabilirken bunula birlikte tarım ürünlerinin kalitesini ve miktarını da azaltabilmektedir (Lesk ve ark., 2016).

Hükümetler arası İklim Değişikliği Paneli (IPCC), küresel yüzey sıcaklığının 1850-1900 dönemine kıyasla 2011-2020 yılları arasında ortalama olarak 1.09 °C daha yüksek olduğunu ifade etmiştir (IPCC, 2021). Rapor ayrıca, 1970'ten bu yana ortalama küresel yüzey sıcaklıklarının diğer dönemlere göre en hızlı artışı gösterdiğini vurgulamaktadır. Öte yandan, Birleşmiş Milletler Çevre Programının (UNEP) raporuna göre günümüzde yürürlükte bulunan politikalar, yüzyılın sonuna kadar ulaşılması beklenen 2.8 °C'lik sıcaklık artışına işaret ediyor (UNEP, 2022).

Dünya üzerindeki canlı türlerinin önemli bir bölümünü temsil ettikleri için böcekler, küresel iklim değişikliklerinin en fazla etkileyeceği canlı gruplarından biri olarak öne çıkmaktadır (Harrington ve ark., 2001). Kuraklık ve sıcaklık, böcek popülasyonları üzerinde doğrudan veya dolaylı olarak olumsuz etkiler yaratabilmektedir (Deutsch ve ark., 2018). Ayrıca, ekosistemin işlevini ve ortamın yapısını da değiştirebilmektedir. Sıcaklığın artması, yaz mevsimlerinin uzamasına ve böylece birçok böcek türünün daha uzun süre zarar yapabilmesine neden olabilecektir.

Ayrıca, beslenme alışkanlıklarında ve yaşam alanlarında da değişikliklere yol açabilir. Örneğin sıcaklığın artışı, böceklerin yıllık üreme kapasitesini artırabilir ve bu durum fenoloji ile biyoloji arasındaki dengeyi bozabilmektedir. Küresel iklim değişikliğinin etkisiyle sıcaklık arttıkça, böcekler kutuplara doğru ve dağlık yüksek rakımlara doğru göç edebilmektedir (Şimşek ve ark., 2010).

Hymenoptera takımı içinde yer alan Cephidae familyasına ait ekin saparıları, Orta Doğu ve Kuzey Afrika'daki serin iklim tahıl üretim alanlarında, önemli zararlı böcek türleri olarak bilinmektedir (Shanower, 2004). Ekin saparısı türü olan *Cephus pygmeus* L. Türkiye, İran, Lübnan, Irak, Suriye, Filistin ve Kıbrıs gibi bölgelerinde tespit edilmiştir (Rashwani, 1981). Saparıları yumurtalarını testereye benzeyen bir yapıya sahip olan ovipozitör adı verilen bir organel aracılığıyla bıraktıklarından dolayı ‘’sawflies’’ adını almışlardır. Türkiye'de ekin saparılarıyla ilgili çalışmalar 1906 yılında başlamıştır ve bu böceklerin varlığı o zaman kaydedilmiştir (Benson, 1968). Orta Anadolu Bölgesinde, *C. pygmeus*, ile *T. tabidus* en yaygın ve yoğun türler olduğu belirlenmiş ve bulaşma oranlarının farklı yetiştirme alanlarına, konukçulara ve yıllara bağlı olarak %0.28 ile %26.61 arasında değiştiği rapor edilmiştir (Altınayar, 1975).

Ekin saparıları kışı olgun larva döneminde toprak içinde anız saplarında geçirmektedir. Ergin çıkışları genellikle hububat bitkilerinin sapa kalkma ve başaklanma dönemlerinde bölgelere göre farklılık göstermekle beraber nisan ayı başından itibaren gerçekleşmektedir (Mutlu, 2019). Erginler, doğaya çıkıştan kısa bir süre sonra tarla kenarı ve içindeki yabani hardal (*Sinapis arvensis* L.) bitkisinin sarı çiçeklerindeki nektarla beslendikten sonra (Mutlu, 2019) hububat sapının içine yumurta bırakmaktadırlar. Yaz döneminde kurak bir periyot veya ilkbaharda düşük sıcaklık ve nem koşulları gibi faktörler, yumurta açılma ve ergin çıkışını olumsuz etkileyebilmektedir. Zararlı, yılda bir döl vermektedir (Altınayar, 1975).

Ekin saparılarının buğday üzerindeki asıl zararı, larva döneminde meydana gelmektedir. Larvalar, buğday sapı içinde beslenirken bitkinin iletim dokularına zarar verir ve bu da bitkideki besin ve su taşınmasında aksaklıklara neden olabilmektedir. Bu durum hem başaktaki tane miktarının azalmasına hem de oluşan tanelerde yetersiz

beslenme nedeniyle ağırlık kayıplarına yol açar (Altınayar, 1975; Mutlu ve ark., 2019). Larvaların doğrudan zararının yanı sıra, kök boğazı bölgesinden tahrip edilen veya kesilen saplar ya kendiliğinden ya da dış etkenler (rüzgâr, yağmur, insan teması vb.) ile kırılır ve yere düşer. Yere düşen bu saplar biçerdöver tarafından hasat edilemez hale gelir. Bu da dolaylı olarak verim kaybına neden olur (ZMTT, 2008). Ekin saparılarına karşı özel bir kimyasal mücadele yöntemi bulunmadığından (Shanower, 2004), genellikle kültürel mücadele yöntemleri uygulanmaktadır. Buğday üreticileri, larvanın sap içerisinde bulunmasından dolayı larvayı görememekte ve larvanın vermiş olduğu zararı fark etmemektedirler (Mutlu ve ark., 2019). Aynı zamanda sapların kırılarak düşmesini diğer fizyolojik ve çevresel etkilere dayandırdığından ekin saparılarının vermiş olduğu zararı bilmemektedir. Zararlının yıllara bağlı yoğunluğunun artması ve verdiği zararın tam olarak bilinmemesi; ekin saparılarının vermiş olduğu zararı belirlemek ve mücadele stratejilerini geliştirmeğe yönelik yapılacak çalışmalara veri oluşturma ihtiyacını ortaya çıkarır. Bu çerçevede serin tahıl bitkilerinde önemli verim ve kalite kayıplarına neden olan saparılarının gelecekte farklı iklim senaryolarına bağlı olarak dağılım alanlarının belirlenmesi ve buna yönelik mücadele stratejilerinin geliştirilmesi sürdürülebilir tarım açısından oldukça önemlidir.

Tür dağılım modellemeleri, bir türün coğrafi dağılımını ve ekolojik gereksinimlerini tahmin etmek için kullanılan bir yöntemdir. Bu modeller, türün bilinen dağılımını ve çevresel koşullarını analiz ederek potansiyel uygun habitatları tahmin etmek için kullanılır (Guisan ve Zimmermann, 2000; Townsend Peterson ve ark., 2007; Li ve ark., 2020; Zhang ve ark., 2020). Yani, türün gereksinimlerini belirlemek için mevcut verilerin ekolojik ve çevresel değişkenlerle birleştirilmesi sürecini ifade eder (Abrahamyan ve Barsevskis, 2013). Bu tür modelleme yöntemleri arasında MaxEnt (Maksimum Entropi), etki alanı çevresel zarfı (DOMAIN), genelleştirilmiş katkı modeli (GAM) ve Kural Kümesi Üretimi için Genetik Algoritma (GARP) gibi çeşitli modeller bulunmaktadır (Boguıni ve ark., 2013; Rojas- Soto ve ark., 2008; Zhang ve ark., 2020).

MaxEnt yazılımı 2004 yılında Philips ve arkadaşları tarafından "Türlerin dağılım modellerine maksimum entropi yaklaşımı" başlıklı çalışma ile duyurulmuştur (Philips ve ark., 2006). Bu yazılım maksimum entropi prensibini kullanmaktadır. Temel çalışma prensibi maksimum entropi dağılımının olasılığını bularak seçilen türün dağılımını hesaplamaktır. MaxEnt'in olasılık dağılımını çalışma alanına ait çevresel parametrelerin değeri oluşturmaktadır. Bu değerler her biri farklı katmanlarda olacak şekilde örnekleme noktalarında türlere ait noktasal veriler, yükseklik, iklimsel değişkenler, toprak yapısı, vejetasyon gibi çeşitli parametreleri içermektedir (Phillips ve ark., 2006). MaxEnt programı Princeton Üniversitesi tarafından geliştirilmiş bir programdır. Bir bölgedeki türlerin varlık durumunu istatistiksel olarak inceleyen ve türlerin bulunduğu konumları, maksimum entropi modeline dayalı olarak analiz ederek hangi iklimsel koşullar altında daha iyi dağıldığını öngören bir analiz yaklaşımı kullanılmaktadır. Aynı zamanda, tür için yaşamını devam ettirecek alanları tahmin etmekte de kullanılmaktadır (Sérgio ve ark., 2007; Wang ve ark., 2007; Phillips ve Dudík, 2008; Wollan ve ark., 2008).

MaxEnt bilgisayar programının diğer programlara göre bazı avantajları bulunmaktadır (Phillips ve ark., 2006). Programın çalışması için türün sadece varlık konum verileri ve çalışma alanının çevresel ve iklimsel verilerini gerektirmesi, aynı zamanda çalışılan örneklerin konum veri sayısı yeterli miktarda olmasa bile iyi bir performans ile çalışabilmektedir (Phillips ve ark., 2004; Costa ve ark., 2010; Hernandez ve ark., 2006; Phillips ve Dudík, 2008).

Bu çalışma Türkiye'de son yıllarda önemli hububat zararlıları arasında yer alan ekin saparısı, *C. pygmeus*'un MaxEnt modelini kullanarak küresel yaşama ortamı uygunluğunun ve gelecekteki potansiyel dağılım alanlarının tahmin edilmesi amacıyla yapılmıştır

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Criddle (1922), araştırmalarında sıcaklık, ışık, nem, rüzgâr ve konukçu bitki dişi bireylerin yumurtalarını ne zaman ve nereye bırakacaklarını belirlemede rol oynayabilir. Dişi bireylerin genellikle yaşamı boyunca ortalama 30 ila 50 arası yumurta bıraktıklarını bildirmiştir.

Udine (1941), Amerika Birleşik Devletleri'nde *T. tabidus*'un ilk kez 1889 yılında görüldüğü bildirmiş ve bu zararlının *C. pygmeus* türünden bir hafta sonra ortaya çıktığını ve buğday saplarını kesiş tarzlarından türlerin belirlenmesi mümkün olduğunu, aynı zamanda *T. tabidus*'un başlıca parazitinin *Pleurotropis benefica* (Gahan) olduğunu belirtmiştir.

Munro (1945), zorunlu diyapoz en az 90 gündür ve diyapozun kırılması hava koşullarına bağlı olmaktadır. Kış mevsiminin sonunda aktif hale gelen larva, pupa evresine geçer ve ilkbaharda ise bir yetişkin olarak çıktığını bildirmiştir.

Alkan (1948), Türkiye'de ekin saparıları türlerinden *C. pygmeus, T. tabidus* ve *P. smyrnensis*'in bulunduğunu, *C. pygmeus*'un siyah çizgili ve sarı renkli, *P. Smyrnensis*'in ise karın halkalarında sarı renkli noktalar bulunan ve siyah renkli arılar olduğunu, larvalarının sap içinde beslenerek sapın içini besin artıkları ile doldurduğunu, bir sapta bir larvanın bulunduğunu bildirmiştir.

Bodenheimer (1958), *C. pygmeus* adlı ekin saparısı türü, Türkiye'nin Batı Anadolu ve Marmara bölgelerinde yaygın bir şekilde görülmekte olup doğu sınırlarından Konya'ya kadar uzanmaktadır. Orta Anadolu'da *P. smyrnensis*'in, Akdeniz Bölgesinde ise *T. tabidus*'un bulunduğunu, aynı zamanda erginlerinin de nisan ayından ağustos ayına kadar görüldüğünü bildirmiştir.

Ghadiri (1994), İran coğrafyasında *C. pygmeus*'un hububat ekili alanlarda daha çok buğday ve arpayı tercih ettiğini bunun yanında uygun toprak nem seviyelerinde

larvalarının daha büyük ve iri bir yapıya sahip olduğunu bildirmiştir.

Ungerer ve ark. (1999), Amerika'da yaptığı çalışmada kabuk böcek türü olan *Dendroctonus frontalis* (Coleoptera: Scolytidae) cinsinin yakın zamanda, farklı coğrafi bölgelerdeki büyük salgınlardan sorumlu oldukları Kuzey Amerika'da yayılma alanlarının genişlediğine dair kanıtlar sağlamıştır. Güneydoğu Amerika Birleşik Devletinde, güney çam böceği olarak da bilinen *D. frontalis*, performansını artıran daha ılıman kışlar nedeniyle kuzeye hareket edeceğini bildirmişlerdir.

Bradshaw ve Holzapfel (2001), yaptıkları araştırmada artan sıcaklıklar büyüme mevsiminin süresini uzattığını, bu da daha hızlı gelişme oranlarıyla birlikte bazı böcek türlerinin belirli bir yılda nesil sayısını artırmasına olanak tanıyacağını bildirmişlerdir.

Harrington ve ark. (2001), yaptıkları çalışmalarda sıcaklık artışı, böceklerin fizyolojilerinin hızlanmasına, daha kısa sürede gelişmelerine ve üreme gücünde artışa neden olarak yılda verdiği döl sayısının artmasına neden olacağını bildirmişlerdir.

Potter ve ark. (2009), Amerika'da yaptığı laboratuvar çalışmalarında bir kelebek türü olan *Manduca sexta* L. (Lepidoptera: Sphingidae)'nin yumurtalarının gelişme sürelerinin ve ölüm oranlarının, 40 °C'nin üzerinde döngüsel sıcaklıklara maruz kalmasıyla önemli ölçüde arttığını söylemiştir. Ayrıca yumurtaların yaşadığı koşullar ürettikleri larvaları da etkiler; daha sıcak yumurtalardan çıkan yavrular daha küçüktür ve ilk büyüme oranları daha yavaş olduğunu bildirmişlerdir.

Korkmaz ve ark. (2010), Orta Anadolu Bölgesi'nde Cephidae familyasına ait 16 farklı tür tespit edilmiştir. Bu türler arasında en yüksek yoğunluğa sahip olanlar ise *C. pygmeus* ve *T. tabidus* türleri olduğunu bildirmişlerdir.

Grewe ve ark. (2013), yaptıkları araştırmalarda böceklerin, diğer organizmalar gibi, dağılımlarını kutuplara ve daha yüksek rakımlara kaydırarak ısınmaya tepki verdiklerini bildirmişlerdir.

Bebber (2015), yaptığı araştırmada ise iklim değişikliği sonucu genel olarak, haşerelerin ve patojenlerin kutuplara doğru ve yukarıya doğru kaymaları bildirmiştir. Ancak değişen hava modelleri, aşırı iklim olayları ve bu olaylara bitki ve böceklerin farklı tepkileri ile ilişkili etkileşimler ve belirsizlikler nedeniyle tahminler karmaşık olduğunu da vurgulamıştır.

Kumar ve ark. (2015), CLIMEX ve MaxEnt Niş modellerini kullanarak *Cydia pomonella* (Lepidoptera: Tortricidae) oluşumuna ilişkin küresel riskin değerlendirilmesi çalışmasında iki model arasında MaxEnt'in elma iç kurdu için bazı bölgelerde uygun koşulları tahmin ederken, CLIMEX'in tahminde bulunamadığını bildirmişlerdir.

Diamond ve ark. (2016), iklim ısınmasının en önemli sonuçlarından birisinin de böcek topluluklarının istikrarsız hale gelmesine neden olacağını ve aksi durumunda popülasyonların ve hatta tüm türlerin yok olabileceğini savunduklarını bildirmişlerdir.

García-Robledo ve ark. (2016), yapılan araştırmalarda, böcekler iklim değişikliğiyle beraber coğrafi dağılımlarını veya mekânsal ve zamansal davranışsal aktivite modellerini değiştirebilirler. Ayrıca mevsimsel fenolojilerini yeni iklim koşullarına göre ayarlarlar. Bu, belirli konumlardaki ekolojik popülasyonların yapısında, tür etkileşimlerini etkileyecek şekilde değişikliklere yol açar, ayrıca ekosistemin istikrarı ve işleyişinin yanı sıra ekosistem hizmetlerinin sağlanması üzerinde de potansiyel olarak ciddi etkilere neden olacağını bildirmişlerdir.

Kılıç ve ark. (2017), Diyarbakır ilinde gerçekleştirdikleri araştırmalarda, bölgenin iklim koşullarının son derece hassas ve kuraklık riskinin yüksek olduğunu ve bu çerçevede, ekin saparısının buğday üretimi açısından büyük bir tehdit oluşturabileceğini bildirmişlerdir.

Wang ve ark. (2017), çalışmasında güve türü olan *Athetis lepigone* (Lepidoptera: Noctuidae)'nin potansiyel coğrafi dağılımını tahmin etmek için iki ekolojik niş modeli olan GARP ve MaxEnt modelleri kullanılmıştır. Sonuçlara göre *A. lepigone* için uygun

alanların esas olarak Çin'de, bazı Asya ülkeleri ve Avrupa'nın bazı bölümlerinde olduğu tespit edilmiştir. Buna ek olarak, Michigan, New York, Chicago, Missouri, Ohio, Illinois ve Indiana gibi ABD eyaletlerinde de bu tür hakkında herhangi bir rapor kaydedilmemiş olmasına rağmen, oluşumu için elverişli bölgeler olarak belirlenmiştir. MaxEnt modelindeki teste göre, en kurak mevsimin ortalama sıcaklığının, bu haşerenin dağılımını etkileyen en önemli çevresel değişken olduğunu belirtmişlerdir.

Ray ve ark. (2018), Araştırmasında Hindistan' da yetişen bir ağaç türü olan *Hevea brasiliensis* (Malpighiales: Euphorbiaceae)'in mevcut dağılımını tahmin etmek için iki ekolojik niş modelleme programı olan MaxEnt ve GARP modelleri kullanmıştır. MaxEnt sadece mevcudiyet verilerini dikkate aldığından dolayı bu tür için tahmini daha doğru görünen dağılım göstermiştir. Tür niş dağılımının özellikle Kuzey Doğu Hindistan'da GARP tarafından tahmin edilmesi, mevcut nokta verileri ile karşılaştırıldığında yanlış ve yetersiz yokluk verilerine bağlanabilir. Elde edilen sonuca göre Maxent modelinin *H. brasiliensis* türünün niş dağılımını tahmin etmek için daha uygun bir model olduğunu bildirmişlerdir.

Mutlu (2019), Güneydoğu Anadolu Bölgesi hububat alanlarında (Adıyaman, Diyarbakır, Mardin ve Şanlıurfa) yapmış olduğu sürveylerde üç tür ekin saparısı belirlemiş ve bunların *C. pygmeus, T. tabidus* ve *T. libanensis* olduğunu bildirmiştir. Araştırıcı belirlemiş olduğu bu türlerden en yaygın ve yoğun olan türün *C. pygmeus* olduğunu belirtmiştir. Ayrıca ekin saparılarının son yıllarda bölgedeki hububat alanlarında yoğunluk ve zararının önemli ölçüde arttığını, görülen bu artışın temel nedeninin; buğdayda süne [*Eurygaster integriceps* Put. (Hemiptera: Scutelleridae)] kışlamış erginlerine yönelik buğday üreticileri tarafından gerçekleştirilen kimyasal uygulamalarının yanlış yürütülmesi sonucu, ekin saparısı larva parazitoitlerinin popülasyonlarında görülen düşüş olduğu bildirilmiştir

Mutlu ve ark. (2019), Ekin saparıları, *C. pygmeus* ve *T. tabidus*'un Güneydoğu Anadolu Bölgesi buğday alanlarında larva bulaşıklık oranları ile meydana getirdikleri zarar oranı üzerine bir çalışma yürütmüşlerdir. Çalışma sonucunda sürvey yapılan illerde bulaşık oranlarında önemli farklılıklar gösterdiğini belirlemişler ve buna göre

en yüksek larva bulaşıklık oranı, ortalama %17.4 ile Diyarbakır ili, en düşük larva bulaşıklık oranı ise ortalama %5.3 ile Adıyaman ili olarak belirlemişlerdir. Araştırıcılar 1000 tane ağırlığındaki kaybın ekmek buğday çeşitlerinde %8.9 iken, makarnalık buğday çeşitlerinde %7.9 olduğunu ve bu oranın %10.9'a ulaştığı sonucuna varmışlar ve bu nedenle, yüksek bulaşıklık olan alanlarda ekin saparılarına karşı uygun kontrol önlemleri alınması gerektiğinin önemle vurgulamışlardır.

Farooq ve Mutlu (2019), iklim değişikliğinin böcek türlerinin potansiyel dağılımı üzerindeki etkilerini ekolojik niş modelleriyle değerlendirmede yaygın olarak kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

Özdemir ve ark. (2020), MaxEnt ile yaptığı çalışmasında Batı Akdeniz Bölgesi'ndeki Burdur, Isparta ve Antalya illerini kapsayan Göller Bölgesi sınırları içerisinde ardıç türü olan *Juniperus excelsa* (Pinales: Cupressoideae)'nın iklim değişimine göre günümüz ve gelecekteki potansiyel dağılım alanlarını modellemiştir. Çalışma 19 iklim verisine göre MaxEnt yazılımı kullanılarak modellenmiştir. Model sonuçlarına göre *J. excelsa* türünün dağılımında ciddi bir azalma görüldüğünü bildirmiştir.

Lee ve ark. (2021), MaxEnt modeli kullanarak *Solenopsis geminata* (Hymenoptera: Formicidae)'nın 2050 ve 2100 yıllarına kadar yıllık ortalama sıcaklık, yıllık yağış ve en kurak çeyrekteki yağış, *S. geminata*'nın potansiyel dağılımını etkileyen temel faktörler olduğunu ve Brezilya, Çin, Güney Kore, ABD ve Uruguay gibi Amerika ve Doğu Asya'da bulunan bazı ülkeler, iklim değişikliği nedeniyle *S. geminata* tarafından tehdit altında kalabileceği tahminlerinde bulunmuşlardır.

Özgökçe ve ark. (2022), Van ilinde yaptığı çalışmada buğday üretiminin önemli sorunlarından olan ve geniş çaplı savaşım gerektiren *Eurygaster integriceps* (Hemiptera: Scutelleridae) ve yine önemli buğday zararlılarından *C. pygmeus* ve *Anisoplia* türlerine bölgede çok az sayıda rastlandığını ve genel olarak üreticiler tarafından şikâyet konusu olmadığını bildirmişlerdir.

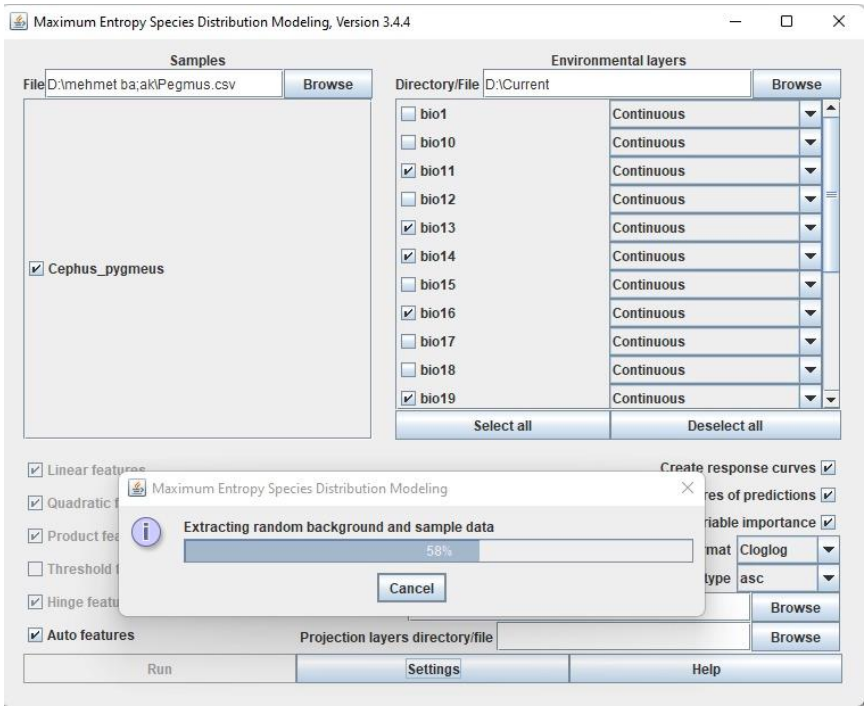
İnce ve ark. (2022), Yozgat ilinde yürüttüğü çalışmada zararlı ekin saparısı olan *C. pygmeus* türü erginlerinin buğday arazilerinde mayıs ayından itibaren periyodik sürveylerle kontrol altında tutulması gerektiğini bildirmişlerdir.

Zhao ve ark. (2023), Çin'de MaxEnt modellemesi ile *Cynaeus angustus* (Coleoptera: Tenebrionidae)'un mevcut ve gelecekteki potansiyel dağılımını araştırmıştır. Yıllık ortalama sıcaklık, yıllık sıcaklık aralığı, *C. angustus*'un potansiyel dağılımını etkileyen temel faktörler olduğunu ve potansiyel yayılış alanlarının küresel ısınmayla birlikte önemli ölçüde artacağını aynı zamanda kuzey yarımkürede genişleyeceği ve güney yarımkürede daralacağı bildirmişlerdir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Kullanılacak Model ve İklim Verileri

Dünya da biyoçeşitlilik araştırmalarında MaxEnt modellemesi (Şekil 3.1.) son zamanlarda öne çıkan bir modelleme tekniğidir. MaxEnt modelleme böceğin mevcut dağılım alanlarını dikkate alarak mevcut ve gelecek yıllarda hedef türlerinin dağılımı konusunda ortalama bir tahmin yapmaktadır. Mevcut çalışmada, tezin amaçlarına uygun olan MaxEnt modelleme tekniği kullanılmıştır (Philips ve ark., 2006).



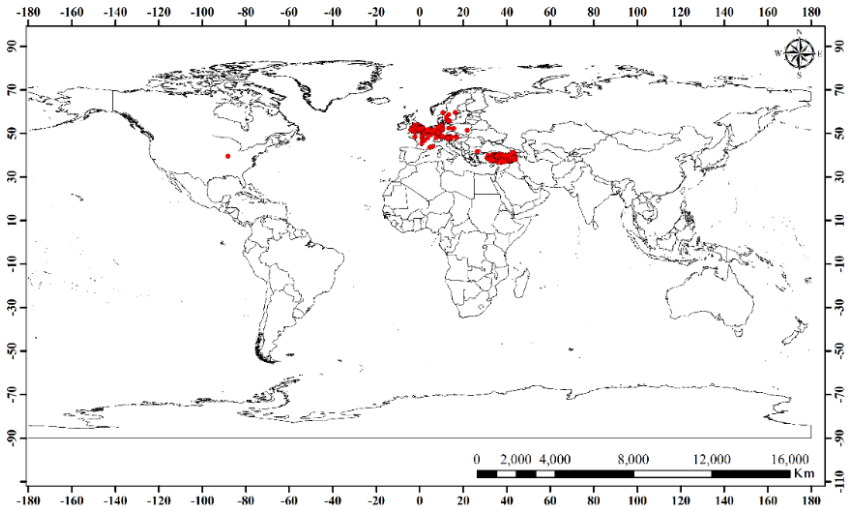
Şekil 3.1. MaxEnt modellemesinin genel görüntüsü

3.2. *Cephus pygmeus*'un Dünyadaki Dağılım Verilerinin Belirlenmesi

MaxEnt modellemede tekniğinde hedef türlerin dağılım verilerinin bilinmesi gerekmektedir. Son zamanlarda Global Biodiversity Information Facility (GBIF; www.gbif.org) veri tabanında bu tür veriler internet ortamında paylaşılmaktadır. *Cephus pygmeus*'a ait global dağılım verileri GBIF'den indirilmiştir (GBIF, 2023). GBIF'den indirilen 1296 koordinat farklı kriterlere göre gözden geçirilmiştir. İlk

adımda veriler taksonomik seviyede temizlenmiştir. Bu amaçla hedef türün dışındaki yanlış kayıtlar veri setinden silinmiştir. İklim verileri ince çözünürlükte (1 km^2 gridler) olduğundan dolayı 1 km^2'lik hücreye tek bir kayıt verisi bırakılarak geri kalan varlık kayıtları silinmiştir. Bu işlemler ise ArcGIS programında spatial rarefy araç kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Benzer şekilde >1 km hassasiyete sahip koordinatlar da veri setinden çıkarılmıştır. Yinelenen koordinatlar veya mekânsal doğruluk yönüyle yetersiz olan koordinatlar da veri setinden çıkarılmıştır. Temizleme işlem sonunda elde edilen veriler virgülle ayrılmış değerler (CSV) formatında kaydedilerek modele yüklenmeye hazır hale getirilmiştir. Veri temizleme işleminden sonra toplam koordinat sayısı 371 olmuş ve bu koordinatlara Türkiye'de tespit edilen koordinatlar da eklenmiştir. Türkiye'deki tespitli koordinatları ise daha önce çalışılmış *C. pygemeus* türü ile ilgili literatürler taranarak elde edilen veriler modelde kullanılmıştır. Veri temizleme ve toparlama işleminden sonra toplam 641 tespitli kayıt ile model kalibre edilmiştir (Şekil 3.2.).

MaxEnt modelleme yöntemi, hedef türlerin mevcut bulunduğu lokasyonların yanı sıra bulunmayan lokasyonların koordinatlarını da istemektedir. Ancak GBIF sadece böceklerin mevcut konumlarıyla ilgili verileri paylaşmaktadır. Dolayısıyla, zararlıların tespiti olmayan yerlerin koordinatları için tüm dünyada 10 bin adet koordinat noktası atılmıştır. Ancak, bu noktaları atarken böceklerin daha önce bulaşık olduğu yerlerin etrafına 30 km mesafe koyulmuştur.



Şekil 3.2. *Cephus pygmeus*'un Dünya'daki dağılımı (n = 641)

Modellemede kullanılan iklim verileri farklı veri tabanlarından indirilmiştir. Veriler indirilirken, verilerin 1 km^2 mekânsal çözünürlükleri dikkate alınmıştır. Dünya düzeyinde 1 km'lik giridlerde, mevcut ve gelecek senelerdeki iklim verilerinin toplanmasında (mevcut [1970-2000 ortalama], 2021-2040, 2041-2060, 2061-2080, ve 2081-2100 Worldclim veri tabanı kullanılmıştır (Hijmans ve ark., 2005).

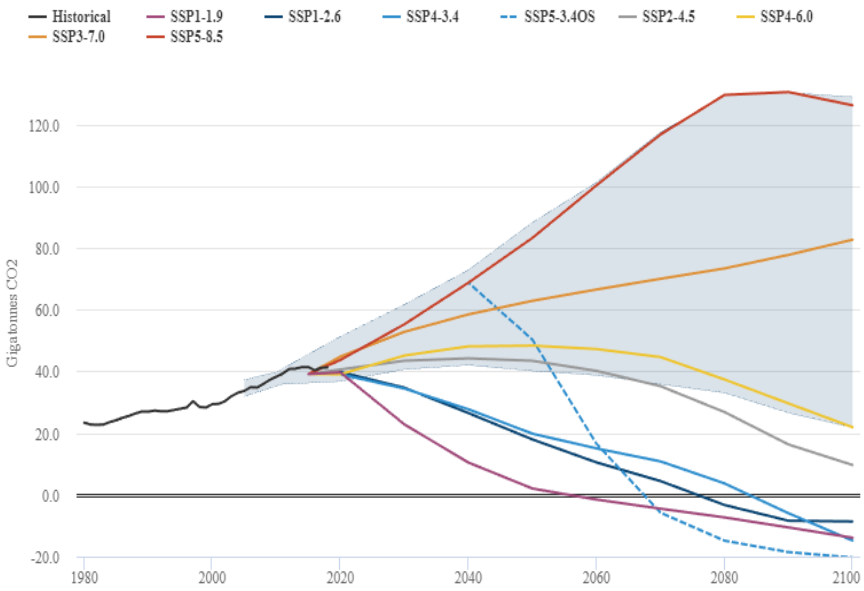
3.3. İklim Değişiklik Senaryoları

IPCC AR6'ya kadar olan süreçte, enerji modelleme topluluğu, farklı sosyoekonomik varsayımlar tarafından yönlendirilen yeni bir dizi emisyon senaryosu geliştirdi. Bunlar Ortak Sosyoekonomik Yollardır (SSP'ler). Bu SSP senaryolarının bir kısmı, CMIP6 için iklim modellerini yönlendirmek üzere seçilmiştir.

Spesifik olarak, 21. yüzyıl sonu iklim değişikliği sonuçlarını sağlamak için bir dizi senaryo seçilmiştir. IPCC'ın AR5 raporunda gelecekteki olası farklı sera gazı emisyonlarını inceleyen dört Temsili Konsantrasyon Yolu (RCP) içermektedir. Bu senaryoları – RCP2.6, RCP4.5, RCP6.0 ve RCP8.5 olarak bilinmektedir. Ancak CMIP6 raporunda yeni sürümleri oluşturulacaktır. Bu güncellenmiş senaryolar, SSP1-2.6, SSP2-4.5, SSP4-6.0 ve SSP5-8.5 olarak adlandırılmaktadır.

Bu senaryolar, 2100'e kadar her bir senaryo altında varsayılan yıllık CO_2 emisyonları Şekil 3.3.'te gösterilmiştir. Tez de iki farklı SSP senaryosu olan, SSP1-2.6 (hafifi iklim değişikliği) ve SSP5-8.5 (şiddetli iklim değişikliği) kullanılmıştır (Şekil 3.3.). SSP1-2.6 iklim değişikliği senaryosu, düşük sera gazı emisyonu baz alınarak 2075 yılı civarında karbon emisyonunun sıfıra indirileceğini esas almaktadır. Bu senaryoya göre 2041-2060 yıllarında 1.7 °C ve 2081-2100 yıllarında ise 1.8 °C sıcaklık artış olacağı tahmin edilmektedir. Bu senaryo altında 21. yüzyıl sonuna kadar olası sıcaklık artışı ise 1.3 ile 2.4 °C arası olacağı tahmin edilmektedir. SSP5-8.5 senaryosunda ise çok yüksek sera gazı emisyonu olacağı ve karbon emisyonunun 2075 yılına kadar üçe katlanacağını öngörmektedir. Bu senaryo ise 2041-2060 yıllarında 2.4 °C ve 2081- 2100 yıllarında ise 4.4 °C sıcaklık artış olacağı tahmin etmektedir. Ayrıca

SSP5-8.5 senaryo altında 21. yüzyıl sonuna kadar olası sıcaklık artışı ise 3.3 ile 5.7 °C arası olacağı tahmin edilmektedir.



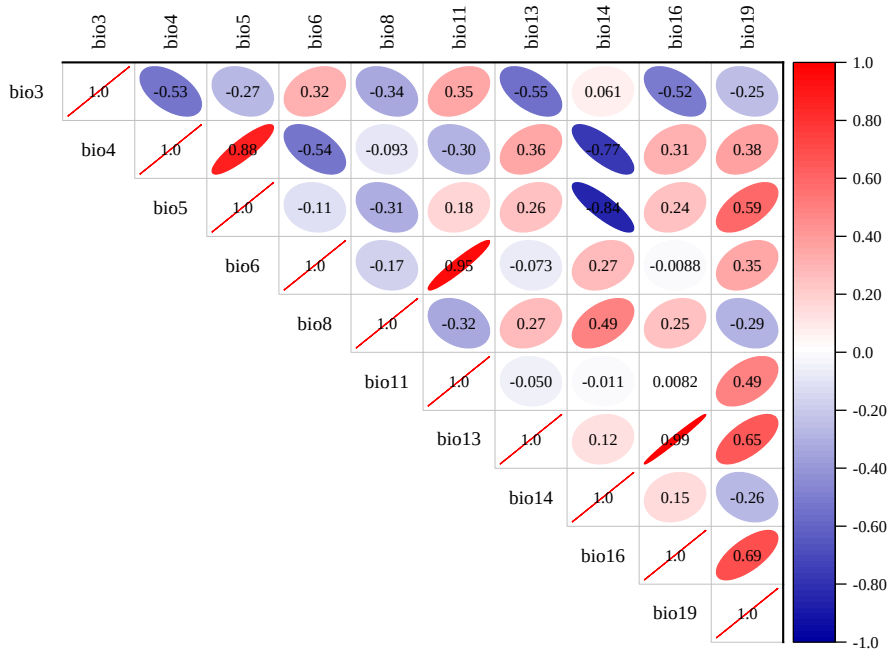
Şekil 3.3. IPCC AR6'da oluşturulan yeni iklim değişiklik senaryoları

3.4. MaxEnt Modelde Kullanılacak İklim Parametrelerinin Belirlenmesi

Bu modellemede hedef türün dağılımı belirleyici olarak 19 farklı iklim değişkenleri kullanılmıştır (Çizelge 3.1.). Böceğin varlık kayıtlara ait iklim veriler "extract" fonksiyonu kullanılarak ArcGIS'ten çekilmiştir. Bu veriler arasında Pearson Korelasyon analizi yapılmış ve 0.7'nin altında kalan korelasyon değerine sahip belirleyiciler tespit edilmiştir. Bu belirleyiciler mevcut ve geleceğe dönük tahminlerde kullanılmıştır (Kekeç ve Kadıoğlu 2020). Ancak, modele daha fazla katkı sağlayan ve korelasyon katsayısı>0.70 olan iklim değişkenleri korunmuştur. Toplamda 10 iklim değişkeni (bio3 = İzotermal sıcaklık (°C), bio4 = Sıcaklık mevsimliği (°C), bio5 = En sıcak ayın maksimum sıcaklığı (°C), bio6 = En soğuk ayın minimum sıcaklığı (°C), bio8 = En yağışlı çeyreğin ortalama sıcaklığı (°C), bio11 = En soğuk çeyreğin ortalama sıcaklığı (°C), bio13 = En yağışlı ayın yağış miktarı (mm), bio14 = En kurak ayın yağış miktarı (mm), bio16 = En yağışlı çeyreğin yağış miktarı (mm) ve bio19 = En soğuk çeyreğin yağış miktarı (mm)), türün yaşama ortamının mevcut ve gelecekteki iklim koşullarında uygunluğunu tahmin etmek için kullanılmıştır (Şekil 3.4.).

Çizelge 3.1. Model kalibrasyonunda kullanılacak iklim parametreleri ve açıklamaları (Hijmans ve ark., 2005)

Kısaltma	Açıklama
BIO1	Yıllık ortalama sıcaklık (°C)
BIO2	Ortalama günışığı aralığı
BIO3	İzotermal sıcaklık (°C)
BIO4	Sıcaklık mevsimliği (°C)
BIO5	En sıcak ayın maksimum sıcaklığı (°C)
BIO6	En soğuk ayın minimum sıcaklığı (°C)
BIO7	Yıllık sıcaklık aralığı (°C)
BIO8	En yağışlı çeyreğin ortalama sıcaklığı (°C)
BIO9	En kurak çeyreğin ortalama sıcaklığı (°C)
BIO10	En sıcak çeyreğin ortalama sıcaklığı (°C)
BIO11	En soğuk çeyreğin ortalama sıcaklığı (°C)
BIO12	Yıllık yağış miktarı (mm)
BIO13	En yağışlı ayın yağış miktarı (mm)
BIO14	En kurak ayın yağış miktarı (mm)
BIO15	Sezonluk yağış (mm)
BIO16	En yağışlı çeyreğin yağış miktarı (mm)
BIO17	En kurak çeyreğin yağış miktarı (mm)
BIO18	En sıcak çeyreğin yağış miktarı (mm)
BIO19	En soğuk çeyreğin yağış miktarı (mm)



bio3 = izotermal sıcaklık, bio4 = sıcaklık mevsimliği, bio5 = en sıcak ayın maksimum sıcaklığı, bio6 = en soğuk ayın minimum sıcaklığı, bio8 = en yağışlı çeyreğin ortalama sıcaklığı, bio11 = en soğuk çeyreğin ortalama sıcaklığı, bio13 = en yağışlı ayın yağış miktarı, bio14 = en kurak ayın yağış miktarı, bio16 = en yağışlı çeyreğin yağış miktarı, bio19 = en soğuk çeyreğin yağış miktarı

Şekil 3.4. Farklı iklim değişiklik senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un habitat uygunluğunu tahmin etmek amacıyla MaxEnt modele dahil edilen iklim parametreleri arasındaki korelasyon

3.5. Modelin Çalıştırılması

MaxEnt modelleme tekniği, hem bölgesel ölçekte hem de küresel düzeyde tür dağılımlarını tahmin etmek için geniş bir şekilde kullanılan bir yöntemdir. Ancak modele bir bölge sınırlandırıldığında, böceklerin gerçek nişi tahmin edilememektedir. Dolayısıyla çalışmada Pettitpere ve ark. (2012), tarafından geliştirilen Hierarchical modelleme tekniği kullanılmıştır. Kısaca model kalibrasyonun da Dünya verileri kalibre edilerek projeksiyon yaparken Türkiye'ye yansıtılmıştır. Böylece böceklerin gerçek nişi modelle aktarılmış ve hatalar ortadan kaldırılmıştır.

MaxEnt modeli varsayılan ayarları, 5000 iterasyon ve 5 tekerrür ile kalibre edilmiştir. Model, verilerin %75'i üzerinde eğitilmiş ve kalan %30'u üzerinde test edilmiştir. Modelde 1 harita hazırlanılırken, model 5 defa çalıştırılmış olup bu modellerin ortalaması dikkate alınmıştır.

3.6. MaxEnt Modelin Tahmin Gücü ve Hedef Türün Dağılım Üzerindeki Etki Eden Parametrelerin Belirlenmesi

MaxEnt modelinin tahmin gücü, Receiver Operating Characteristic Curve (ROC eğirisi) altındaki alana göre belirlenmiştir. 1'e yakın ROC değerleri, modelin yüksek tahmin gücüne sahip olduğu anlamına gelmektedir. Genel olarak, ROC değeri> 0.70 olan bir model yüksek performanslı olarak kabul edilirken, <0,50 ROC değeri olan bir model, zayıf donanımlı bir model olarak kabul edilmektedir.

ROC kategorilerinin ayırt etme kabiliyetlerinin ölçüsü olup ROC eğrisinin benzer bir özeti olarak düşünülebilir (Farooq, 2018; Uzun ve ark., 2020). ROC değeri, genel olarak modelin tahmin gücüne saptamaktır. ROC değeri 1'e yaklaştıkça modelin tahmin gücü artmaktadır (Akyol ve ark., 2020; Uzun ve ark., 2020). Bu nedenle bu değerler 1'den uzaklaşınca tahmin gücü de azalmaktadır. Fakat genel olarak değerin 0.5'den büyük olması modelin öylesine tahmin yapmadığını ve tahmin başarılı olduğunu gösterir (Uzun ve ark., 2020). MaxEnt modelinin test ve eğitim aşamalarında iklime parametrelerin modele sağladı katkılar ve permütasyon önemi değerler

kullanılarak zararlı dağılımını etki eden parametreler belirlenmiştir. En yüksek katkısı ve permütasyon önemine sahip değişkenler, hedef türlerin dağılımını etkilemesi muhtemel değişkenler olarak kabul edilmiştir. Hedef türlerin dağılımına etki eden yukarıdaki verilerden modele katkı Jackknife Analizi ile belirlenmiştir.

3.7. Farklı Senelerde Tahmin Edilen Alanların Hesaplanması

Potansiyel dağılım haritalarında model tarafında her 1 km^2'lik gride 0 ile 1 arası değişen sayısal değer verilmiştir. Bu değerlerinden yola çıkarak 0-0.25 değer olan gridler hedef türe uygun olmadığı, 0.26-0.50 olan kısmen uygun, 0.51-0.75 olanı uygun ve>0.75 olanları en uygun olarak kabul edilmiştir. Bu değerlere bağlı olarak her kategorideki alan, ArcGIS'in alan hesaplama aracı ile hesaplanmış olup km^2'ye dönüştürülmüştür. Bu işlem hem mevcut iklim hem de gelecekteki iklim değişikliğine bağlı olarak potansiyel dağılımları için yapılmıştır.

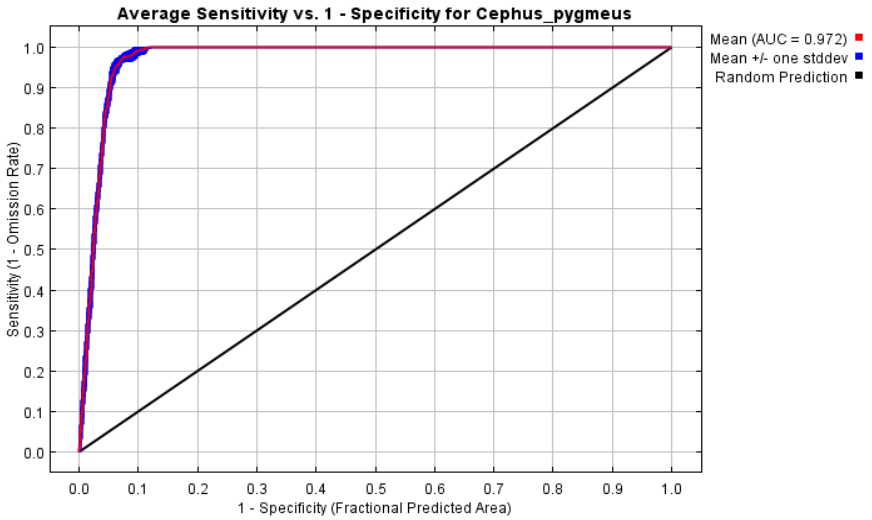
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1. Mevcut İklim Koşulları Altında Türkiye ve Dünya'da *Cephus pygmeus*'un Potansiyel Dağılım Alanları

Türkiye ve Dünya düzeyinde mevcut iklim koşulları altında *C. pygmeus*'un potansiyel dağılım alanları MaxEnt modeli kullanılarak tahmin edilmiştir. Modelin tahmin gücü, potansiyel dağılım alanları, iklim değişkenlerinin modele sağlamış olduğu katkılar ve bu zararlı üzerindeki muhtemel etkileri aşağıda verilmiştir.

4.1.1. Mevcut iklim koşulları altında Türkiye ve Dünya'da *Cephus pygmeus*'un potansiyel dağılım alanlarının tahmininde kullanılan MaxEnt modelin tahmin gücü

Mevcut iklim koşulları altında Türkiye ve Dünya'da *C. pygmeus*'un potansiyel dağılım alanlarının tahmininde kullanılan MaxEnt modelinin tahmin gücü Şekil 4.1.'de verilmiştir. Mevcut iklim koşulları altında Türkiye ve Dünya'da *C. pygmeus*'un potansiyel dağılım alanlarının tahmininde kullanılan MaxEnt modelin tahmin gücü 0.97 olarak belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre MaxEnt modeli *C. pygmeus*'un potansiyel dağılım alanlarını yüksek başarıyla tahmin etmiştir.

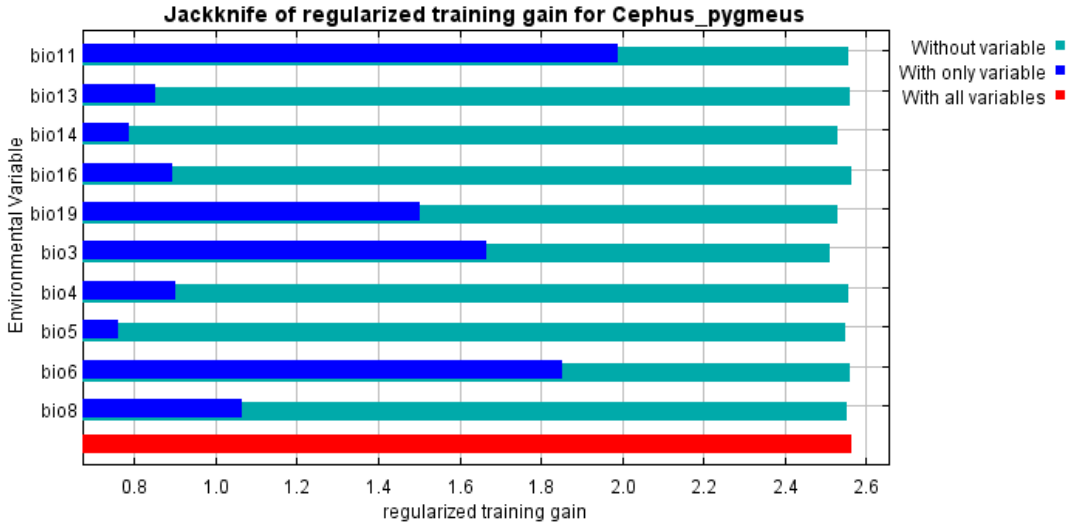


Şekil 4.1. Mevcut iklim koşulları altında Türkiye ve Dünya'da *Cephus pygmeus*'un potansiyel dağılım alanlarının tahmininde kullanılan MaxEnt modelin tahmin gücü

4.1.2. Mevcut iklim koşulları altında Türkiye ve Dünya'da *Cephus pygmeus*'un potansiyel dağılım alanlarının tahmininde kullanılan MaxEnt modele verilen iklim değişkenlerinin modele katkısı ve böceğin dağılımı üzerindeki etkisi

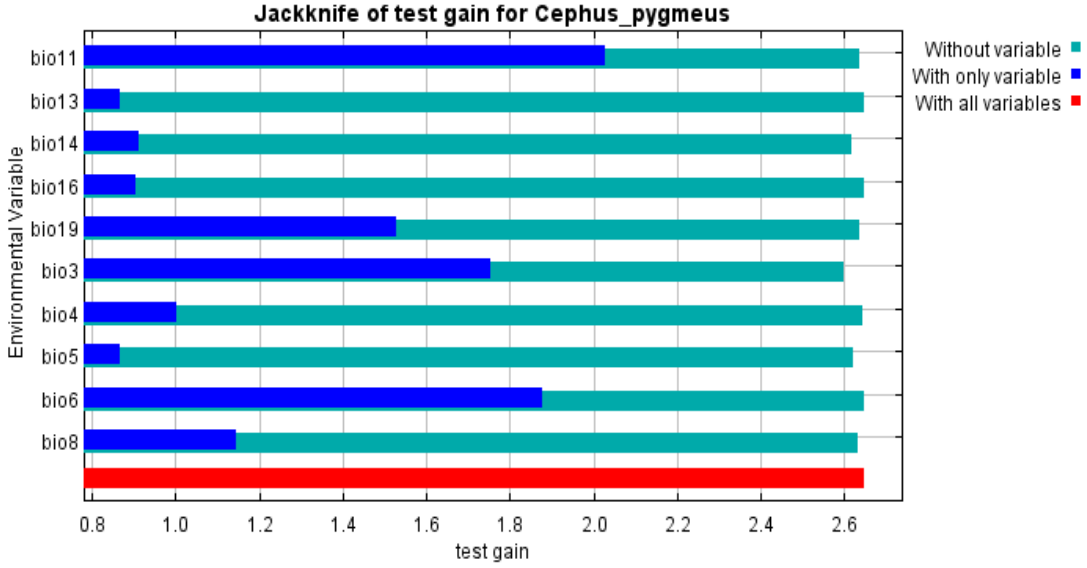
Mevcut iklim koşulları altında Türkiye ve Dünya'da *C. pygmeus*'un potansiyel dağılım alanlarının tahmininde kullanılan MaxEnt modele verilen iklim değişkenlerinin, modelin eğitilme esnasında vermiş olduğu katkılar Şekil 4.2.'de gösterilmiştir. Modelin eğitilişinde en fazla katkı sağlayan iklim değişkenleri bio3 (İzotermal sıcaklık (°C)), bio6 (En soğuk ayın minimum sıcaklığı (°C)), bio11 (En soğuk çeyreğin ortalama sıcaklığı (°C)) ve bio19 (En soğuk çeyreğin yağış miktarı (mm)) olmuştur. Bu sonuçlara göre *C. pygmeus*'un potansiyel dağılım alanlarının tahmininde modelin eğitim esnasında en fazla katkı sağlayan iklim değişkenleri bio3 (İzotermal sıcaklık (°C)), bio6 (En soğuk ayın minimum sıcaklığı (°C)), bio11 (En soğuk çeyreğin ortalama sıcaklığı (°C)) ve bio19 (En soğuk çeyreğin yağış miktarı (mm)) olmuştur. Benzer şekilde eğitilmiş modelin test aşmasında da en fazla katkı sunan iklim değişkenleri de bio3 (İzotermal sıcaklık (°C)), bio6 (En soğuk ayın minimum sıcaklığı (°C)), bio11 (En soğuk çeyreğin ortalama sıcaklığı (°C)) ve bio19 (En soğuk çeyreğin yağış miktarı (mm)) olarak belirlenmiştir (Şekil 4.3.).

Mevcut iklim koşullar altında Türkiye ve Dünya'da *C. pygmeus*'un potansiyel dağılım alanlarının tahmininde kullanılan MaxEnt modele yüklenen iklim değişkenlerinin modelin tahmin gücüne katkıları Şekil 4.4.'te sunulmuştur. Modelin eğitilmesinde ve test aşamasında olduğu gibi modelin tahmin gücünü en fazla artıran iklim değişkenleri bio3 (İzotermal sıcaklık (°C)), bio6 (En soğuk ayın minimum sıcaklığı (°C)), bio11 (En soğuk çeyreğin ortalama sıcaklığı (°C)) ve bio19 (En soğuk çeyreğin yağış miktarı (mm)) olarak belirlenmiştir (Şekil 4.4.).



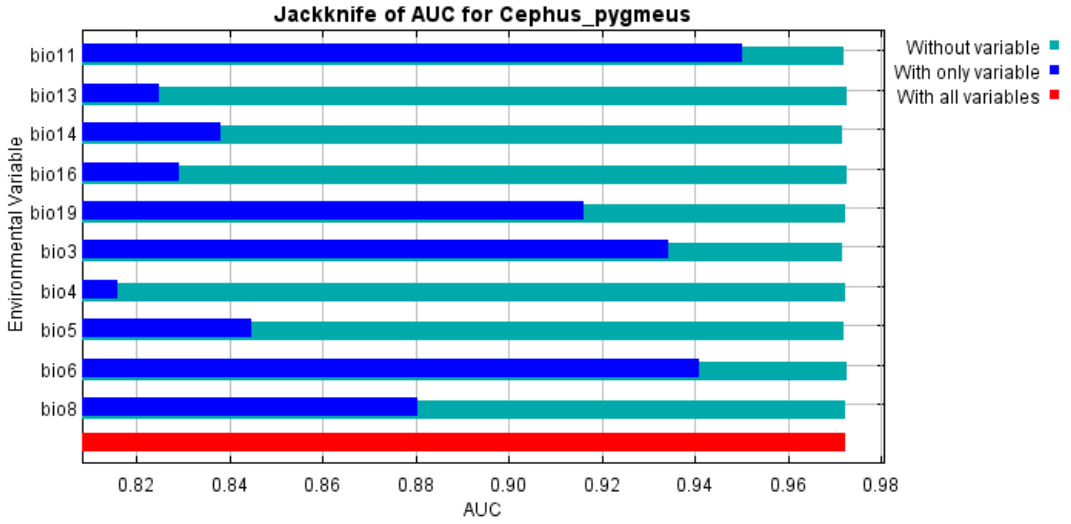
bio3 = izotermal sıcaklık, bio4 = sıcaklık mevsimliği, bio5 = en sıcak ayın maksimum sıcaklığı, bio6 = en soğuk ayın minimum sıcaklığı, bio8 = en yağışlı çeyreğin ortalama sıcaklığı, bio11 = en soğuk çeyreğin ortalama sıcaklığı, bio13 = en yağışlı ayın yağış miktarı, bio14 = en kurak ayın yağış miktarı, bio16 = en yağışlı çeyreğin yağış miktarı, bio19 = en soğuk çeyreğin yağış miktarı

Şekil 4.2. Mevcut iklim koşullar altında Türkiye ve Dünya'da *Cephus pygmeus*'un potansiyel dağılım alanlarını tahmin etmek amacıyla kullanılan MaxEnt modele verilen iklim değişkenlerinin modelin eğitim esnasında sunmuş olduğu katkıları



bio3 = izotermal sıcaklık, bio4 = sıcaklık mevsimliği, bio5 = en sıcak ayın maksimum sıcaklığı, bio6 = en soğuk ayın minimum sıcaklığı, bio8 = en yağışlı çeyreğin ortalama sıcaklığı, bio11 = en soğuk çeyreğin ortalama sıcaklığı, bio13 = en yağışlı ayın yağış miktarı, bio14 = en kurak ayın yağış miktarı, bio16 = en yağışlı çeyreğin yağış miktarı, bio19 = en soğuk çeyreğin yağış miktarı

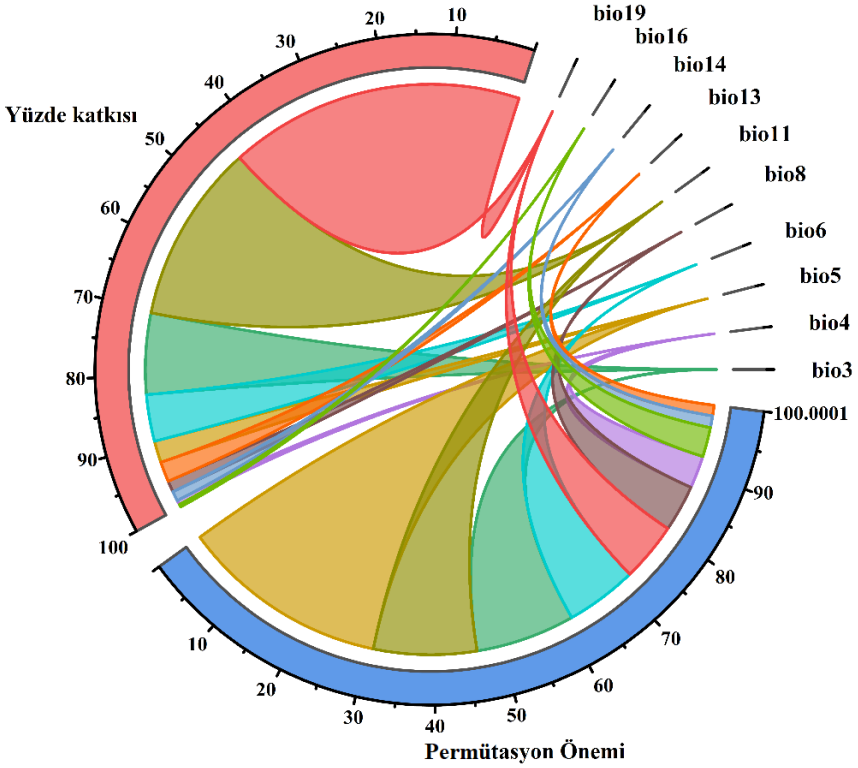
Şekil 4.3. Mevcut iklim koşullar altında Türkiye ve Dünya'da *Cephus pygmeus*'un potansiyel dağılım alanlarını tahmin etmek amacıyla kullanılan MaxEnt modele verilen iklim değişkenlerinin modelin test aşamasında sunmuş olduğu katkıları



bio3 = izotermal sıcaklık, bio4 = sıcaklık mevsimliği, bio5 = en sıcak ayın maksimum sıcaklığı, bio6 = en soğuk ayın minimum sıcaklığı, bio8 = en yağışlı çeyreğin ortalama sıcaklığı, bio11 = en soğuk çeyreğin ortalama sıcaklığı, bio13 = en yağışlı ayın yağış miktarı, bio14 = en kurak ayın yağış miktarı, bio16 = en yağışlı çeyreğin yağış miktarı, bio19 = en soğuk çeyreğin yağış miktarı

Şekil 4.4. Mevcut iklim koşulları altında Türkiye ve Dünya'da *Cephus pygmeus*'un potansiyel dağılım alanlarını tahmin etmek amacıyla kullanılan MaxEnt modele verilen iklim değişkenlerinin modelin tahmin gücüne sunmuş olduğu katkıları

Genel olarak iklim değişkenlerinin modele sağlanan yüzde katkıları ve permütasyon önemi Şekil 4.5.'te sunulmuştur. İklim değişkenlerin yüzde katkılar eğitilmiş modele sağlanmış katkılar olurken permütasyon önemi ise en fazla permütasyon önemine sahip olan iklim değişkenleri hedef türlerin potansiyel dağılımında en önemli rol oynayacağı anlamına gelmektedir. Şekil 4.5. incelendiğinde, eğitilmiş modele en fazla katkı sağlayan iklim değişkenleri bio3 (İzotermal sıcaklık (°C)), bio6 (En soğuk ayın minimum sıcaklığı (°C)), bio11 (En soğuk çeyreğin ortalama sıcaklığı (°C)) ve bio19 (En soğuk çeyreğin yağış miktarı (mm)) olarak belirlenmiştir. Nitekim, en fazla permütasyon önemine sahip iklim değişkenleri de bio3 (İzotermal sıcaklık (°C)), bio6 (En soğuk ayın minimum sıcaklığı (°C)), bio11 (En soğuk çeyreğin ortalama sıcaklığı (°C)) ve bio19 (En soğuk çeyreğin yağış miktarı (mm)) olmuştur. Bu sonuçlar, *C. pygmeus*'un potansiyel dağılım alanlarının en fazla bio3 (İzotermal sıcaklık (°C)), bio6 (En soğuk ayın minimum sıcaklığı (°C)), bio11 (En soğuk çeyreğin ortalama sıcaklığı (°C)) ve bio19 (En soğuk çeyreğin yağış miktarı (mm))'daki değişimlerden dolayı etkileneceğini göstermektedir.



bio3 = izotermal sıcaklık, bio4 = sıcaklık mevsimliği, bio5 = en sıcak ayın maksimum sıcaklığı, bio6 = en soğuk ayın minimum sıcaklığı, bio8 = en yağışlı çeyreğin ortalama sıcaklığı, bio11 = en soğuk çeyreğin ortalama sıcaklığı, bio13 = en yağışlı ayın yağış miktarı, bio14 = en kurak ayın yağış miktarı, bio16 = en yağışlı çeyreğin yağış miktarı, bio19 = en soğuk çeyreğin yağış miktarı

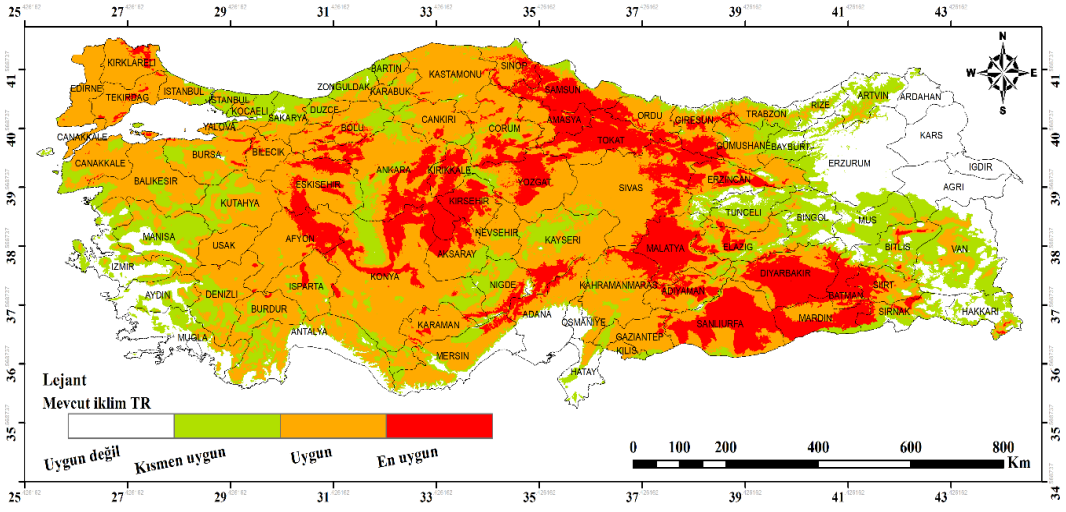
Şekil 4.5. Mevcut iklim koşullar altında Türkiye ve Dünya'da *Cephus pygmeus*'un potansiyel dağılım alanlarını tahmin etmek amacıyla kullanılan MaxEnt modele verilen iklim değişkenlerinin modele katkısı ve permütasyon önemi

4.1.3. Mevcut iklim koşulları altında Türkiye'de *Cephus pygmeus*'un potansiyel dağılım alanları

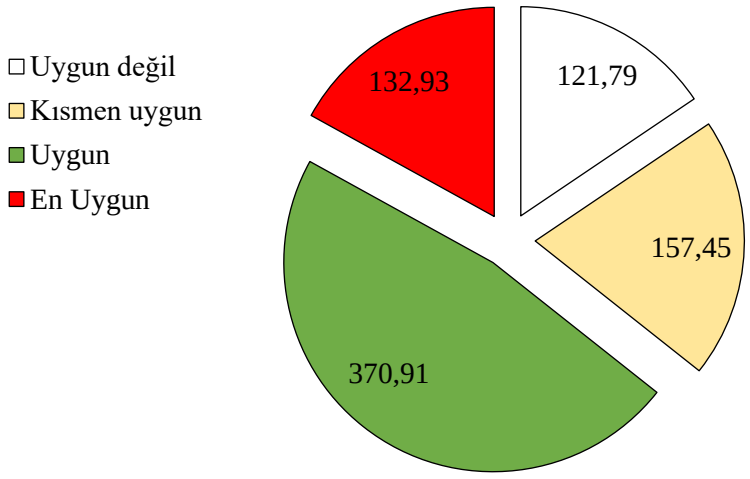
Mevcut iklim koşulları altında *C. pygmeus*'un Türkiye'deki potansiyel dağılım alanları Şekil 4.6.'da verilmiştir. Türkiye'de *C. pygmeus*'un en uygun habitat Şanlıurfa, Mardin, Diyarbakır, Batman, Malatya, Erzincan, Tokat, Amasya, Samsun, Yozgat, Kırşehir, Kırıkkale ve Afyon illerinde olduğu tahmin edilmiştir (Şekil 4.6.).

Mevcut iklim altında, Türkiye'nin büyük bir kısmı *C. pygmeus* için uygun olmadığı tahmin edilmiştir. Farklı habitat uygunluğu kategorilerindeki dağılım alanları Şekil 4.7.'de verilmiştir. Buna göre, Türkiye'nin 370.91 bin km^2 *C. pygmeus* için

uygun olmadığı, 157.45 bin km^2 kısmen uygun, 121.79 bin km^2 uygun ve 132.93 bin km^2 en uygun olduğu hesaplanmıştır.



Şekil 4.6. Türkiye'de mevcut iklim koşulları altında *Cephus pygmeus*'un potansiyel dağılım alanları



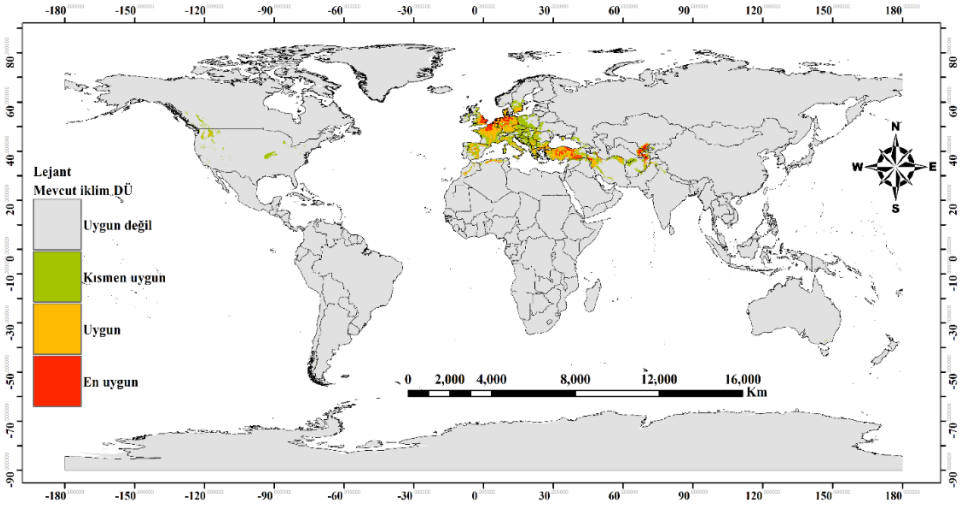
Şekil 4.7. Türkiye'de mevcut iklim koşulları altında *Cephus pygmeus*'un farklı habitat uygunluğu kategorilerindeki dağılım alanları (000 km^2)

4.1.4. Mevcut iklim koşulları altında Dünya'da *Cephus pygmeus*'un potansiyel dağılım alanları

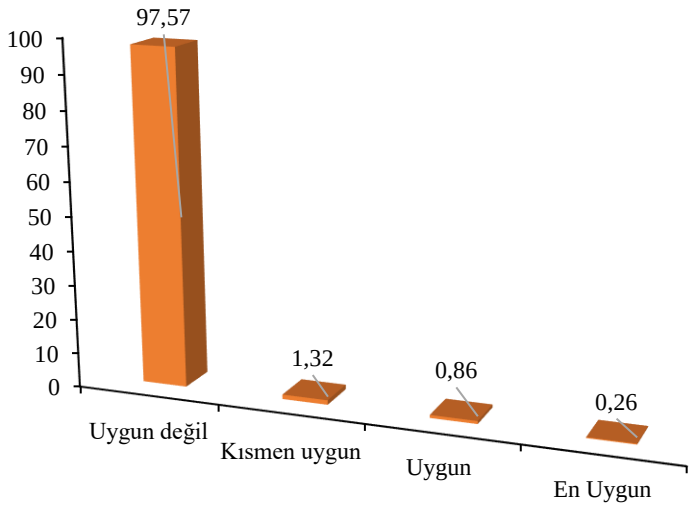
Mevcut iklim koşulları altında *C. pygmeus*'un dünyadaki potansiyel dağılım alanları Şekil 4.8.'de verilmiştir. Dünya'da *C. pygmeus*'un en uygun habitat Avrupa ülkeleri, İngiltere, Türkiye, Tacikistan ve Özbekistan da olduğu tahmin edilmiştir.

Avrupa da ise en fazla uygun habitatı olan ülkeler Fransa, Belçika, Almanya ve Hollanda olduğu tahmin edilmiştir (Şekil 4.8.).

Mevcut iklim koşulları altında *C. pygmeus* Dünya'da küçük bir alanda yayılabileceği tahmin edilmiştir. Mevcut iklim koşulları altında farklı habitat uygunluğu kategorilerindeki dağılım alanlarından %97.57 *C. pygmeus* için uygun olmadığı, %1.32 kısmen uygun, %0.86 uygun tahmin edilirken sadece %0.26 oranında en uygun olarak tahmin edilmiştir (Şekil 4.9.).



Şekil 4.8. Dünya'da mevcut iklim koşulları altında *Cephus pygmeus*'un potansiyel dağılım alanları



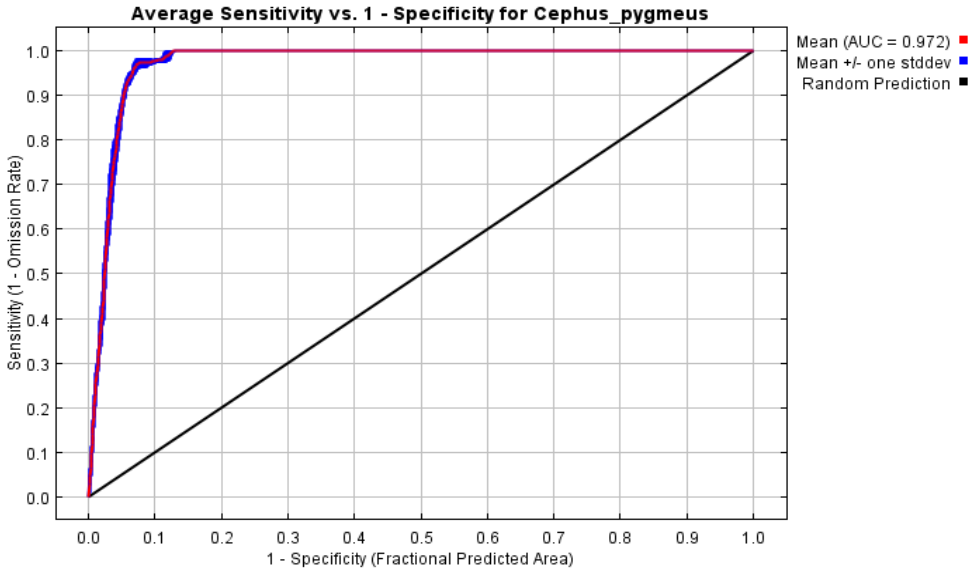
Şekil 4.9. Dünya'da mevcut iklim koşulları altında *Cephus pygmeus*'un habitat uygunluğundaki kategorik dağılımı

4.2. Türkiye ve Dünya' da 2021-2040 Yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 İklim Değişikliği Senaryoları Altında *Cephus pygmeus*'un Potansiyel Dağılım Alanları

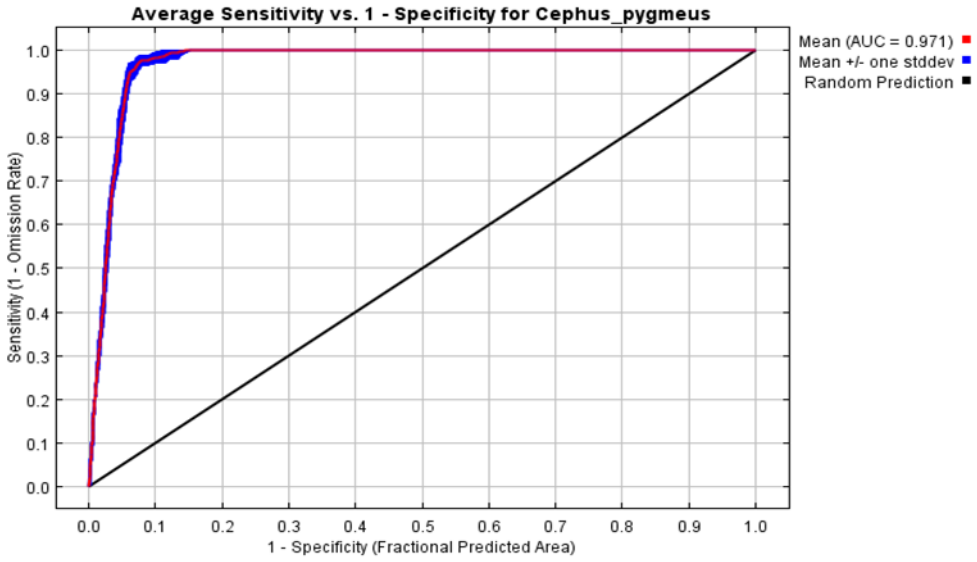
Türkiye ve Dünya düzeyinde 2021-2040 yılları iklim koşulları ve farklı iklim değişikliği senaryoları altında *C. pygmeus*'un potansiyel dağılım alanları MaxEnt model kullanarak tahmin edilmiştir. Modelin tahmin gücü, potansiyel dağılım alanları ve iklim değişkenlerinin modele sağlamış olduğu katkılar ve böcek üzerindeki muhtemel etkiler aşağıda verilmiştir.

4.2.1. Türkiye ve Dünya'da 2021-2040 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un potansiyel dağılım alanları tahmininde kullanılan MaxEnt modelin tahmin gücü

Türkiye ve Dünya'da 2021-2040 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 senaryoları altında Türkiye ve Dünya'da *C. pygmeus*'un potansiyel dağılım alanlarının tahmininde kullanılan MaxEnt modelin tahmin gücü Şekil 4.10.'da verilmiştir. 2021-2040 SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 senaryoları altında Türkiye ve Dünya'da *C. pygmeus*'un potansiyel dağılım alanlarının tahmininde kullanılan MaxEnt modelin tahmin gücü 0.97 olarak belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre MaxEnt modeli *C. pygmeus*'un potansiyel dağılım alanlarını yüksek başarıyla tahmin etmiştir.



SSP1-2.6



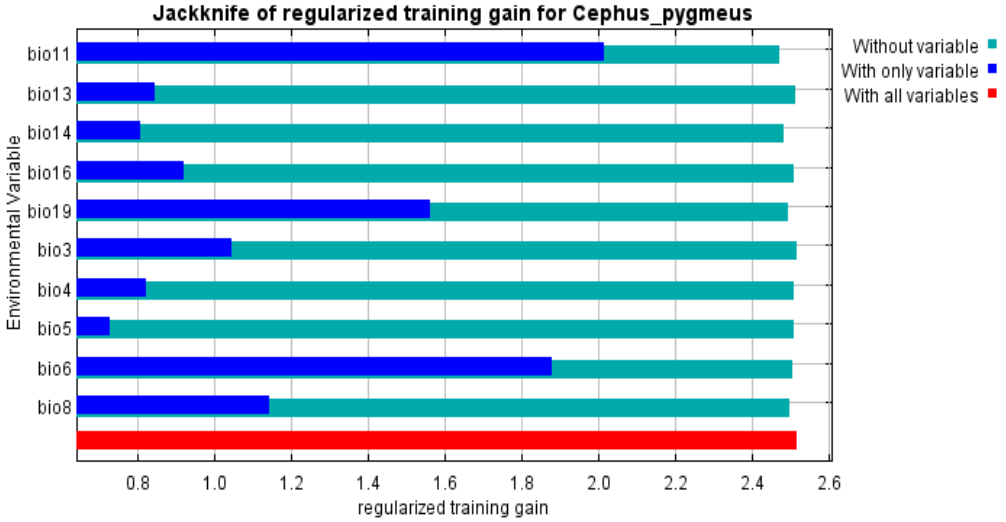
SSP5-8.5

Şekil 4.10. Türkiye ve Dünya'da 2021-2040 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un potansiyel dağılım alanları tahmininde kullanılan MaxEnt modelinin tahmin gücü

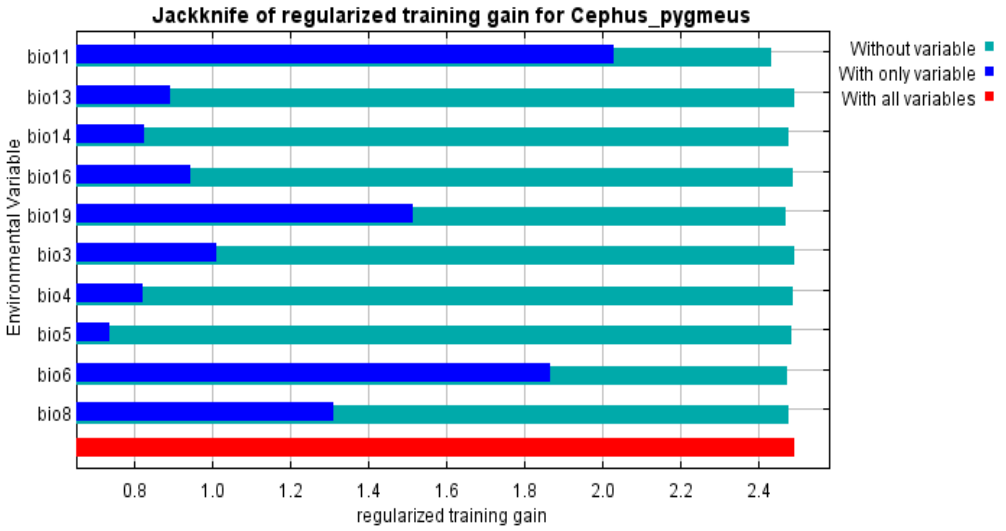
4.2.2. Türkiye ve Dünya'da 2021-2040 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un potansiyel dağılım alanları tahmininde kullanılan MaxEnt modele verilen iklim değişkenlerinin modele katkı ve böceğin dağılım üzerindeki etkisi

Türkiye ve Dünya'da 2021-2040 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 senaryoları altında MaxEnt modele verilen iklim değişkenlerinin modelin eğitim esnasında

sunmuş olduğu katkıları (Şekil 4.11.), modele verilen iklim değişkenlerinin modelin test aşamada sunmuş olduğu katkıları (Şekil 4.12.) ve modele verilen iklim değişkenlerinin modelin tahmin gücüne sunmuş olduğu katkıları (Şekil 4.13.) aşağıdaki grafiklerde gösterilmiştir.



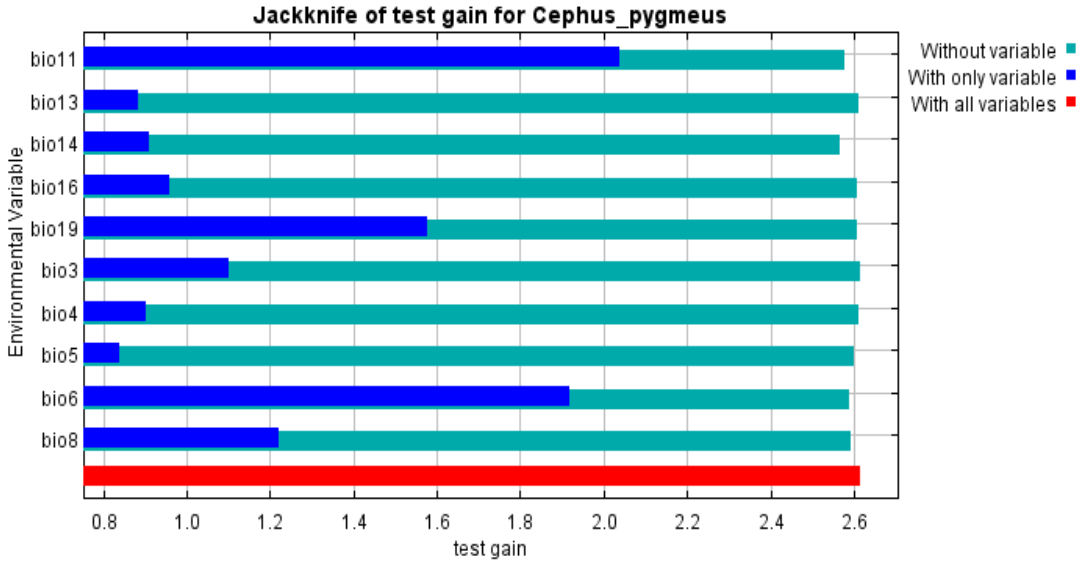
SSP1-2.6



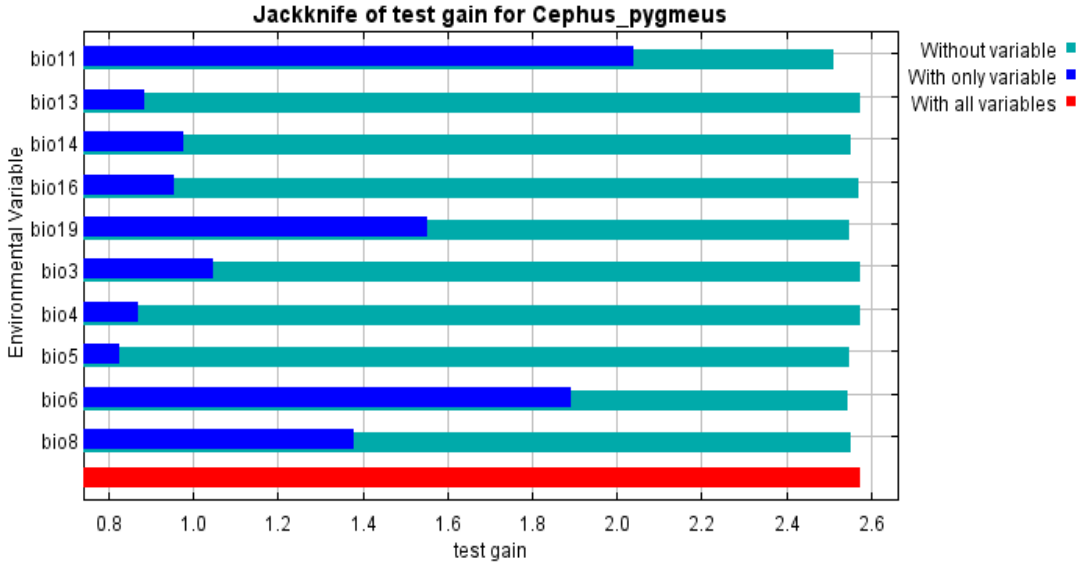
SSP5-8.5

bio3 = izotermal sıcaklık, bio4 = sıcaklık mevsimliği, bio5 = en sıcak ayın maksimum sıcaklığı, bio6 = en soğuk ayın minimum sıcaklığı, bio8 = en yağışlı çeyreğin ortalama sıcaklığı, bio11 = en soğuk çeyreğin ortalama sıcaklığı, bio13 = en yağışlı ayın yağış miktarı, bio14 = en kurak ayın yağış miktarı, bio16 = en yağışlı çeyreğin yağış miktarı, bio19 = en soğuk çeyreğin yağış miktarı

Şekil 4.11. Türkiye ve Dünya'da 2021-2040 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un potansiyel dağılım alanlarını tahmin etmek amacıyla kullanılan MaxEnt modele verilen iklim değişkenlerinin modelin eğitim esnasında sunmuş olduğu katkıları



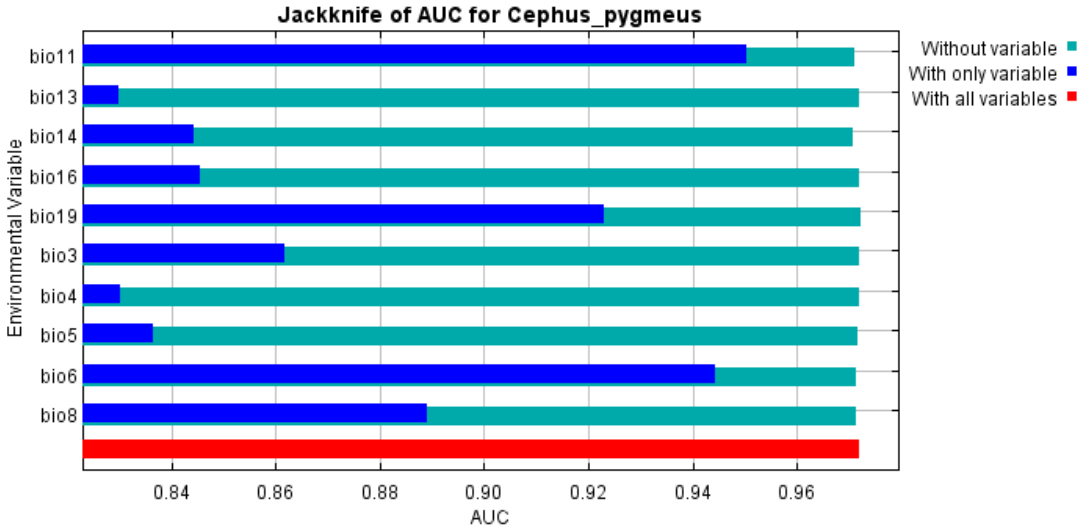
SSP1-2.6



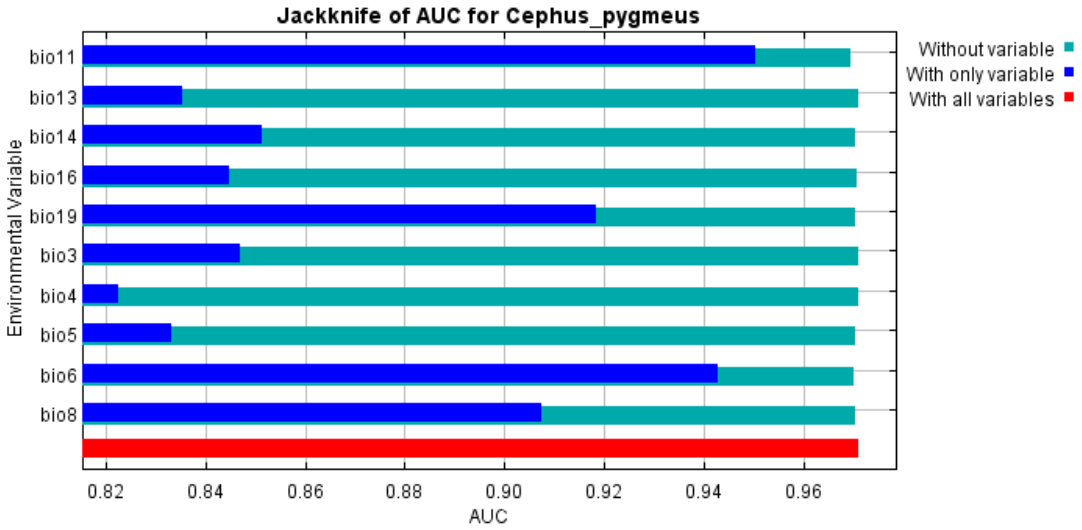
SSP5-8.5

bio3 = izotermal sıcaklık, bio4 = sıcaklık mevsimliği, bio5 = en sıcak ayın maksimum sıcaklığı, bio6 = en soğuk ayın minimum sıcaklığı, bio8 = en yağışlı çeyreğin ortalama sıcaklığı, bio11 = en soğuk çeyreğin ortalama sıcaklığı, bio13 = en yağışlı ayın yağış miktarı, bio14 = en kurak ayın yağış miktarı, bio16 = en yağışlı çeyreğin yağış miktarı, bio19 = en soğuk çeyreğin yağış miktarı

Şekil 4.12. Türkiye ve Dünya'da 2021-2040 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un potansiyel dağılım alanlarını tahmin etmek amacıyla kullanılan MaxEnt modele verilen iklim değişkenlerinin modelin test aşamasında sunmuş olduğu katkıları



SSP1-2.6



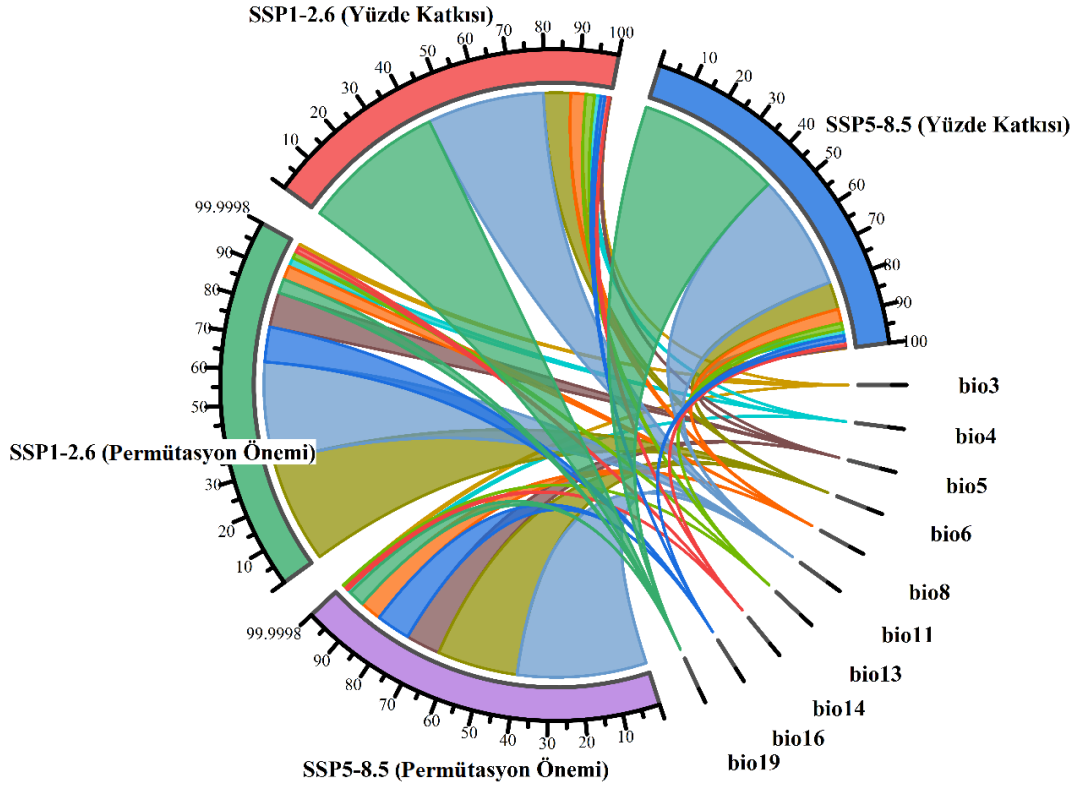
SSP5-8.5

bio3 = izotermal sıcaklık, bio4 = sıcaklık mevsimliği, bio5 = en sıcak ayın maksimum sıcaklığı, bio6 = en soğuk ayın minimum sıcaklığı, bio8 = en yağışlı çeyreğin ortalama sıcaklığı, bio11 = en soğuk çeyreğin ortalama sıcaklığı, bio13 = en yağışlı ayın yağış miktarı, bio14 = en kurak ayın yağış miktarı, bio16 = en yağışlı çeyreğin yağış miktarı, bio19 = en soğuk çeyreğin yağış miktarı

Şekil 4.13. Türkiye ve Dünya'da 2021-2040 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un potansiyel dağılım alanlarını tahmin etmek amacıyla kullanılan MaxEnt modele verilen iklim değişkenlerinin modelin tahmin gücüne sunmuş olduğu katkıları

Genel olarak model oluşumuna en çok katkı sağlayan bio6 (En soğuk ayın minimum sıcaklığı (°C)), bio8 (En yağışlı çeyreğin ortalama sıcaklığı (°C)), bio11 (En soğuk çeyreğin ortalama sıcaklığı (°C)) ve bio19 (En soğuk çeyreğin yağış miktarı (mm)) iklim parametreleri olmuştur.

Türkiye ve Dünya'da 2021-2040 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 senaryolarında genel olarak iklim değişkenlerinin modele sağlanan yüzde katkıları ve permütasyon önemi Şekil 4.14.'te sunulmuştur. Şekil 4.14. incelendiğinde, eğitilmiş modele en fazla katkı sağlayan iklim değişkenleri bio11 (En soğuk çeyreğin ortalama sıcaklığı (°C)) ve bio19 (En soğuk çeyreğin yağış miktarı (mm)) olarak belirlenmiştir. Nitekim, en fazla permütasyon önemine sahip iklim değişkenleri de bio6 (En soğuk ayın minimum sıcaklığı (°C)) ve bio11 (En soğuk çeyreğin ortalama sıcaklığı (°C)) olmuştur. Bu sonuçlar, *C. pygmeus*'un potansiyel dağılım alanlarının en fazla bio6 (En soğuk ayın minimum sıcaklığı (°C)), bio11 (En soğuk çeyreğin ortalama sıcaklığı (°C)) ve bio19 (En soğuk çeyreğin yağış miktarı (mm))'daki değişimlerinden dolayı etkileneceğini göstermektedir.

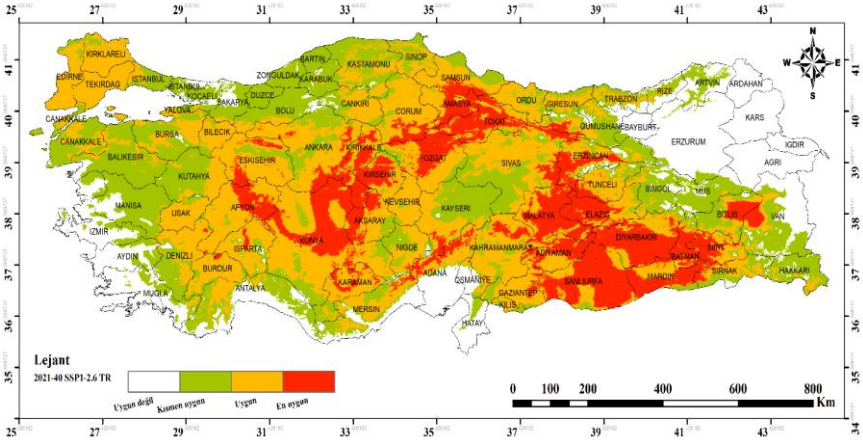


bio3 = izotermal sıcaklık, bio4 = sıcaklık mevsimliği, bio5 = en sıcak ayın maksimum sıcaklığı, bio6 = en soğuk ayın minimum sıcaklığı, bio8 = en yağışlı çeyreğin ortalama sıcaklığı, bio11 = en soğuk çeyreğin ortalama sıcaklığı, bio13 = en yağışlı ayın yağış miktarı, bio14 = en kurak ayın yağış miktarı, bio16 = en yağışlı çeyreğin yağış miktarı, bio19 = en soğuk çeyreğin yağış miktarı

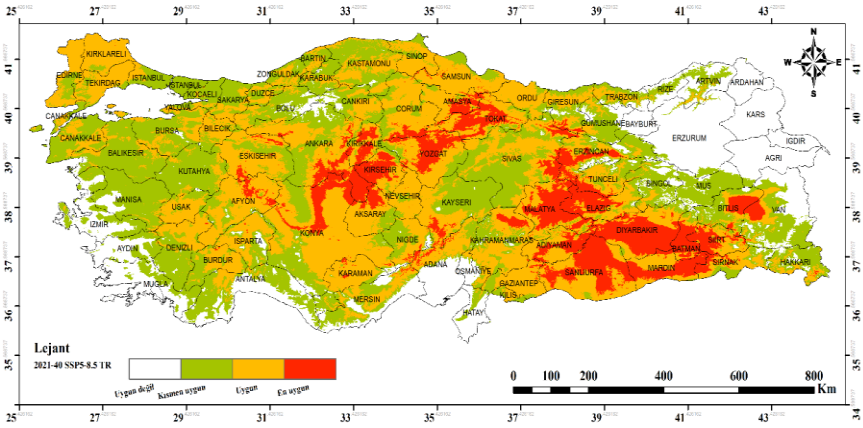
Şekil 4.14. Türkiye ve Dünya'da 2021-2040 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un potansiyel dağılım alanlarını tahmin etmek amacıyla kullanılan MaxEnt modele verilen iklim değişkenlerinin modele yüzde katkısı ve permütasyon önemi

4.2.3. Türkiye'de 2021-2040 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un potansiyel dağılım alanları

Türkiye'de 2021-2040 yılları SSP1-2.6 iklim değişikliği senaryosu altında *C. pygmeus*'un Şanlıurfa, Diyarbakır, Mardin, Batman, Malatya, Erzincan, Elazığ, Adıyaman, Bitlis, Tokat, Samsun, Amasya, Yozgat, Kırşehir, Kırıkkale, Aksaray, Konya ve Afyon illeri ve çevresinde dağılımı olacağını, benzer şekilde SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryosu altında da *C. pygmeus*'un Şanlıurfa, Diyarbakır, Mardin, Batman, Malatya, Erzincan, Elazığ, Adıyaman, Bitlis, Tokat, Samsun, Amasya, Yozgat, Kırşehir, Kırıkkale, Aksaray, Konya ve Afyon illerinde dağılımı olacağı tahmininde bulunmuştur. Aynı zamanda *C. pygmeus*'un popülasyon alanının SSP1-.2.6 iklim değişikliği senaryosuna göre SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryosunda azalacağı tahmini de edilmiştir (Şekil 4.15.).



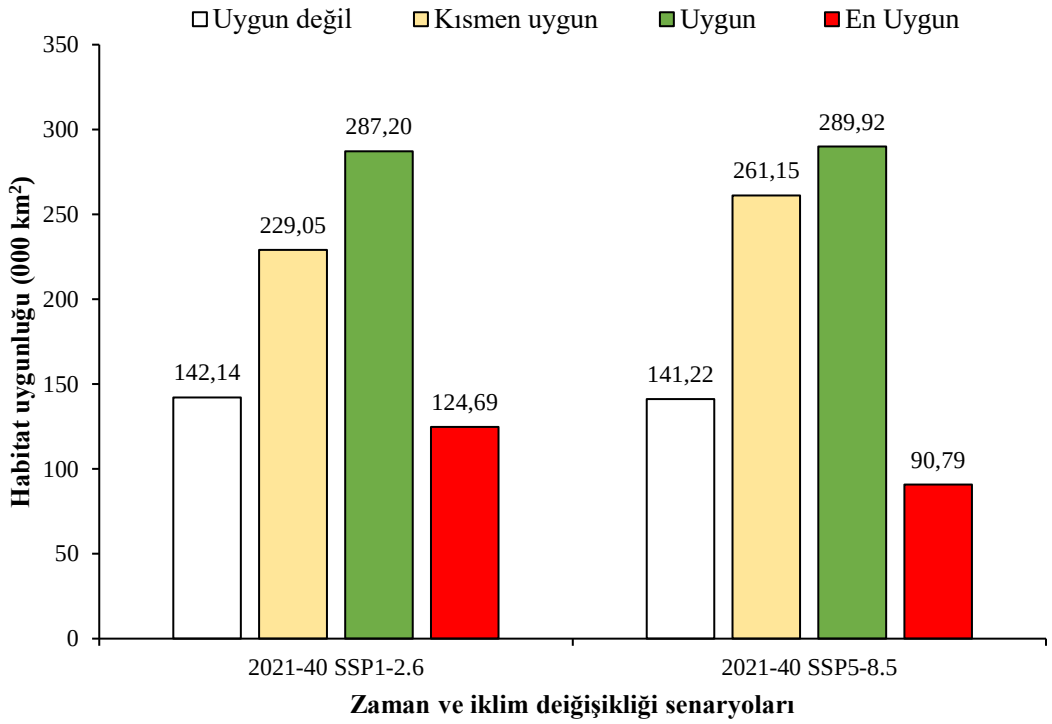
SSP1-2.6



SSP5-8.5

Şekil 4.15. Türkiye'de 2021-2040 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un potansiyel dağılım alanları

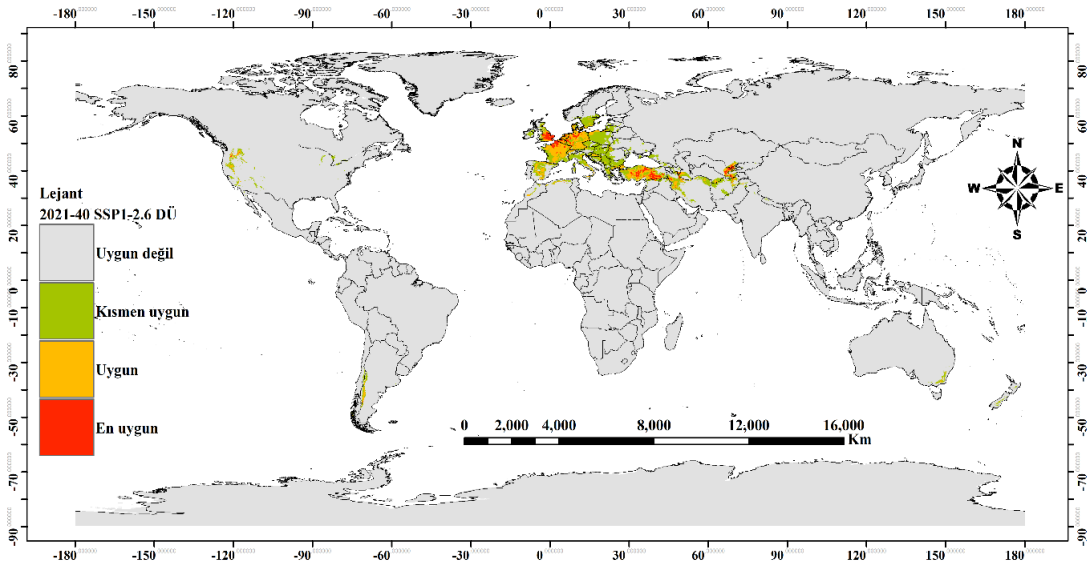
Türkiye'de 2021-2040 yılları SSP1-2.6 iklim değişikliği senaryosunda *C. pygmeus* için 142.14 bin km² uygun olmadığı, 229.05 bin km² kısmen uygun, 287.20 bin km² uygun ve 124.69 bin km² en uygun potansiyel dağılım alanı olarak tahmin edilirken, SSP5-8,5 senaryosu altında ise 141.22 bin km² uygun olmadığı, 261.15 bin km² kısmen uygun, 289.92 bin km² uygun ve 90.79 bin km² en uygun popülasyon dağılım alanı olarak tahmin etmiştir. (Şekil 4.16.)



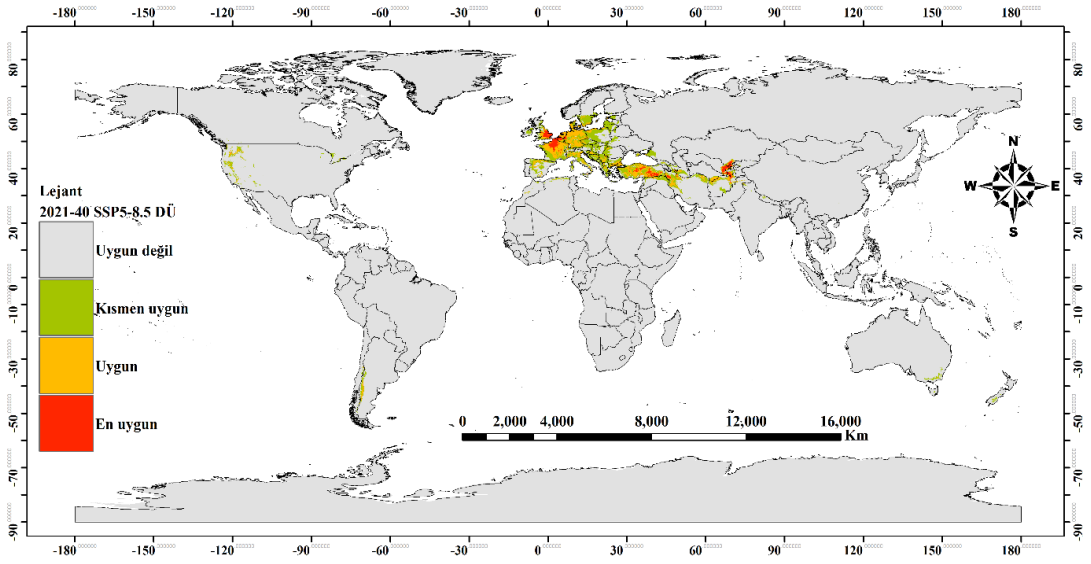
Şekil 4.16. Türkiye'de 2021-2040 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un farklı habitat uygunluğu kategorilerindeki dağılım alanları (000 km²)

4.2.4. Dünya'da 2021-2040 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un potansiyel dağılım alanları

Dünya'da 2021-2040 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 senaryoları altında çok benzer şekilde *C. pygmeus* için İngiltere, Türkiye, Tacikistan, Özbekistan, Fransa, Belçika, Almanya ve Hollanda ülkelerinde potansiyel dağılımın olacağını tahmin etmiştir (Şekil 4.17.).



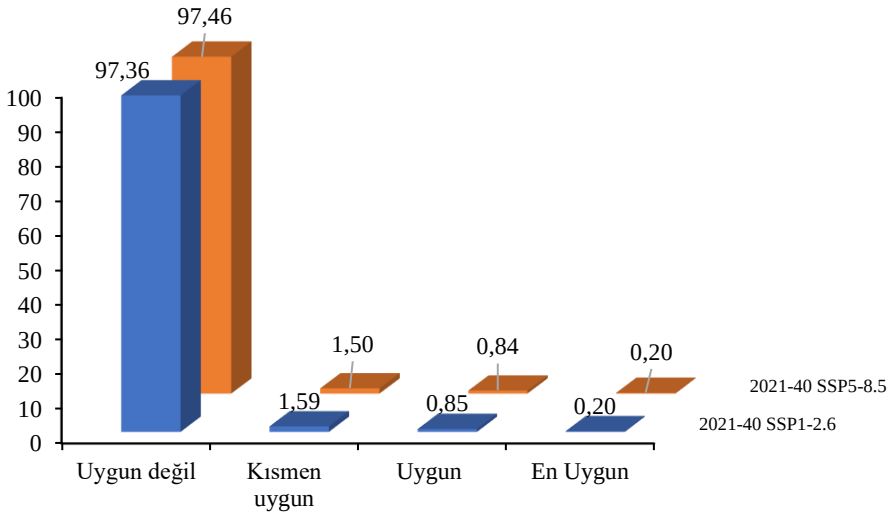
SSP1-2.6



SSP5-8.5

Şekil 4.17. Dünya'da 2021-2040 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un potansiyel dağılım alanları

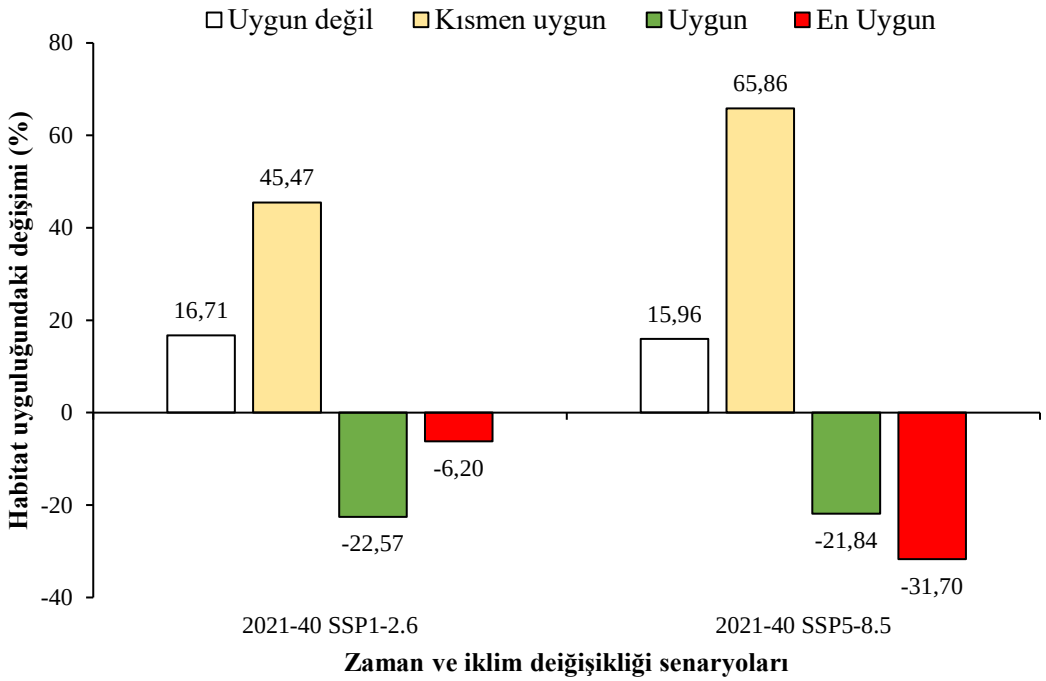
Dünya'da 2021-2040 yılları SSP1-2.6 iklim değişikliği senaryosunda *C. pygmeus* için %97.36 uygun olmadığı, %1.56 kısmen uygun, %0.85 uygun ve %0.20 en uygun dağılım alanı tahmin edilirken, SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryosunda da benzer oranlarda %97.46 uygun olmadığı, %1.50 kısmen uygun, %0.84 uygun ve %0.20 en uygun popülasyon dağılımı olacağı tahmin edilmiştir. (Şekil 4.18.)



Şekil 4.18. Dünya'da 2021-2040 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un habitat uygunluğundaki kategorik dağılımı

4.2.5. Türkiye'de 2021-2040 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un potansiyel dağılım alanlarındaki değişimi

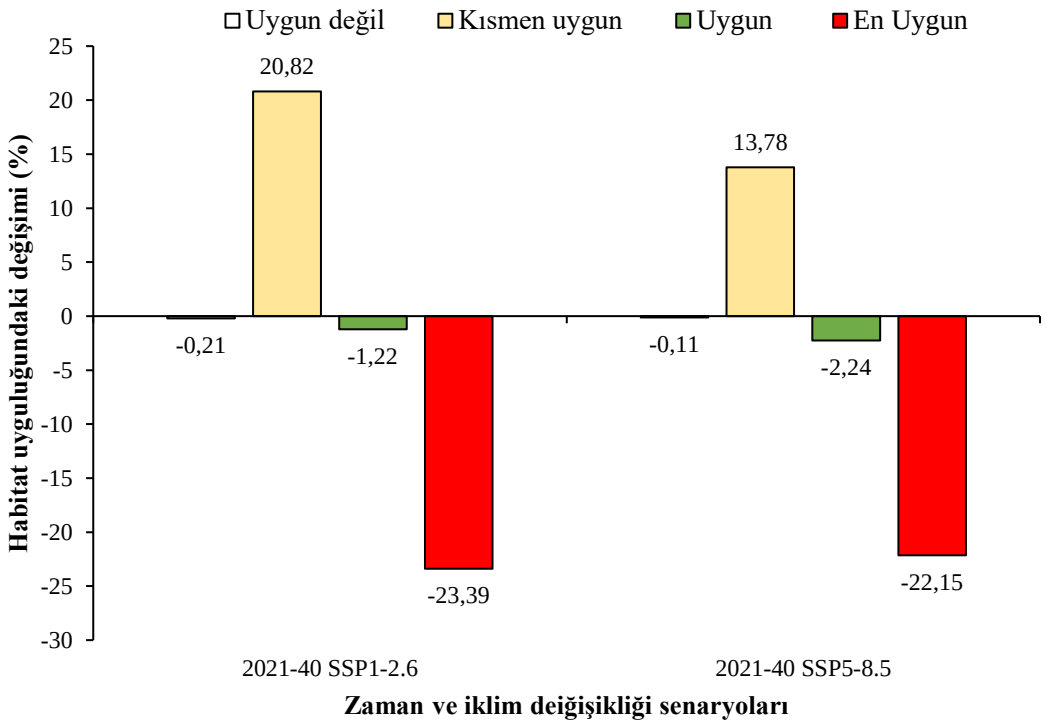
Türkiye' de 2021-2040 yılları SSP1-2.6 iklim değişikliği senaryosunda *C. pygmeus* için %16.71 uygun olmadığı, %45.47 kısmen uygun olmak üzere potansiyel değişim alanlarında artış beklenirken, %22.57 uygun ve %6.20 en uygun olarak da potansiyel değişim alanlarda azalma olacağı tahmin edilmiştir. SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryosu altında ise %15.96 uygun olmadığı, %65.86 kısmen uygun olmak üzere potansiyel değişim alanlarında artış beklenirken, %21.84 uygun ve %31.70 en uygun olarak da potansiyel değişim alanlarda azalma olacağı tahmin edilmiştir (Şekil 4.19.).



Şekil 4.19. Türkiye'de 2021-2040 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un habitat uygunluğundaki kategorik değişimi (%)

4.2.6. Dünya'da 2021-2040 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un potansiyel dağılım alanlarındaki değişimi

Dünya'da 2021-2040 yılları SSP1-2.6 iklim değişikliği senaryosunda *C. pygmeus* için %0.21 uygun olmadığı, %20.82 kısmen uygun olmak üzere potansiyel değişim alanlarında artış beklenirken, %1.22 uygun ve %23.39 en uygun olarak da potansiyel değişim alanlarda azalma olacağı tahmin edilmiştir. SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryosu altında ise %0.11 uygun olmadığı, %13.78 kısmen uygun olmak üzere potansiyel değişim alanlarında artış beklenirken, %2.24 uygun ve %22.15 en uygun olarak da potansiyel değişim alanlarda azalma olacağı tahmin edilmiştir (Şekil 4.20.).

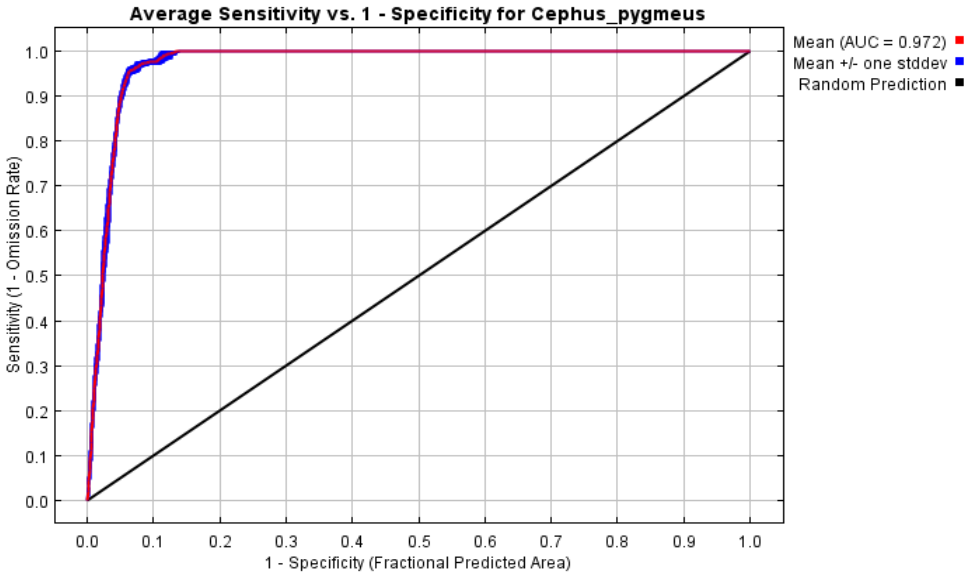


Şekil 4.20. Dünya'da 2021-2040 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un habitat uygunluğundaki kategorik değişimi (%)

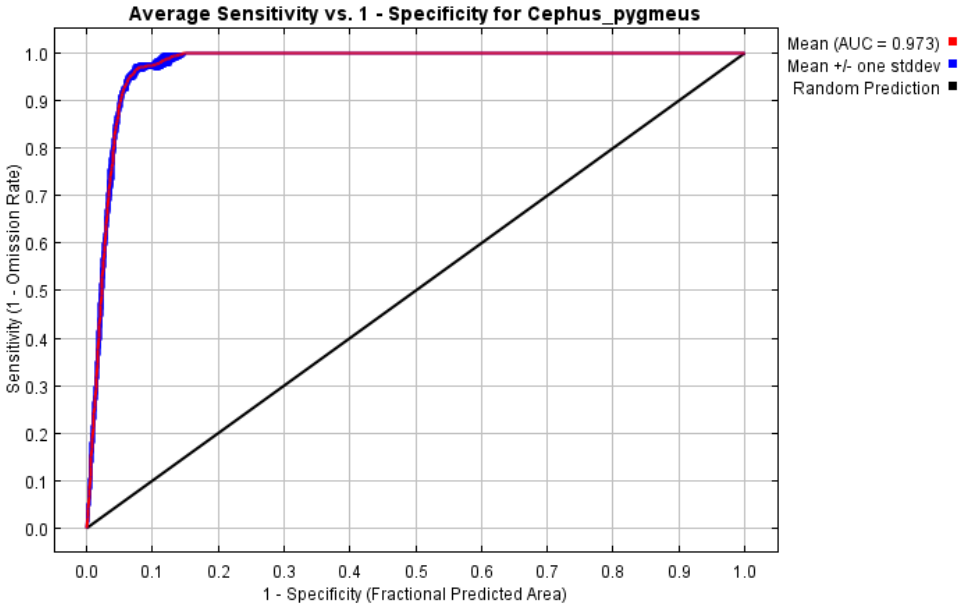
4.3. Türkiye ve Dünya'da 2041-2060 Yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 İklim Değişikliği Senaryoları Altında *Cephus pygmeus*'un Potansiyel Dağılım Alanları

4.3.1. Türkiye ve Dünya'da 2041-2060 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un potansiyel dağılım alanları tahmininde kullanılan MaxEnt modelin tahmin gücü

Türkiye ve Dünya'da 2041-2060 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında Türkiye ve Dünya'da *C. pygmeus*'un potansiyel dağılım alanlarının tahmininde kullanılan MaxEnt modelin tahmin gücü Şekil 4.21.'de verilmiştir. 2041-2060 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında Türkiye ve Dünya'da *C. pygmeus*'un potansiyel dağılım alanlarının tahmininde kullanılan MaxEnt modelin tahmin gücü 0.97 olarak belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre MaxEnt modeli *C. pygmeus*'un potansiyel dağılım alanlarını yüksek başarıyla tahmin etmiştir.



SSP1-2.6

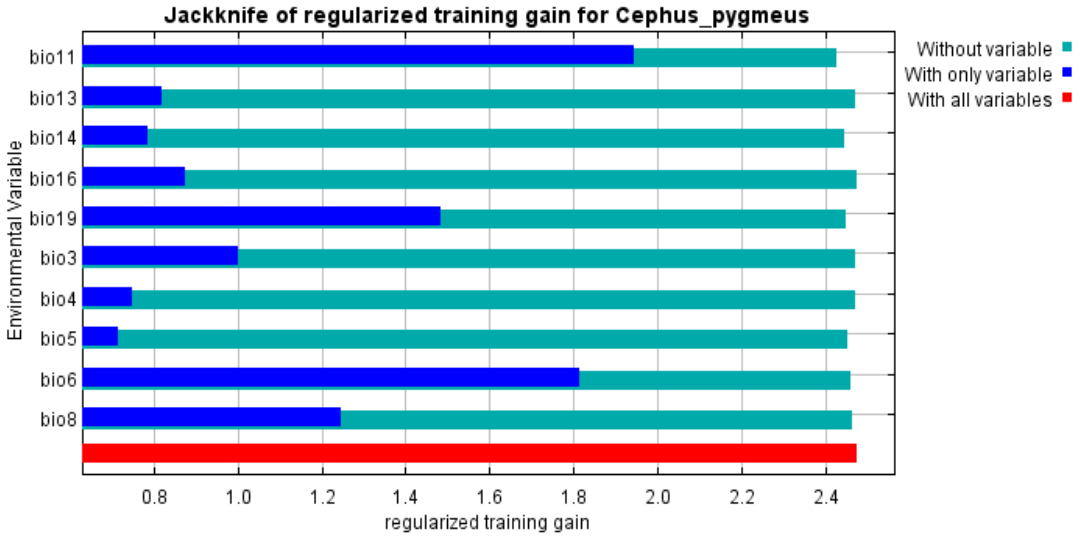


SSP5-8.5

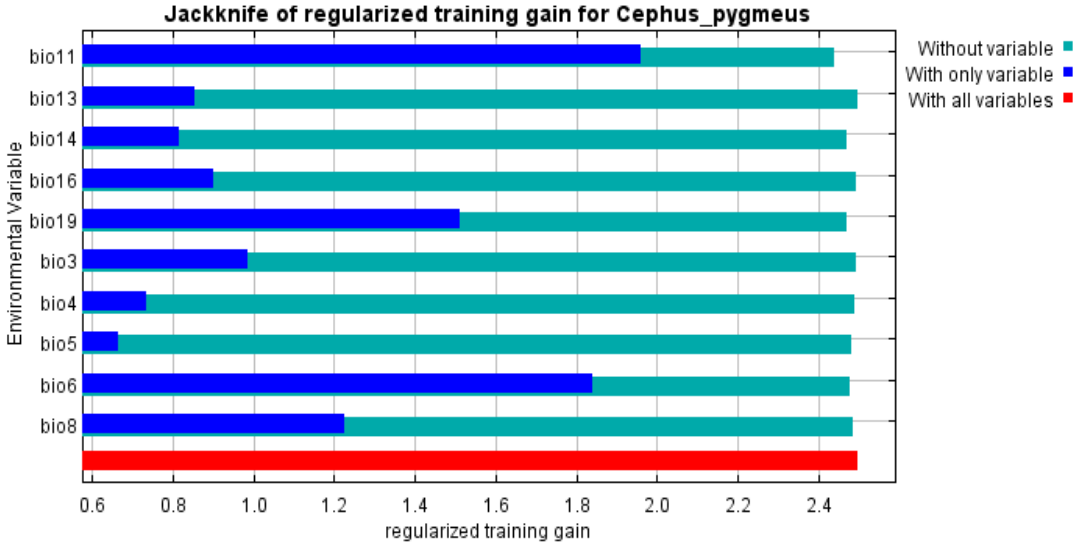
Şekil 4.21. Türkiye ve Dünya'da 2041-2060 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un potansiyel dağılım alanları tahmininde kullanılan MaxEnt modelin tahmin gücü

4.3.2. Türkiye ve Dünya'da 2041-2060 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un potansiyel dağılım alanları tahmininde kullanılan MaxEnt modele verilen iklim değişkenlerinin modele katkı ve böceğin dağılım üzerindeki etkisi

Türkiye ve Dünya'da 2021-2040 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında MaxEnt modele verilen iklim değişkenlerinin modelin eğitim esnasında sunmuş olduğu katkıları (Şekil 4.22.), modele verilen iklim değişkenlerinin modelin test aşamada sunmuş olduğu katkıları (Şekil 4.23.) ve modele verilen iklim değişkenlerinin modelin tahmin gücüne sunmuş olduğu katkıları (Şekil 4.24.) aşağıdaki grafiklerde gösterilmiştir. Genel olarak model oluşumuna en çok katkı sağlayan bio3 (İzotermal sıcaklık (°C)), bio6 (En soğuk ayın minimum sıcaklığı (°C)), bio11 (En soğuk çeyreğin ortalama sıcaklığı (°C)) ve bio19 (En soğuk çeyreğin yağış miktarı (mm)) iklim parametreleri olmuştur.



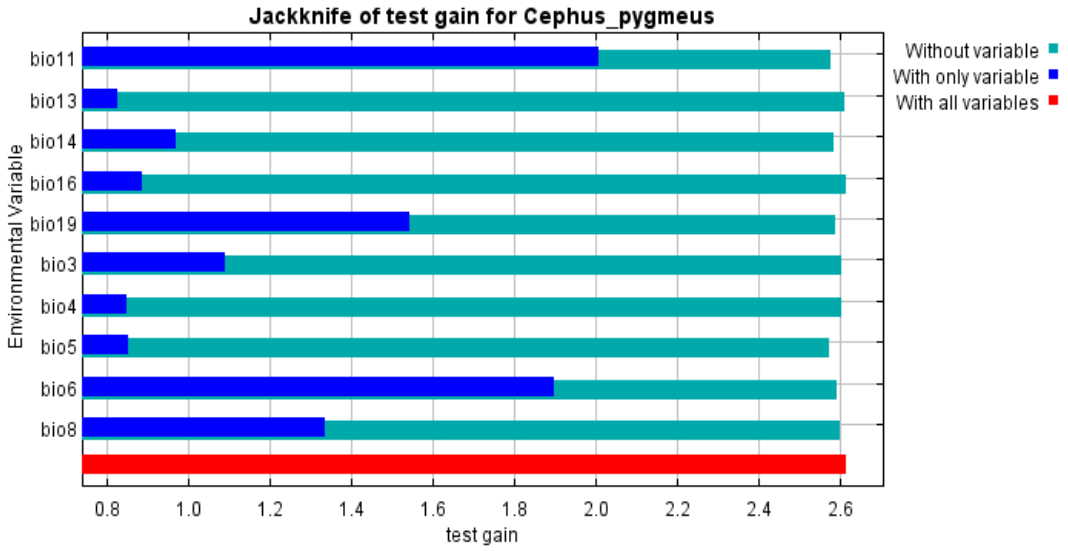
SSP1-2.6



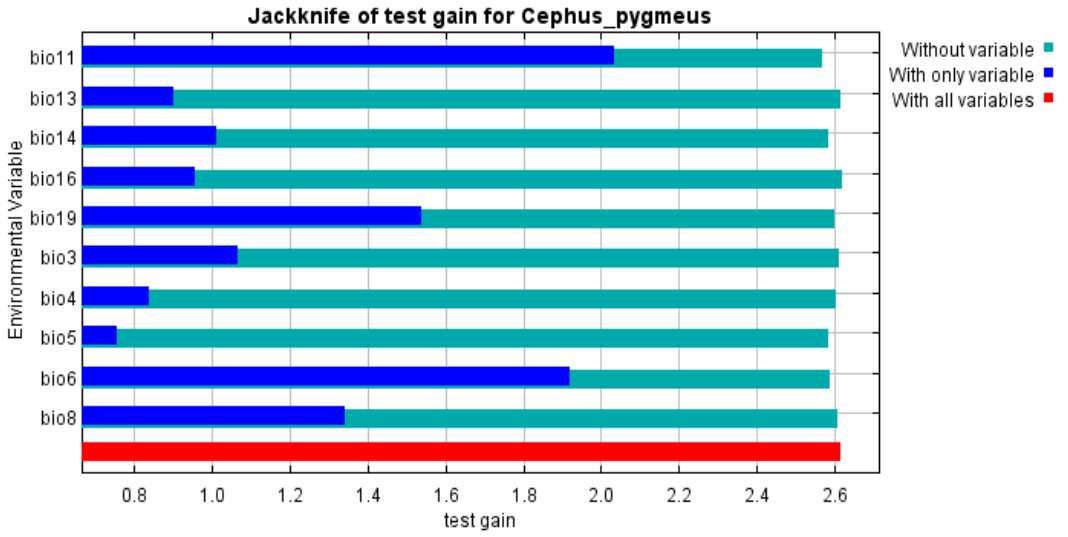
SSP5-8.5

bio3 = izotermal sıcaklık, bio4 = sıcaklık mevsimliği, bio5 = en sıcak ayın maksimum sıcaklığı, bio6 = en soğuk ayın minimum sıcaklığı, bio8 = en yağışlı çeyreğin ortalama sıcaklığı, bio11 = en soğuk çeyreğin ortalama sıcaklığı, bio13 = en yağışlı ayın yağış miktarı, bio14 = en kurak ayın yağış miktarı, bio16 = en yağışlı çeyreğin yağış miktarı, bio19 = en soğuk çeyreğin yağış miktarı

Şekil 4.22. Türkiye ve Dünya'da 2041-2060 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un potansiyel dağılım alanlarını tahmin etmek amacıyla kullanılan MaxEnt modele verilen iklim değişkenlerinin modelin eğitim esnasında sunmuş olduğu katkıları



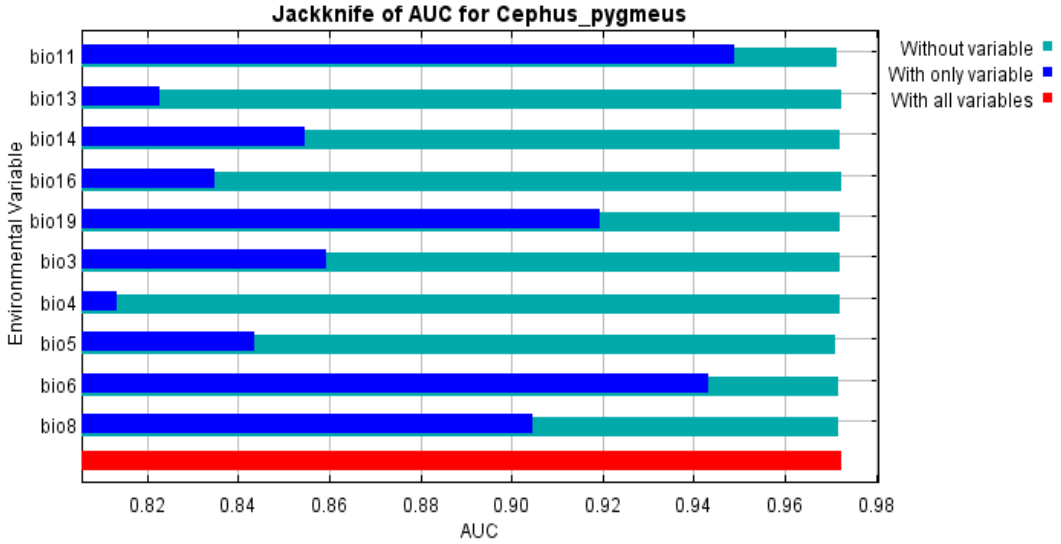
SSP1-2.6



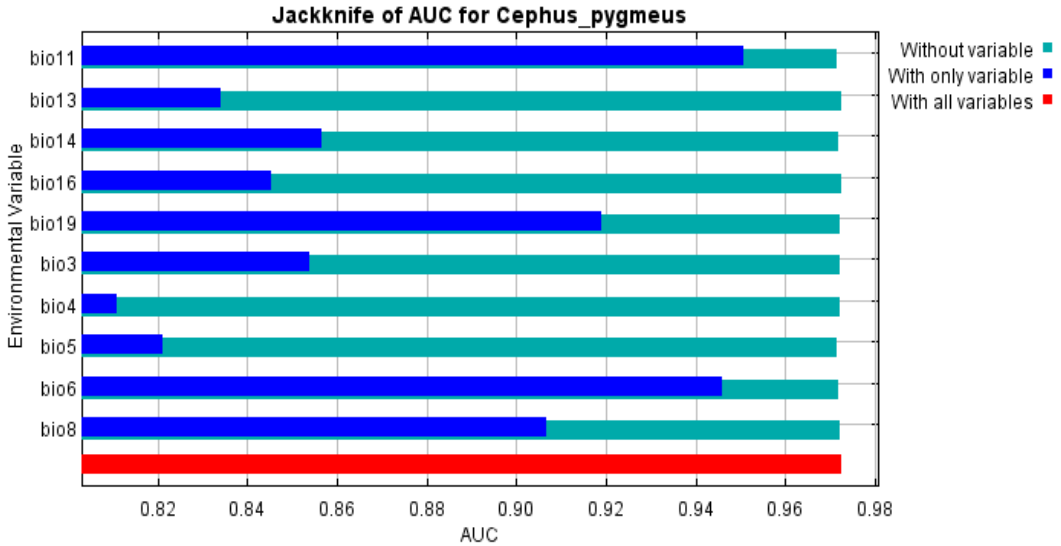
SSP5-8.5

bio3 = izotermal sıcaklık, bio4 = sıcaklık mevsimliği, bio5 = en sıcak ayın maksimum sıcaklığı, bio6 = en soğuk ayın minimum sıcaklığı, bio8 = en yağışlı çeyreğin ortalama sıcaklığı, bio11 = en soğuk çeyreğin ortalama sıcaklığı, bio13 = en yağışlı ayın yağış miktarı, bio14 = en kurak ayın yağış miktarı, bio16 = en yağışlı çeyreğin yağış miktarı, bio19 = en soğuk çeyreğin yağış miktarı

Şekil 4.23. Türkiye ve Dünya'da 2041-2060 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un potansiyel dağılım alanlarını tahmin etmek amacıyla kullanılan MaxEnt modele verilen iklim değişkenlerinin modelin test aşamasında sunmuş olduğu katkıları



SSP1-2.6



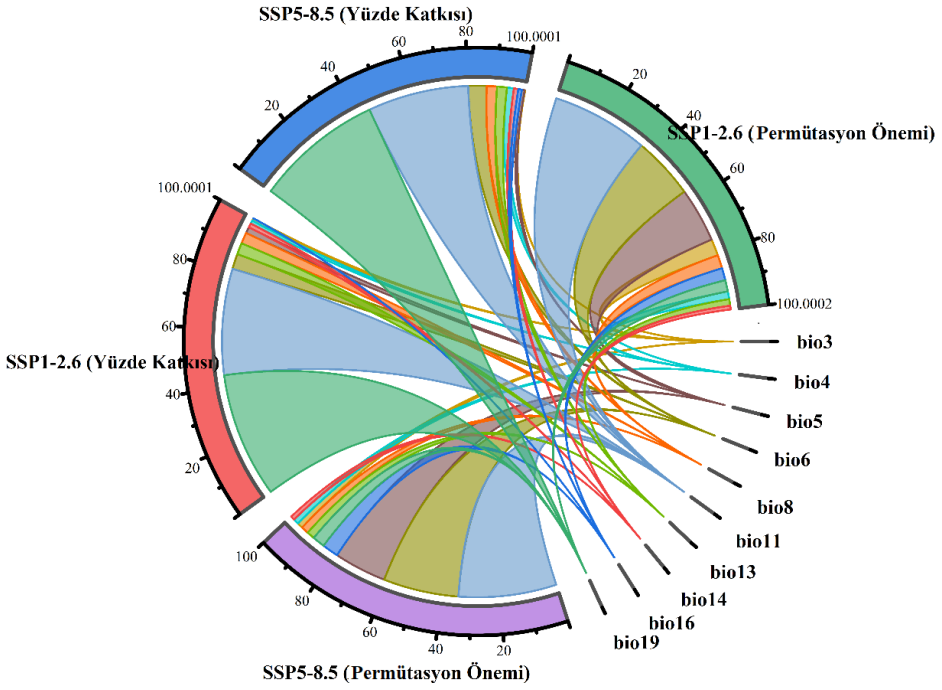
SSP5-8.5

bio3 = izotermal sıcaklık, bio4 = sıcaklık mevsimliği, bio5 = en sıcak ayın maksimum sıcaklığı, bio6 = en soğuk ayın minimum sıcaklığı, bio8 = en yağışlı çeyreğin ortalama sıcaklığı, bio11 = en soğuk çeyreğin ortalama sıcaklığı, bio13 = en yağışlı ayın yağış miktarı, bio14 = en kurak ayın yağış miktarı, bio16 = en yağışlı çeyreğin yağış miktarı, bio19 = en soğuk çeyreğin yağış miktarı

Şekil 4.24 Türkiye ve Dünya'da 2041-2060 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un potansiyel dağılım alanlarını tahmin etmek amacıyla kullanılan MaxEnt modele verilen iklim değişkenlerinin modelin tahmin gücüne sunmuş olduğu katkıları

Genel olarak model oluşumuna en çok katkı sağlayan bio6 (En soğuk ayın minimum sıcaklığı (°C)), bio8 (En yağışlı çeyreğin ortalama sıcaklığı (°C)), bio11 (En soğuk çeyreğin ortalama sıcaklığı (°C)) ve bio19 (En soğuk çeyreğin yağış miktarı (mm)), iklim parametreleri olmuştur.

Türkiye ve Dünya'da 2041-2060 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryolarında genel olarak iklim değişkenlerinin modele sağlanan yüzde katkıları ve permütasyon önemi Şekil 4.25.'te sunulmuştur. Şekil 4.25. incelendiğinde, eğitilmiş modele en fazla katkı sağlayan iklim değişkenleri bio11 (En soğuk çeyreğin ortalama sıcaklığı (°C)) ve bio19 (En soğuk çeyreğin yağış miktarı (mm)) olarak belirlenmiştir. Nitekim, en fazla permütasyon önemine sahip iklim değişkenleri de bio5 (En sıcak ayın maksimum sıcaklığı (°C)), bio6 (En soğuk ayın minimum sıcaklığı (°C)), ve bio11 (En soğuk çeyreğin ortalama sıcaklığı (°C)) olmuştur. Bu sonuçlar, *C. pygmeus*'un potansiyel dağılım alanlarının en fazla bio5 (En sıcak ayın maksimum sıcaklığı (°C)), bio6 (En soğuk ayın minimum sıcaklığı (°C)), bio11 (En soğuk çeyreğin ortalama sıcaklığı (°C)) ve bio19 (En soğuk çeyreğin yağış miktarı (mm))'daki değişimlerinden dolayı etkileneceğini göstermektedir.

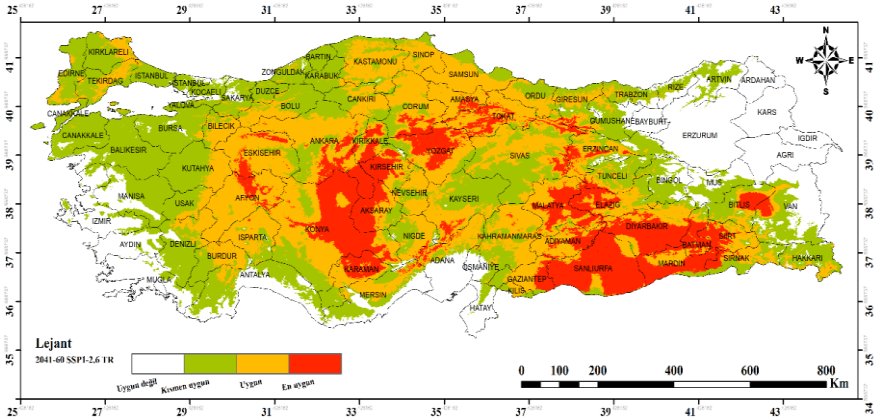


bio3 = izotermal sıcaklık, bio4 = sıcaklık mevsimliği, bio5 = en sıcak ayın maksimum sıcaklığı, bio6 = en soğuk ayın minimum sıcaklığı, bio8 = en yağışlı çeyreğin ortalama sıcaklığı, bio11 = en soğuk çeyreğin ortalama sıcaklığı, bio13 = en yağışlı ayın yağış miktarı, bio14 = en kurak ayın yağış miktarı, bio16 = en yağışlı çeyreğin yağış miktarı, bio19 = en soğuk çeyreğin yağış miktarı

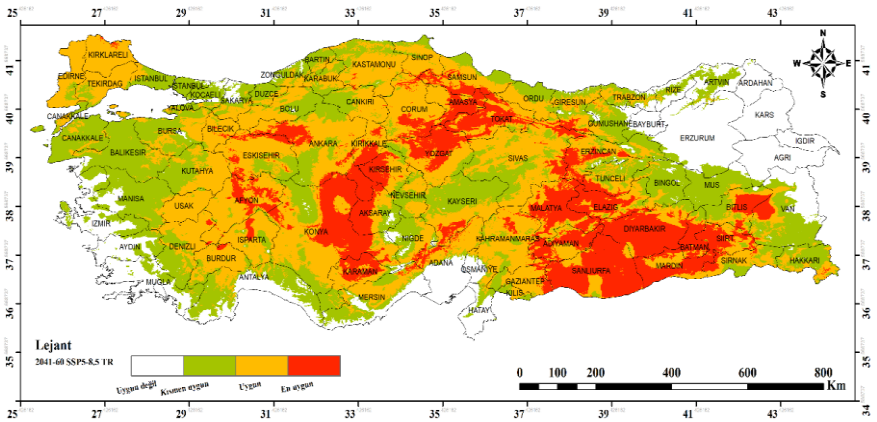
Şekil 4.25. Türkiye ve Dünya'da 2041-2060 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un potansiyel dağılım alanlarını tahmin etmek amacıyla kullanılan MaxEnt modele verilen iklim değişkenlerinin modele yüzde katkısı ve permütasyon önemi

4.3.3. Türkiye'de 2041-2060 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un potansiyel dağılım alanları

Türkiye'de 2041-2060 yılları SSP1-2.6 iklim değişikliği senaryosu altında *C. pygmeus*'un Şanlıurfa, Diyarbakır, Mardin, Batman, Siirt, Malatya, Erzincan, Elazığ, Adıyaman, Bitlis, Tokat, Samsun, Amasya, Yozgat, Kırşehir, Kırıkkale, Aksaray, Konya, Karaman ve Afyon illeri ve çevresinde dağılımı olacağını, benzer şekilde SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryosu altında da *C. pygmeus*'un Şanlıurfa, Diyarbakır, Mardin, Batman, Siirt, Malatya, Erzincan, Elazığ, Adıyaman, Bitlis, Tokat, Samsun, Amasya, Yozgat, Kırşehir, Kırıkkale, Aksaray, Konya, Karaman, Afyon illerinde ve Ankara'nın Beypazarı ilçesinin çevresinde dağılımı olacağı tahmininde bulunmuştur. Aynı zamanda *C. pygmeus*'un popülasyon alanının SSP1-.2.6 iklim değişikliği senaryosuna göre SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryosunda artacağı tahmini de edilmiştir (Şekil 4.26.).



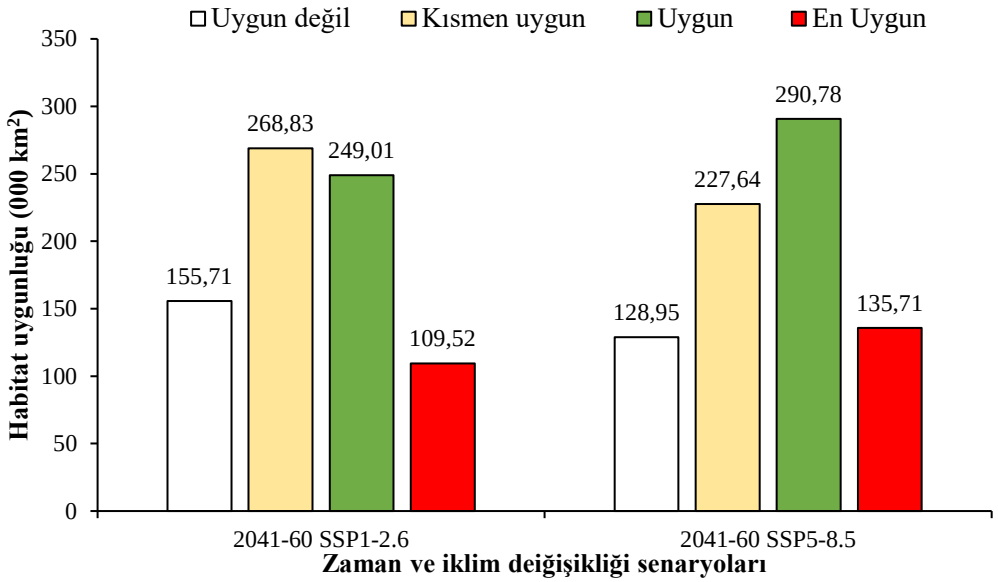
SSP1-2.6



SSP5-8.5

Şekil 4.26. Türkiye'de 2041-2060 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un potansiyel dağılım alanları

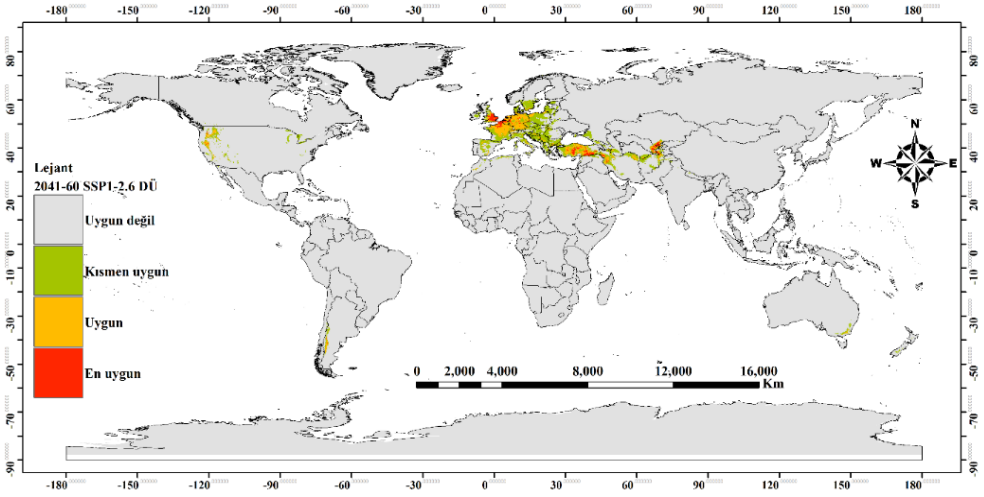
Türkiye'de 2041-2060 yılları SSP1-2.6 iklim değişikliği senaryosunda *C. pygmeus* için 155.71 bin km² uygun olmadığı, 268.83 bin km² kısmen uygun, 249.01 bin km² uygun ve 109.52 bin km² en uygun potansiyel dağılım alanı olarak tahmin edilirken, SSP5-8,5 iklim değişikliği senaryosu altında ise 128.95 bin km² uygun olmadığı, 227.64 bin km² kısmen uygun, 290.78 bin km² uygun ve 135.71 bin km²en uygun popülasyon dağılım alanı olarak tahmin etmiştir (Şekil 4.27.).



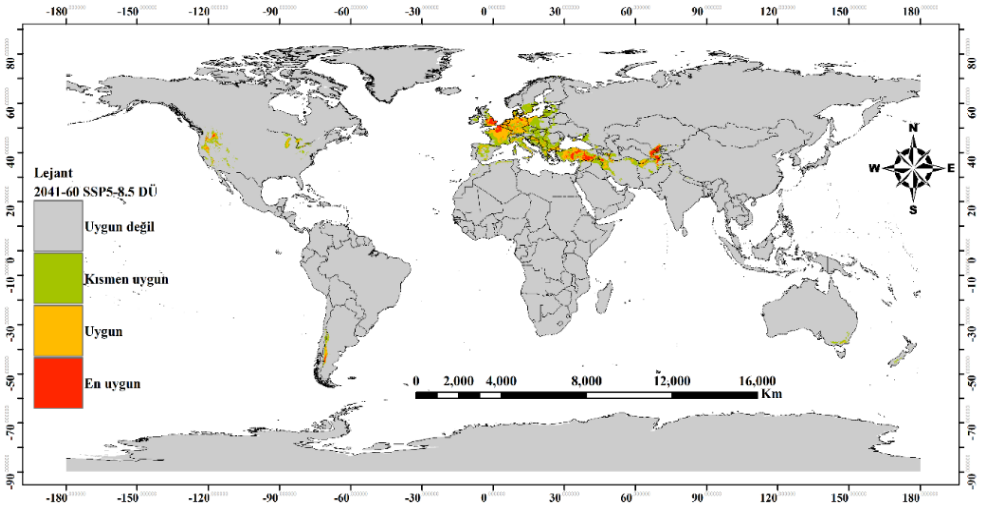
Şekil 4.27. Türkiye'de 2041-2060 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un habitat uygunluğundaki kategorik dağılımı (000 km²)

4.3.4. Dünya'da 2041-2060 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un potansiyel dağılım alanları

Dünya'da 2041-2060 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında çok benzer şekilde *C. pygmeus* için İngiltere, Türkiye, Tacikistan, Özbekistan, Fransa, Belçika, Almanya ve Hollanda ülkelerinde potansiyel dağılımın olacağını tahmin etmiştir (Şekil 4.28.).



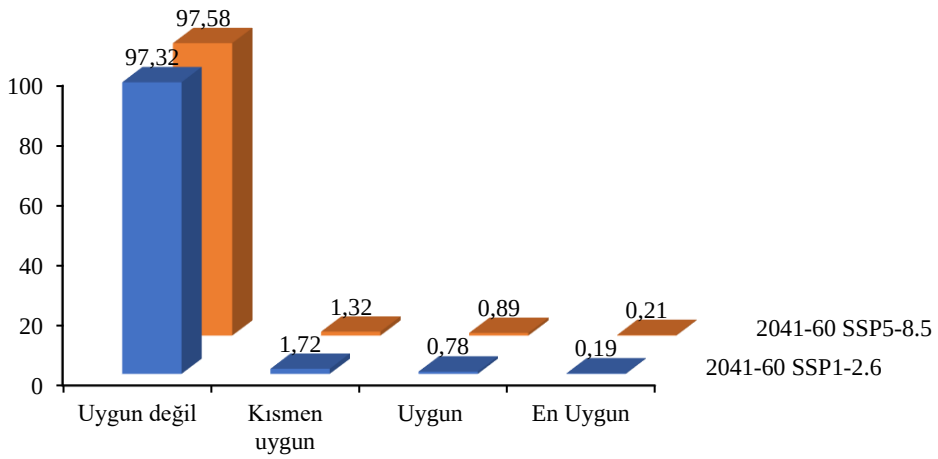
SSP1-2.6



SSP5-8.5

Şekil 4.28. Dünya'da 2041-2060 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un potansiyel dağılım alanları

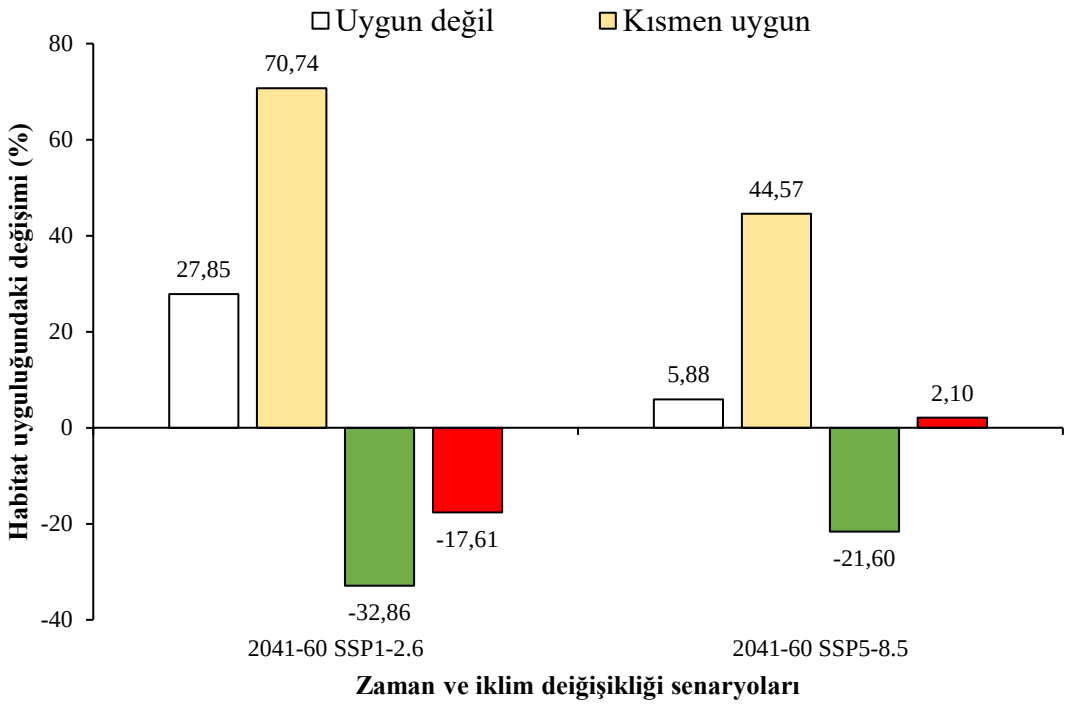
Dünya'da 2021-2040 yılları SSP1-2.6 iklim değişikliği senaryosunda *C. pygmeus* için %97.32 uygun olmadığı, %1.72 kısmen uygun, %0.78 uygun ve %0.19 en uygun dağılım alanı tahmin edilirken, SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryosunda da benzer oranlarda %97.58 uygun olmadığı, %1.32 kısmen uygun, %0.89 uygun ve %0.21 en uygun popülasyon dağılımı olacağı tahmin edilmiştir (Şekil 4.29.).



Şekil 4.29. Dünya'da 2041-2060 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryolar altında *Cephus pygmeus*'un habitat uygunluğundaki kategorik dağılımı

4.3.5. Türkiye'de 2041-2060 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un potansiyel dağılım alanlarındaki değişimi

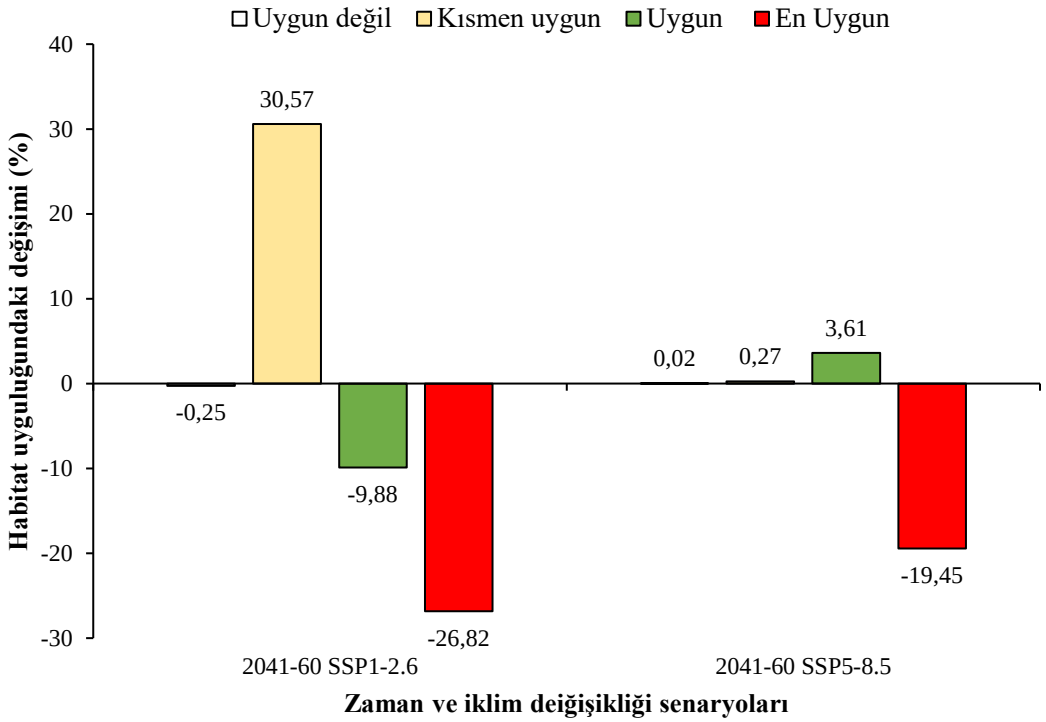
Türkiye'de 2041-2060 yılları SSP1-2.6 iklim değişikliği senaryosunda *C. pygmeus* için %27.85 uygun olmadığı, %70.74 kısmen uygun olmak üzere potansiyel değişim alanlarında artış beklenirken, %32.86 uygun ve %17.61 en uygun olarak da potansiyel değişim alanlarda azalma olacağı tahmin edilmiştir. SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryosu altında ise %5.88 uygun olmadığı, %44.57 kısmen uygun ve %2.10 en uygun olmak üzere potansiyel değişim alanlarında artış beklenirken sadece %21.60 uygun olarak potansiyel değişim alanında azalma olacağı tahmin edilmiştir (Şekil 4.30.).



Şekil 4.30. Türkiye'de 2041-2060 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un habitat uygunluğundaki kategorik değişimi (%)

4.3.6. Dünya'da 2041-2060 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un potansiyel dağılım alanlarındaki değişimi

Dünya'da 2041-2060 yılları SSP1-2.6 iklim değişikliği senaryosunda *C. pygmeus* için %0.25 uygun olmadığı, %30.57 kısmen uygun olmak üzere potansiyel değişim alanlarında artış beklenirken, %9.88 uygun ve %26.82 en uygun olarak da potansiyel değişim alanlarda azalma olacağı tahmin edilmiştir. SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryosu altında ise %0.02 uygun olmadığı, %0.27 kısmen uygun ve %3.61 uygun olmak üzere potansiyel değişim alanlarında artış beklenirken sadece %19.45 en uygun olarak potansiyel dağılım alanlarında azalma olacağı tahmin edilmiştir (Şekil 4.31.).

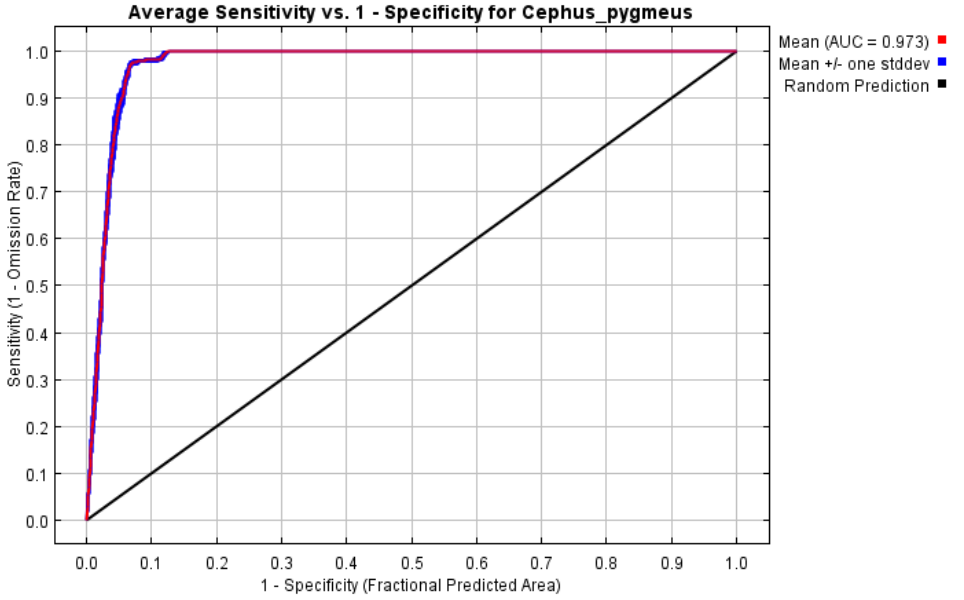


Şekil 4.31. Dünya'da 2041-2060 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un habitat uygunluğundaki kategorik değişimi (%)

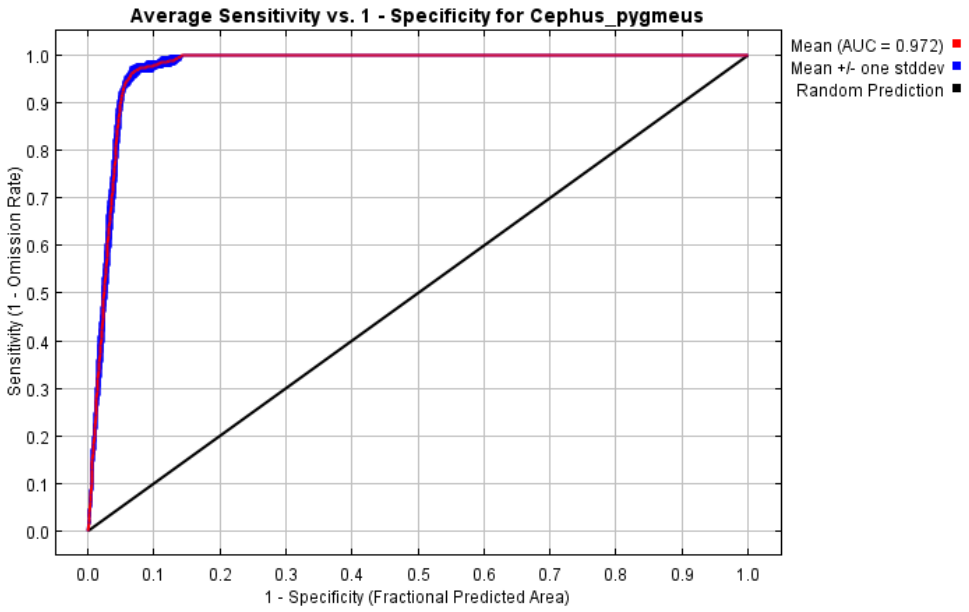
4.4. Türkiye ve Dünya'da 2061-2080 Yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 İklim Değişikliği Senaryoları Altında *Cephus pygmeus*'un Potansiyel Dağılım Alanları

4.4.1. Türkiye ve Dünya'da 2061-2080 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un potansiyel dağılım alanlarının tahmininde kullanılan MaxEnt modelin tahmin gücü

Türkiye ve Dünya'da 2061-2080 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında Türkiye ve Dünya'da *C. pygmeus*'un potansiyel dağılım alanlarının tahmininde kullanılan MaxEnt modelin tahmin gücü Şekil 4.32.'de verilmiştir. 2061-2080 SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında Türkiye ve Dünya'da *C. pygmeus*'un potansiyel dağılım alanlarının tahmininde kullanılan MaxEnt modelin tahmin gücü 0.97 olarak belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre MaxEnt modeli *C. pygmeus*'un potansiyel dağılım alanlarını yüksek başarıyla tahmin etmiştir.



SSP1-2.6

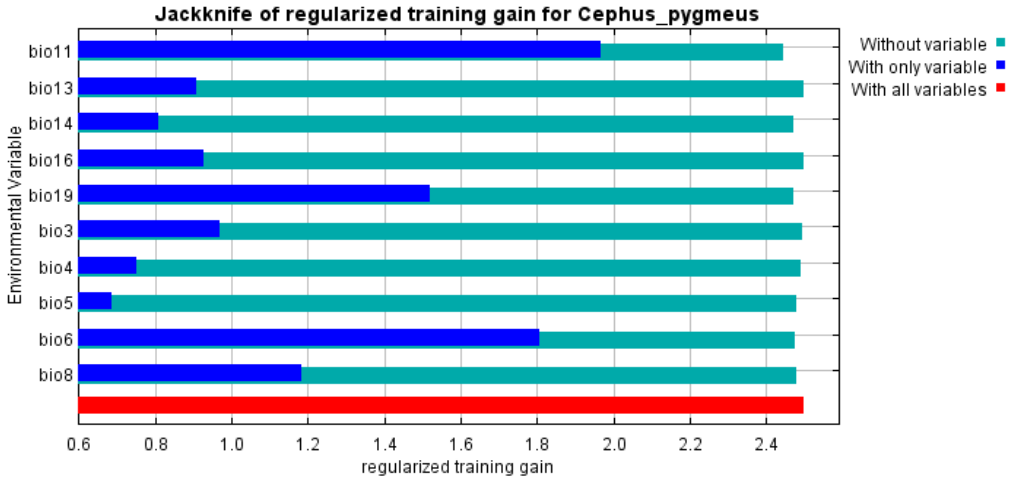


SSP5-8.5

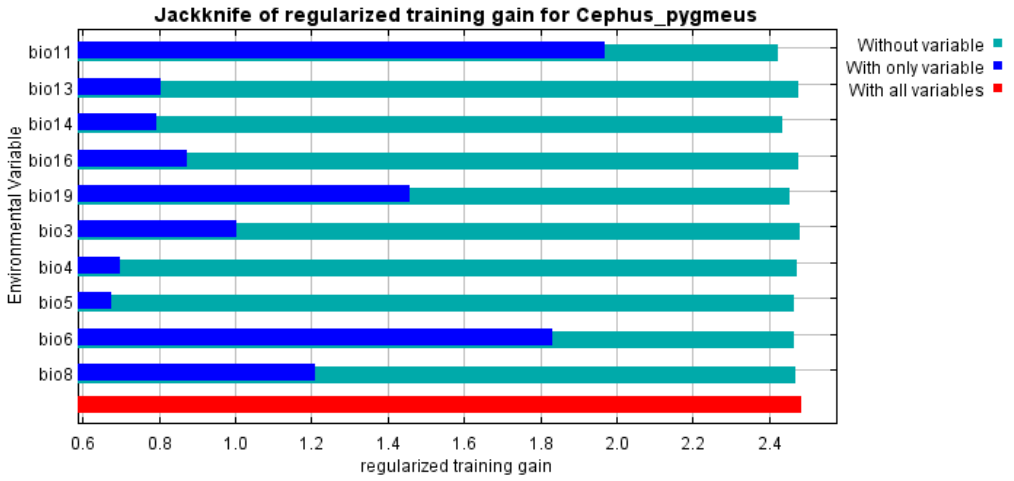
Şekil 4.32. Türkiye ve Dünya'da 2061-2080 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un potansiyel dağılım alanlarının tahmininde kullanılan MaxEnt modelin tahmin gücü

4.4.2. Türkiye ve Dünya'da 2061-2080 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un potansiyel dağılım alanlarının tahmininde kullanılan MaxEnt modele verilen iklim değişkenlerinin modele katkı ve böceğin dağılım üzerindeki etkisi

Türkiye ve Dünya'da 2061-2080 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında MaxEnt modele verilen iklim değişkenlerinin modelin eğitim esnasında sunmuş olduğu katkıları (Şekil 4.33.), modele verilen iklim değişkenlerinin modelin test aşamada sunmuş olduğu katkıları (Şekil 4.34.) ve modele verilen iklim değişkenlerinin modelin tahmin gücüne sunmuş olduğu katkıları (Şekil 4.35.) aşağıdaki grafiklerde gösterilmiştir.



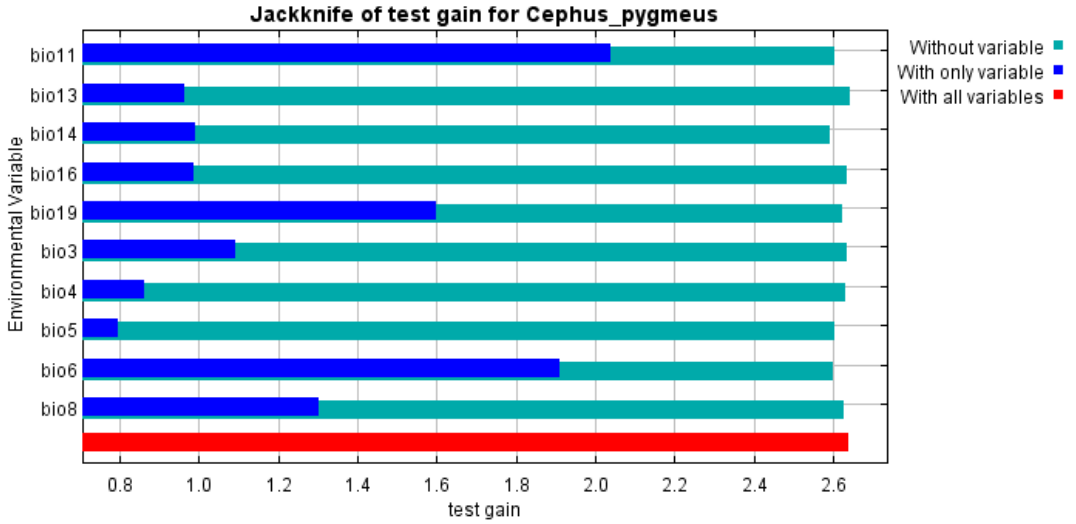
SSP1-2.6



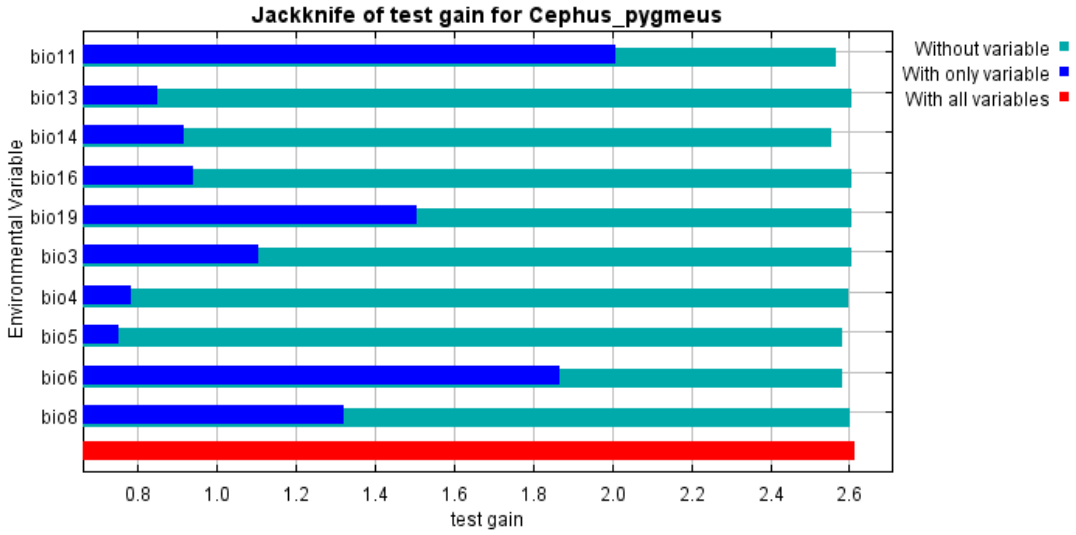
SSP5-8.5

bio3 = izotermal sıcaklık, bio4 = sıcaklık mevsimliği, bio5 = en sıcak ayın maksimum sıcaklığı, bio6 = en soğuk ayın minimum sıcaklığı, bio8 = en yağışlı çeyreğin ortalama sıcaklığı, bio11 = en soğuk çeyreğin ortalama sığı, bio13 = en yağışlı ayın yağış miktarı, bio14 = en kurak ayın yağış miktarı, bio16 = en yağışlı çeyreğin yağış miktarı, bio19 = en soğuk çeyreğin yağış miktarı

Şekil 4.33. Türkiye ve Dünya'da 2061-2080 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un potansiyel dağılım alanlarını tahmin etmek amacıyla kullanılan MaxEnt modele verilen iklim değişkenlerinin modelin eğitim esnasında sunmuş olduğu katkıları



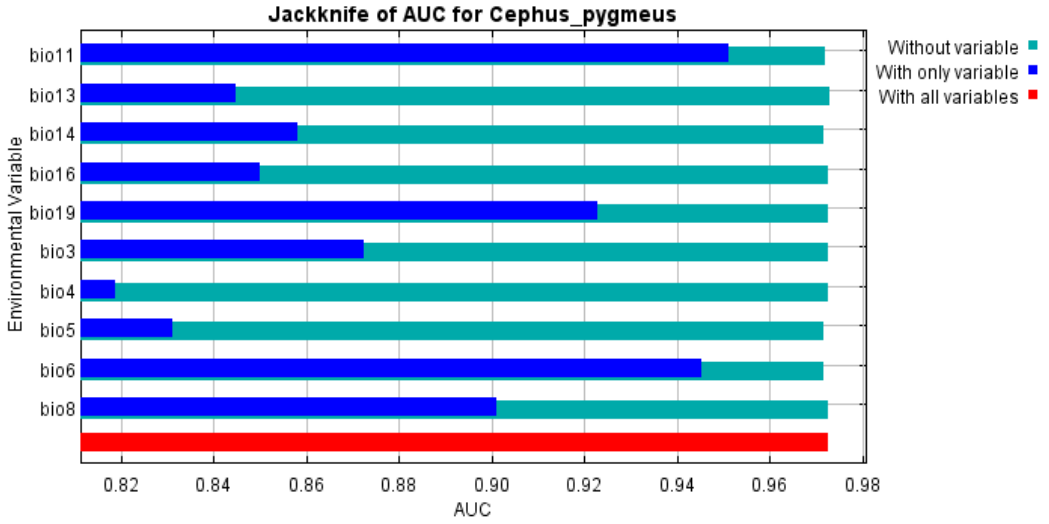
SSP1-2.6



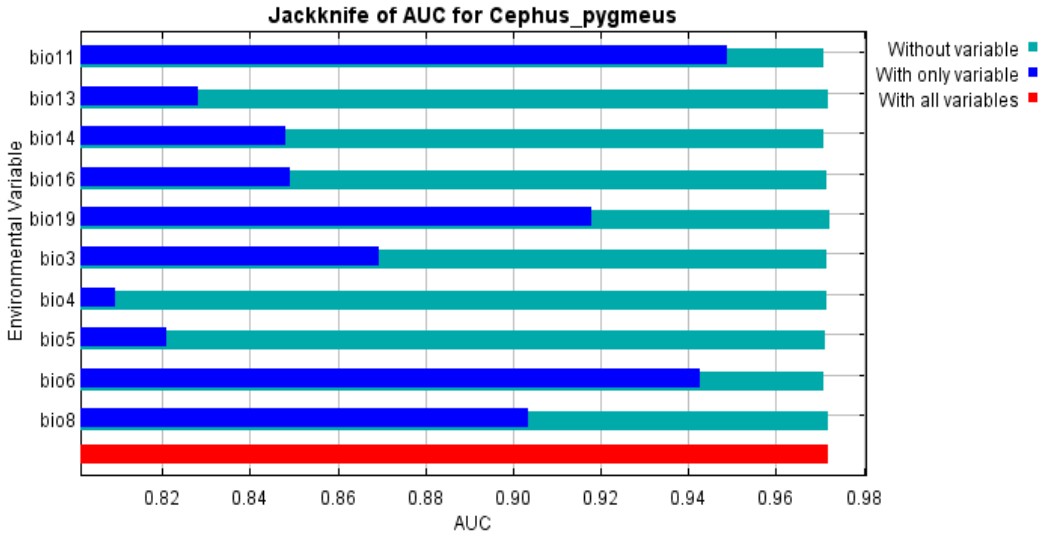
SSP5-8.5

bio3 = izotermal sıcaklık, bio4 = sıcaklık mevsimliği, bio5 = en sıcak ayın maksimum sıcaklığı, bio6 = en soğuk ayın minimum sıcaklığı, bio8 = en yağışlı çeyreğin ortalama sıcaklığı, bio11 = en soğuk çeyreğin ortalama sıcaklığı, bio13 = en yağışlı ayın yağış miktarı, bio14 = en kurak ayın yağış miktarı, bio16 = en yağışlı çeyreğin yağış miktarı, bio19 = en soğuk çeyreğin yağış miktarı

Şekil 4.34. Türkiye ve Dünya'da 2061-2080 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un potansiyel dağılım alanlarını tahmin etmek amacıyla kullanılan MaxEnt modele verilen iklim değişkenlerinin modelin test aşamasında sunmuş olduğu katkıları



SSP1-2.6



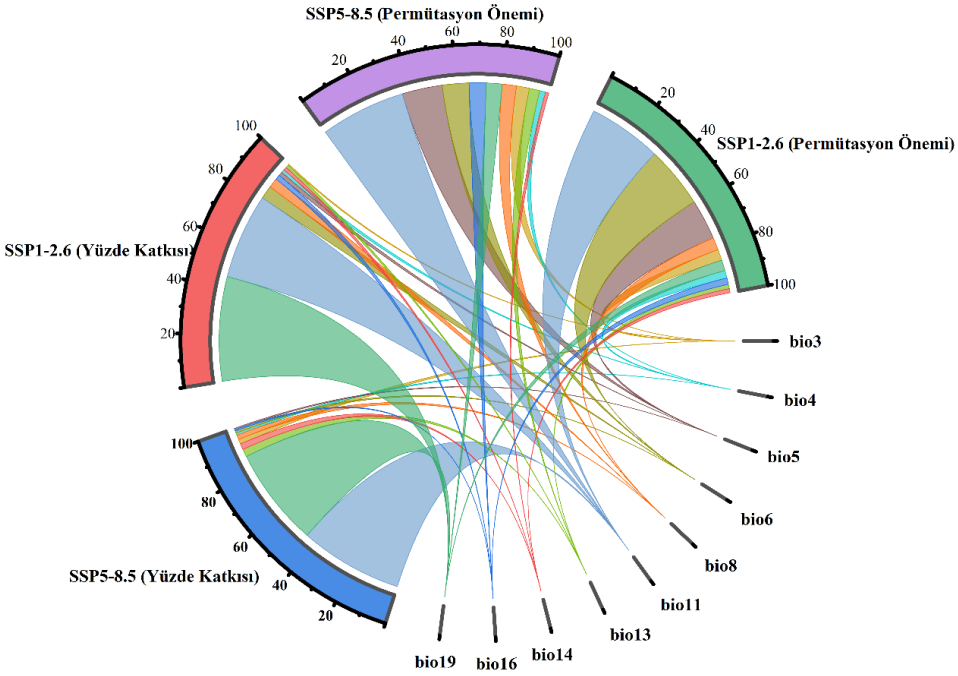
SSP5-8.5

bio3 = izotermal sıcaklık, bio4 = sıcaklık mevsimliği, bio5 = en sıcak ayın maksimum sıcaklığı, bio6 = en soğuk ayın minimum sıcaklığı, bio8 = en yağışlı çeyreğin ortalama sıcaklığı, bio11 = en soğuk çeyreğin ortalama sıcaklığı, bio13 = en yağışlı ayın yağış miktarı, bio14 = en kurak ayın yağış miktarı, bio16 = en yağışlı çeyreğin yağış miktarı, bio19 = en soğuk çeyreğin yağış miktarı

Şekil 4.35. Türkiye ve Dünya'da 2061-2080 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un potansiyel dağılım alanlarını tahmin etmek amacıyla kullanılan MaxEnt modele verilen iklim değişkenlerinin modelin tahmin gücüne sunmuş olduğu katkıları

Genel olarak model oluşumuna en çok katkı sağlayan bio6 (En soğuk ayın minimum sıcaklığı (°C)), bio8 (En yağışlı çeyreğin ortalama sıcaklığı (°C)), bio11 (En soğuk çeyreğin ortalama sıcaklığı (°C)) ve bio19 (En soğuk çeyreğin yağış miktarı (mm)), iklim parametreleri olmuştur.

Türkiye ve Dünya'da 2061-2080 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryolarında genel olarak iklim değişkenlerinin modele sağlanan yüzde katkıları ve permütasyon önemi Şekil 4.36.'da sunulmuştur. Şekil 4.36. incelendiğinde, eğitilmiş modele en fazla katkı sağlayan iklim değişkenleri bio11 (En soğuk çeyreğin ortalama sıcaklığı (°C)) ve bio19 (En soğuk çeyreğin yağış miktarı (mm)) olarak belirlenmiştir. Nitekim, en fazla permütasyon önemine sahip iklim değişkenleri de bio5 (En sıcak ayın maksimum sıcaklığı (°C)), bio6 (En soğuk ayın minimum sıcaklığı (°C)) ve bio11 (En soğuk çeyreğin ortalama sıcaklığı (°C)) olmuştur. Bu sonuçlar, *C. pygmeus*'un potansiyel dağılım alanlarının en fazla bio5 (En sıcak ayın maksimum sıcaklığı (°C)), bio6 (En soğuk ayın minimum sıcaklığı (°C)) ve bio11 (En soğuk çeyreğin ortalama sıcaklığı (°C)) ve bio19 (En soğuk çeyreğin yağış miktarı (mm))'daki değişimlerinden dolayı etkileneceğini göstermektedir.

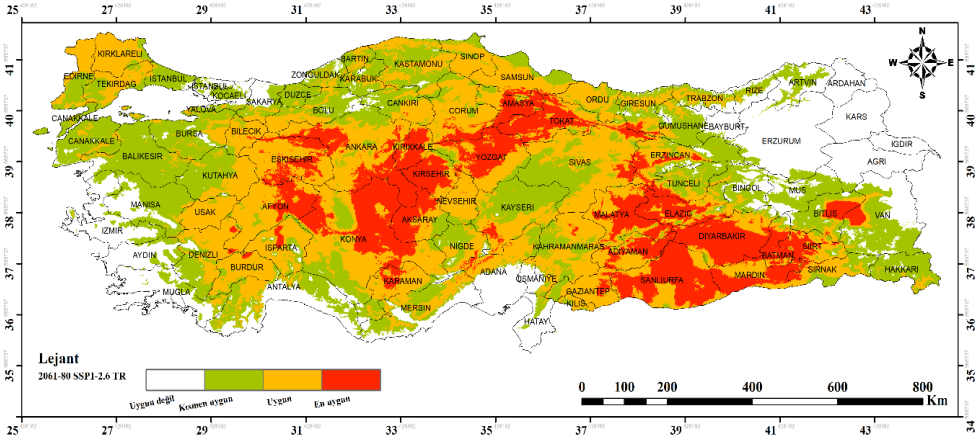


bio3 = izotermal sıcaklık, bio4 = sıcaklık mevsimliği, bio5 = en sıcak ayın maksimum sıcaklığı, bio6 = en soğuk ayın minimum sıcaklığı, bio8 = en yağışlı çeyreğin ortalama sıcaklığı, bio11 = en soğuk çeyreğin ortalama sıcaklığı, bio13 = en yağışlı ayın yağış miktarı, bio14 = en kurak ayın yağış miktarı, bio16 = en yağışlı çeyreğin yağış miktarı, bio19 = en soğuk çeyreğin yağış miktarı

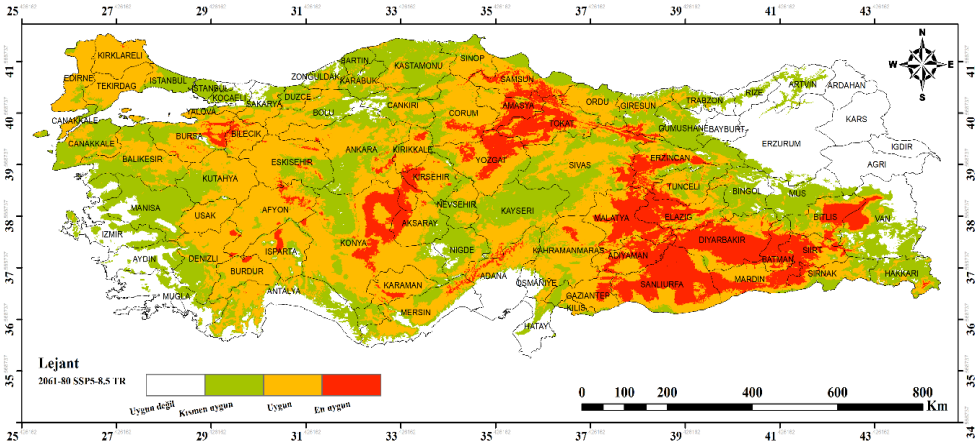
Şekil 4.36. Türkiye ve Dünya'da 2061-2080 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un potansiyel dağılım alanlarını tahmin etmek amacıyla kullanılan MaxEnt modele verilen iklim değişkenlerinin modele yüzde katkısı ve permütasyon önemi

4.4.3. Türkiye'de 2061-2080 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un potansiyel dağılım alanları

Türkiye'de 2061-2080 yılları SSP1-2.6 iklim değişikliği senaryosu altında *C. pygmeus*'un Şanlıurfa, Diyarbakır, Mardin, Batman, Siirt, Malatya, Erzincan, Elazığ, Adıyaman, Bitlis, Tokat, Amasya, Yozgat, Kırşehir, Kırıkkale, Aksaray, Konya, Karaman, Eskişehir Afyon illeri ve Ankara'nın Beypazarı ilçesinin çevresinde dağılımı olacağını, benzer şekilde SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryosu altında da C. *pygmeus*'un Şanlıurfa, Diyarbakır, Mardin, Batman, Siirt, Malatya, Erzincan, Elazığ, Adıyaman, Bitlis, Tokat, Samsun, Amasya, Yozgat, Kırşehir, Aksaray, Konya, Bilecik illerinde ve çevresinde dağılımı olacağı tahmininde bulunmuştur. Aynı zamanda *C. pygmeus*'un popülasyon alanının SSP1-2.6 iklim değişikliği senaryosuna göre SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryosunda azalacağı tahmini de edilmiştir (Şekil 4.37.).



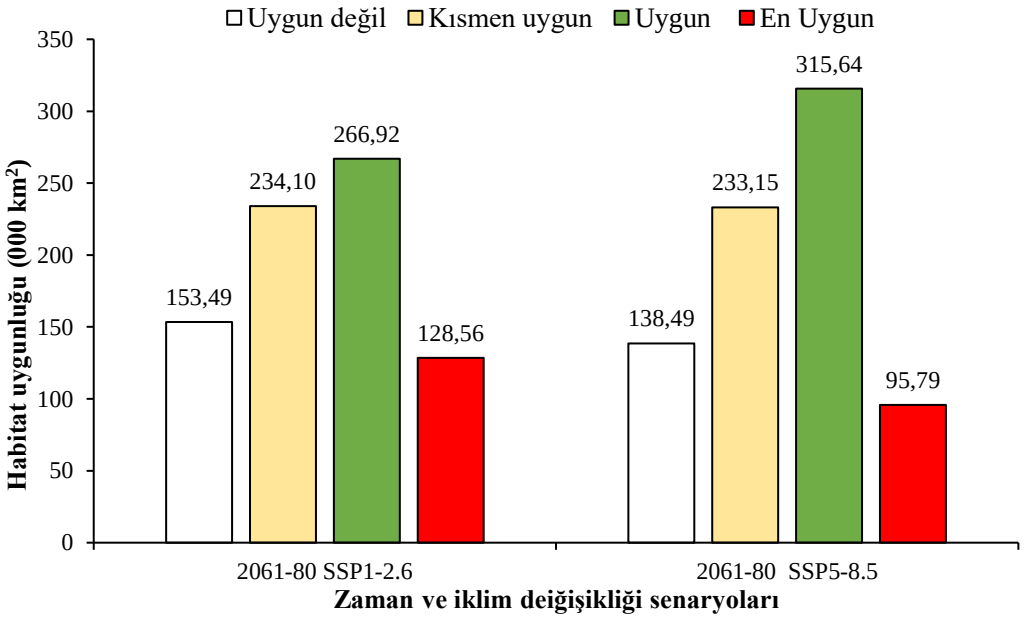
SSP1-2.6



SSP5-8.5

Şekil 4.37. Türkiye'de 2061-2080 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un potansiyel dağılım alanları

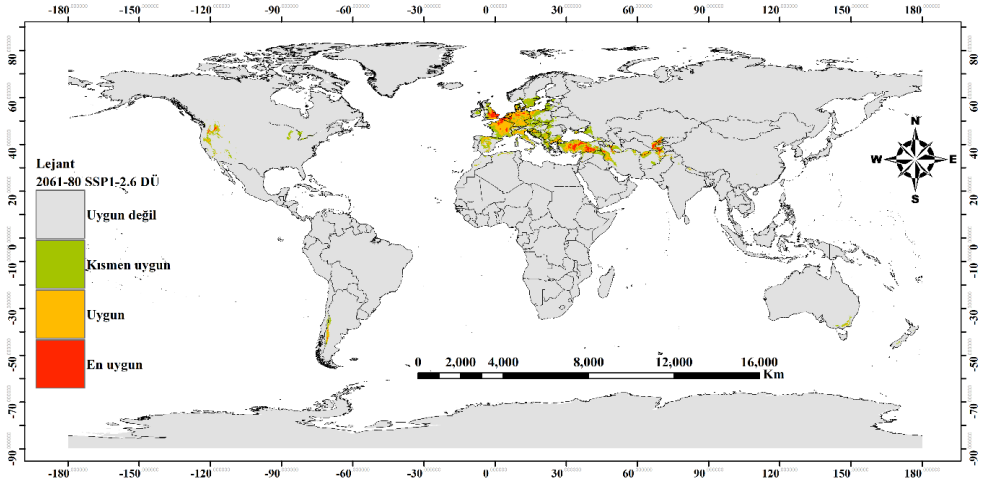
Türkiye'de 2061-2080 yılları SSP1-2.6 iklim değişikliği senaryosunda *C. pygmeus* için 153.49 bin km² uygun olmadığı, 234.10 bin km² kısmen uygun, 266.92 bin km² uygun ve 128.56 bin km² en uygun potansiyel dağılım alanı olarak tahmin edilirken, SSP5-8,5 iklim değişikliği senaryosu altında ise 138.49 bin km² uygun olmadığı, 233.15 bin km² kısmen uygun, 315.64 bin km² uygun ve 95.79 bin km² en uygun popülasyon dağılım alanı olarak tahmin etmiştir (Şekil 4.38.).



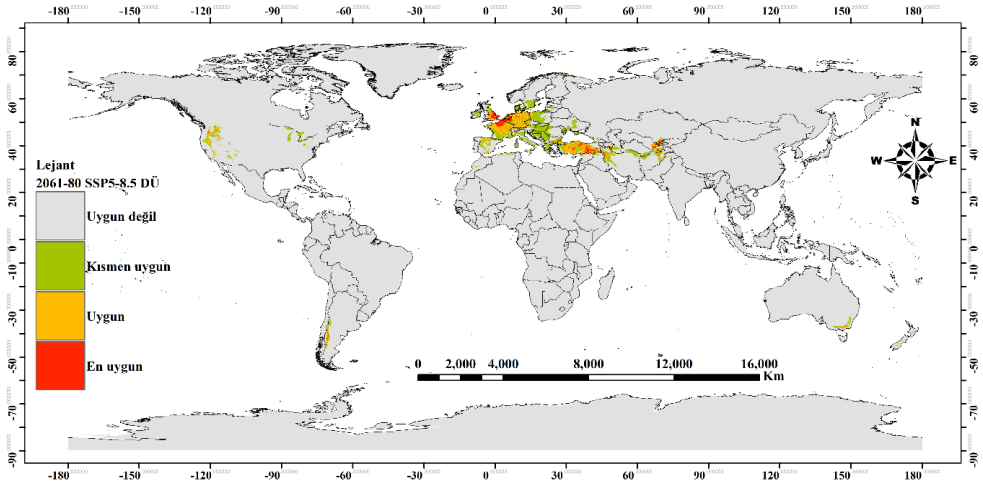
Şekil 4.38. Türkiye'de 2061-2080 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un habitat uygunluğundaki kategorik dağılımı (000 km²)

4.4.4. Dünya'da 2061-2080 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un potansiyel dağılım alanları

Dünya'da 2041-2060 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında çok benzer şekilde *C. pygmeus* için İngiltere, Türkiye, Tacikistan, Özbekistan, Fransa, Belçika, Almanya ve Hollanda'da potansiyel dağılımın olacağı tahmin edilmiştir (Şekil 4.39.).



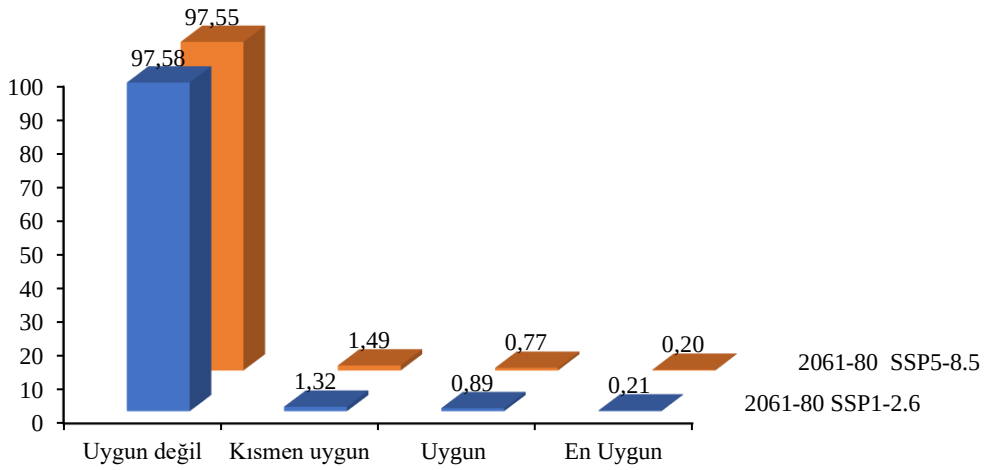
SSP1-2.6



SSP5-8.5

Şekil 4.39. Dünya'da 2061-2080 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un potansiyel dağılım alanları

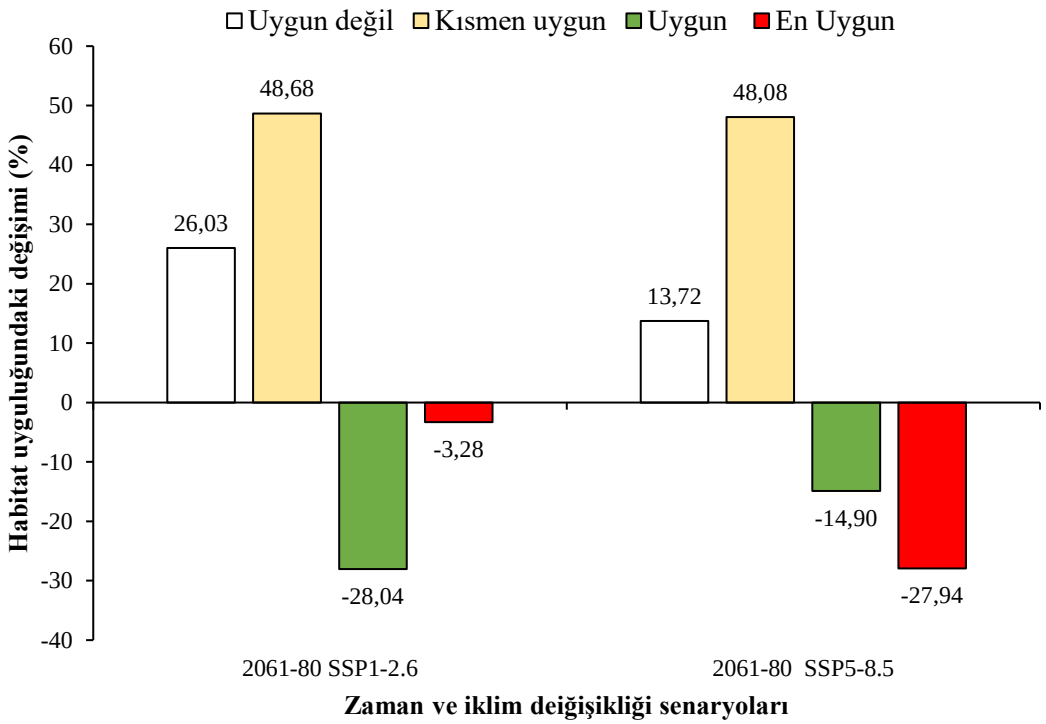
Dünya'da 2061-2080 yılları SSP1-2.6 iklim değişikliği senaryosunda *C. pygmeus* için %97.58 uygun olmadığı, %1.32 kısmen uygun, %0.89 uygun ve %0.21 en uygun dağılım alanı tahmin edilirken, SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryosunda da benzer oranlarda %97.55 uygun olmadığı, %1.49 kısmen uygun, %0.77 uygun ve %0.20 en uygun popülasyon dağılımı olacağı tahmin edilmiştir (Şekil 4.40.).



Şekil 4.40. Dünya'da 2061-2080 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un habitat uygunluğundaki kategorik dağılımı

4.4.5. Türkiye'de 2061-2080 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un potansiyel dağılım alanlarındaki değişimi

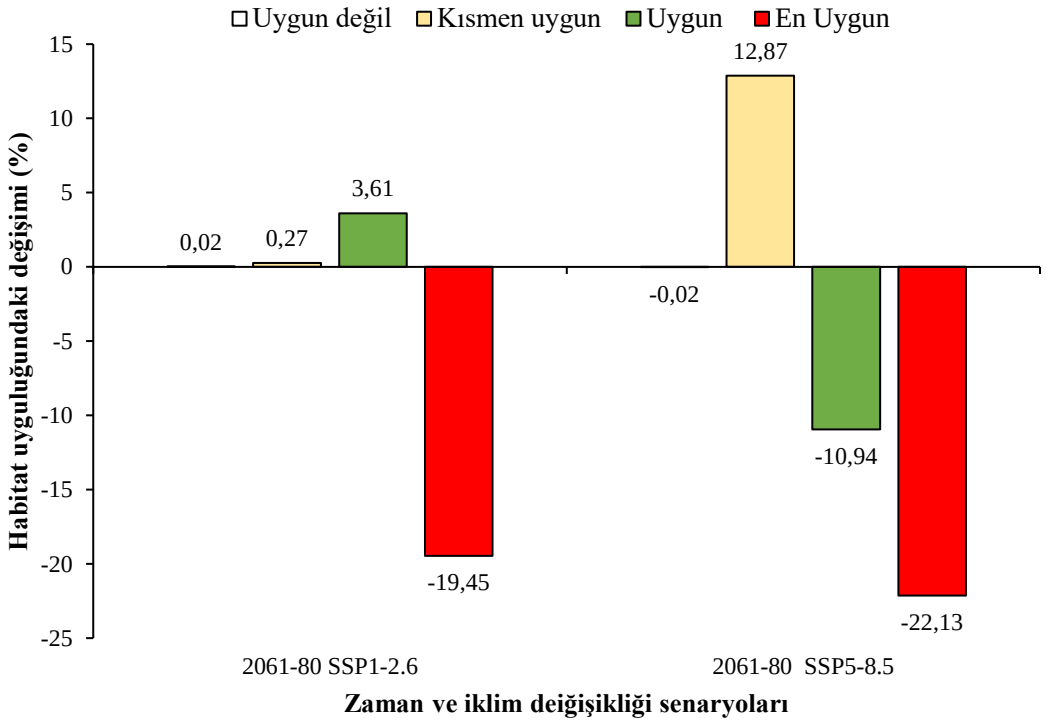
Türkiye'de 2061-2080 yılları SSP1-2.6 iklim değişikliği senaryosunda *C. pygmeus* için %26.03 uygun olmadığı, %48.68 kısmen uygun olmak üzere potansiyel değişim alanlarında artış beklenirken, %28.04 uygun ve %3.28 en uygun olarak da potansiyel değişim alanlarda azalma olacağı tahmin edilmiştir. SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryosu altında ise %13.72 uygun olmadığı, %48.08 kısmen uygun olmak üzere potansiyel değişim alanlarında artış beklenirken, %14.90 uygun ve %27.94 en uygun olarak da potansiyel değişim alanlarda azalma olacağı tahmin edilmiştir (Şekil 4.41.).



Şekil 4.41. Türkiye'de 2061-2080 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un habitat uygunluğundaki kategorik değişimi (%)

4.4.6. Dünya'da 2061-2080 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un potansiyel dağılım alanlarındaki değişimi

Dünya'da 2061-2080 yılları SSP1-2.6 iklim değişikliği senaryosunda *C. pygmeus* için %0.02 uygun olmadığı, %0.027 kısmen uygun ve %3.61 uygun olmak üzere potansiyel değişim alanlarında artış beklenirken sadece %19.45 en uygun olarak da potansiyel değişim alanında azalma olacağı tahmin edilmiştir. SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryosu altında ise %0.02 uygun olmadığı, %12.87 kısmen uygun olmak üzere potansiyel değişim alanlarında artış beklenirken, %10.94 uygun ve %22.13 en uygun olarak da potansiyel değişim alanlarda azalma olacağı tahmin edilmiştir (Şekil 4.42.).

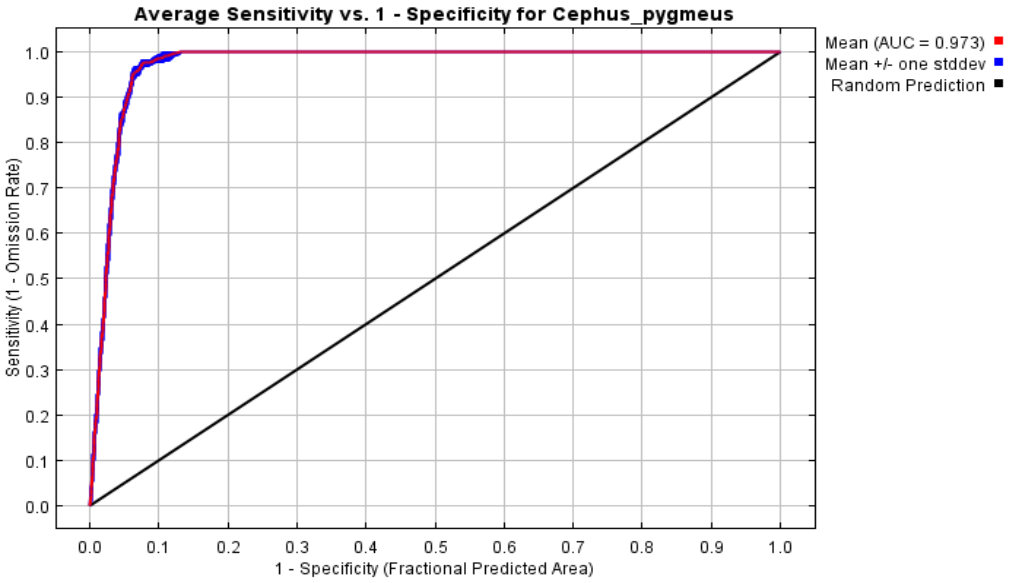


Şekil 4.42. Dünya'da 2061-2080 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un habitat uygunluğundaki kategorik değişimi (%)

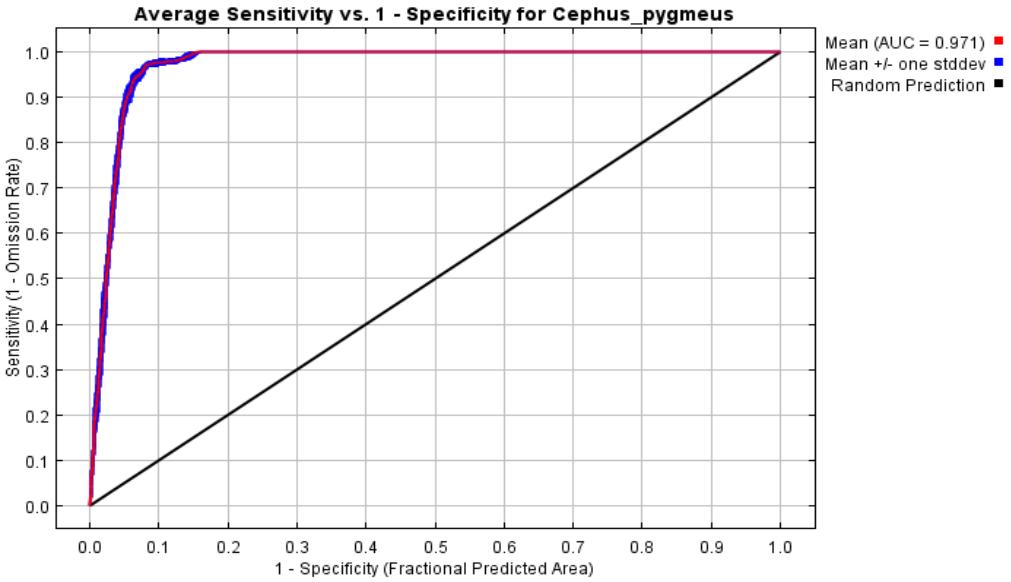
4.5. Türkiye ve Dünya'da 2081-2100 Yılları İklim Koşulları ve Farklı İklim Değişikliği Senaryoları Altında *Cephus pygmeus*'un Potansiyel Dağılım Alanları

4.5.1. Türkiye ve Dünya'da 2081-2100 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un potansiyel dağılım alanlarının tahmininde kullanılan MaxEnt modelin tahmin gücü

Türkiye ve Dünya'da 2081-2100 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında Türkiye ve Dünya'da *C. pygmeus*'un potansiyel dağılım alanlarının tahmininde kullanılan MaxEnt modelin tahmin gücü Şekil 4.43.'te verilmiştir. 2081-2100 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında Türkiye ve Dünya'da *C. pygmeus*'un potansiyel dağılım alanlarının tahmininde kullanılan MaxEnt modelin tahmin gücü 0.97 olarak belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre MaxEnt modeli *C. pygmeus*'un potansiyel dağılım alanlarını yüksek başarıyla tahmin etmiştir.



SSP1-2.6



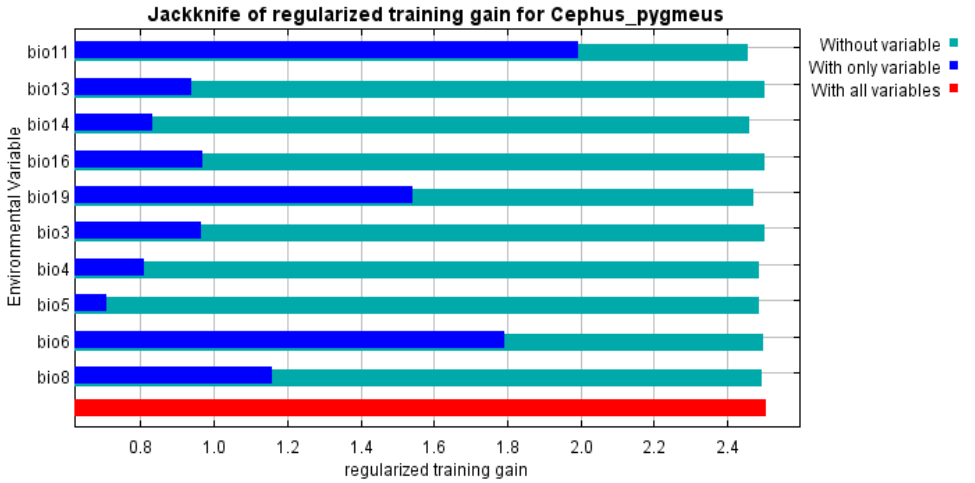
SSP5-8.5

Şekil 4.43. Türkiye ve Dünya'da 2081-2100 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un potansiyel dağılım alanlarının tahmininde kullanılan MaxEnt modelin tahmin gücü

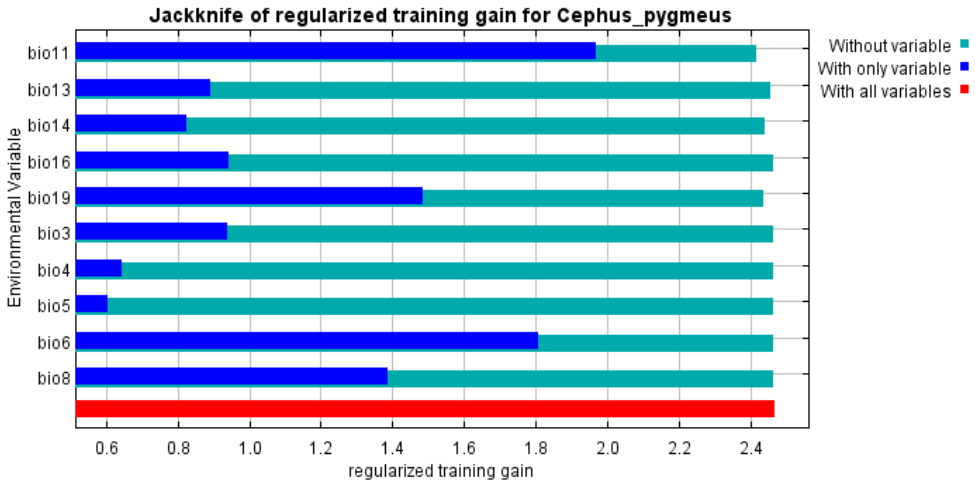
4.5.2. Türkiye ve Dünya'da 2081-2100 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un potansiyel dağılım alanlarının tahmininde kullanılan MaxEnt modele verilen iklim değişkenlerinin modele katkı ve böceğin dağılım üzerindeki etkisi

Türkiye ve Dünya'da 2081-2100 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında MaxEnt modele verilen iklim değişkenlerinin modelin eğitim

esnasında sunmuş olduğu katkıları (Şekil 4.44.), modele verilen iklim değişkenlerinin modelin test aşamada sunmuş olduğu katkıları (Şekil 4.45.) ve modele verilen iklim değişkenlerinin modelin tahmin gücüne sunmuş olduğu katkıları (Şekil 4.46.) aşağıdaki grafiklerde gösterilmiştir.



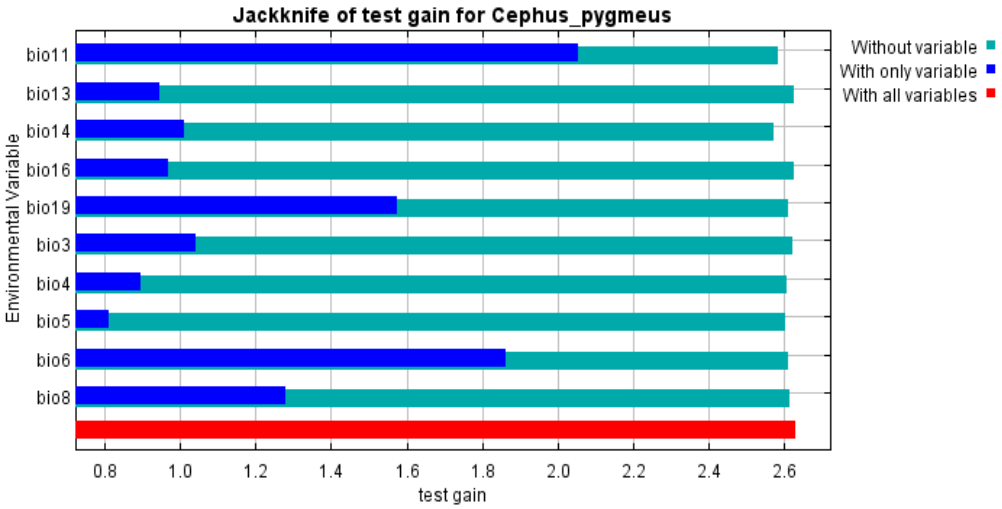
SSP1-2.6



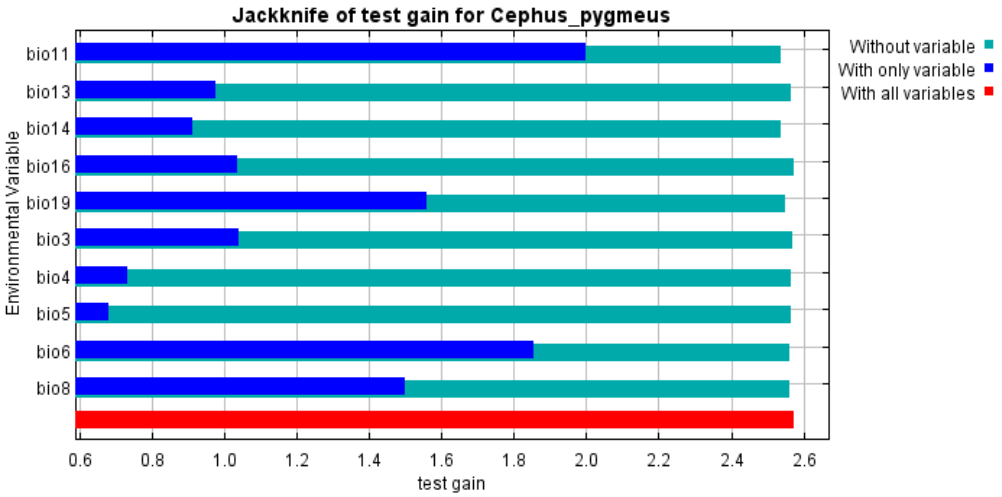
SSP5-8.5

bio3 = izotermal sıcaklık, bio4 = sıcaklık mevsimliği, bio5 = en sıcak ayın maksimum sıcaklığı, bio6 = en soğuk ayın minimum sıcaklığı, bio8 = en yağışlı çeyreğin ortalama sıcaklığı, bio11 = en soğuk çeyreğin ortalama sıcaklığı, bio13 = en yağışlı ayın yağış miktarı, bio14 = en kurak ayın yağış miktarı, bio16 = en yağışlı çeyreğin yağış miktarı, bio19 = en soğuk çeyreğin yağış miktarı

Şekil 4.44. Türkiye ve Dünya'da 2081-2100 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un potansiyel dağılım alanlarını tahmin etmek amacıyla kullanılan MaxEnt modele verilen iklim değişkenlerinin modelin eğitim esnasında sunmuş olduğu katkıları



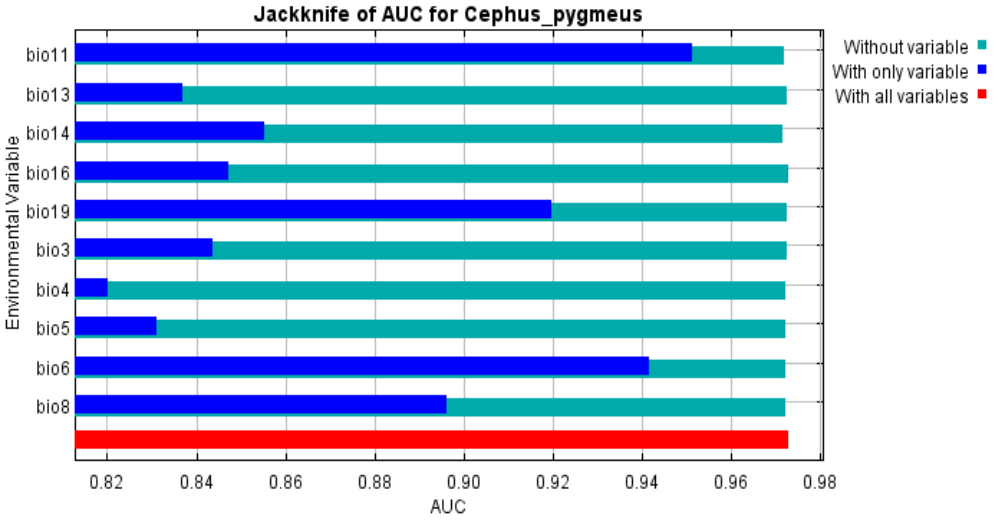
SSP1-2.6



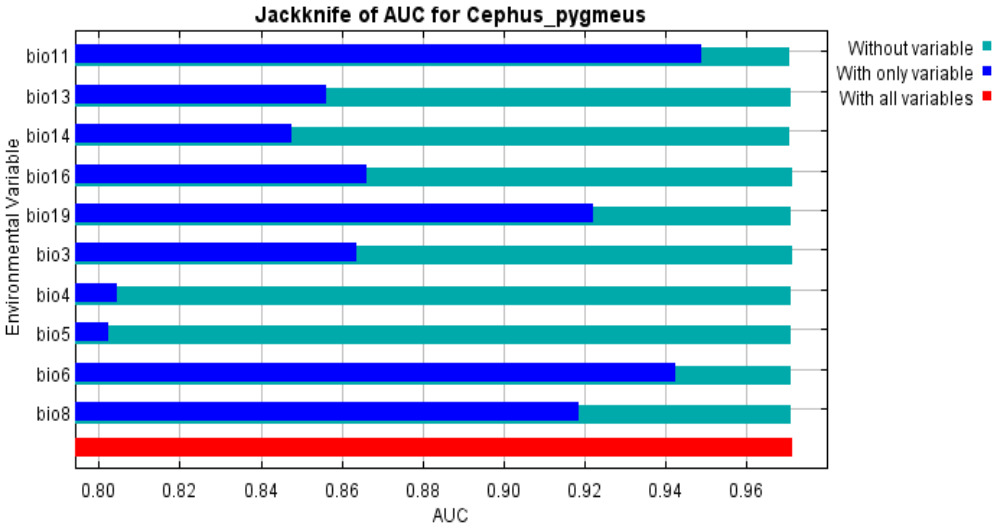
SSP5-8.5

bio3 = izotermal sıcaklık, bio4 = sıcaklık mevsimliği, bio5 = en sıcak ayın maksimum sıcaklığı, bio6 = en soğuk ayın minimum sıcaklığı, bio8 = en yağışlı çeyreğin ortalama sıcaklığı, bio11 = en soğuk çeyreğin ortalama sıcaklığı, bio13 = en yağışlı ayın yağış miktarı, bio14 = en kurak ayın yağış miktarı, bio16 = en yağışlı çeyreğin yağış miktarı, bio19 = en soğuk çeyreğin yağış miktarı

Şekil 4.45. Türkiye ve Dünya'da 2081-2100 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un potansiyel dağılım alanlarını tahmin etmek amacıyla kullanılan MaxEnt modele verilen iklim değişkenlerinin modelin test aşamasında sunmuş olduğu katkıları



SSP1-2.6



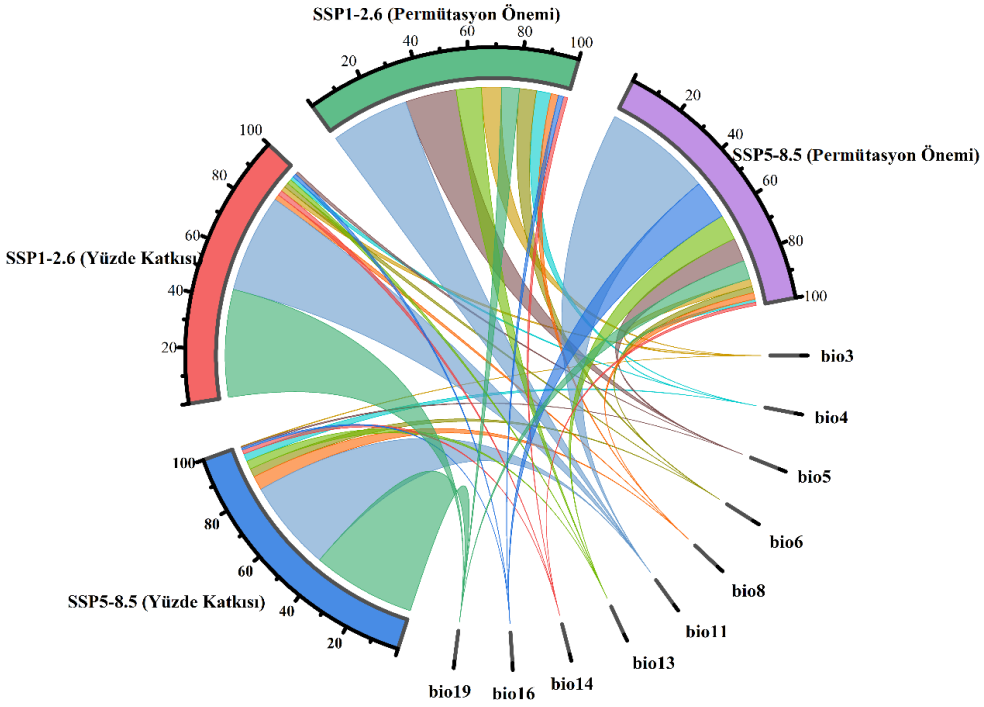
SSP5-8.5

bio3 = izotermal sıcaklık, bio4 = sıcaklık mevsimliği, bio5 = en sıcak ayın maksimum sıcaklığı, bio6 = en soğuk ayın minimum sıcaklığı, bio8 = en yağışlı çeyreğin ortalama sıcaklığı, bio11 = en soğuk çeyreğin ortalama sıcaklığı, bio13 = en yağışlı ayın yağış miktarı, bio14 = en kurak ayın yağış miktarı, bio16 = en yağışlı çeyreğin yağış miktarı, bio19 = en soğuk çeyreğin yağış miktarı

Şekil 4.46. Türkiye ve Dünya'da 2081-2100 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un potansiyel dağılım alanlarını tahmin etmek amacıyla kullanılan MaxEnt modele verilen iklim değişkenlerinin modelin tahmin gücüne sunmuş olduğu katkıları

Genel olarak model oluşumuna en çok katkı sağlayan bio6 (En soğuk ayın minimum sıcaklığı (°C)), bio8 (En yağışlı çeyreğin ortalama sıcaklığı (°C)), bio11 (En soğuk çeyreğin ortalama sıcaklığı (°C)) ve bio19 (En soğuk çeyreğin yağış miktarı (mm)) iklim parametreleri olmuştur.

Türkiye ve Dünya'da 2081-2100 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryolarında genel olarak iklim değişkenlerinin modele sağlanan yüzde katkıları ve permütasyon önemi Şekil 4.47.'de sunulmuştur. Şekil 4.47. incelendiğinde, eğitilmiş modele en fazla katkı sağlayan iklim değişkenleri bio11 (En soğuk çeyreğin ortalama sıcaklığı (°C)) ve bio19 (En soğuk çeyreğin yağış miktarı (mm)) olarak belirlenmiştir. Nitekim, en fazla permütasyon önemine sahip iklim değişkenleri de bio5 (En sıcak ayın maksimum sıcaklığı (°C)), bio11 (En soğuk çeyreğin ortalama sıcaklığı (°C)) ve bio16 (En yağışlı çeyreğin yağış miktarı (mm)) olmuştur. Bu sonuçlar, *C. pygmeus*'un potansiyel dağılım alanlarının en fazla bio5 (En sıcak ayın maksimum sıcaklığı (°C)), bio11 (En soğuk çeyreğin ortalama sıcaklığı (°C)), bio16 (En yağışlı çeyreğin yağış miktarı (mm)) ve bio19 (En soğuk çeyreğin yağış miktarı (mm))'daki değişimlerinden dolayı etkileneceğini göstermektedir.

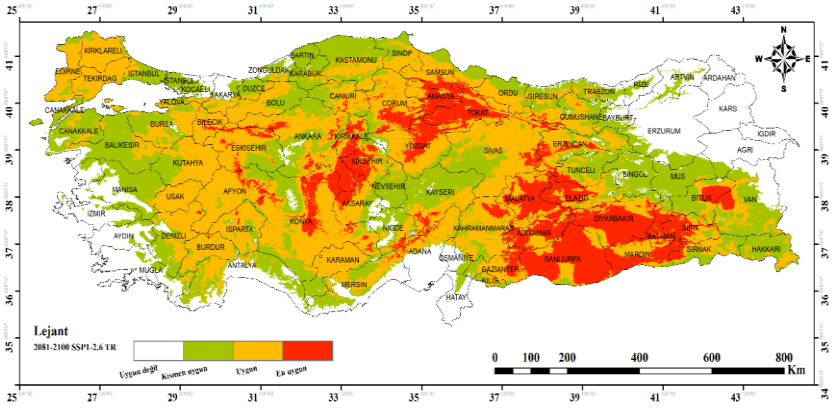


bio3 = izotermal sıcaklık, bio4 = sıcaklık mevsimliği, bio5 = en sıcak ayın maksimum sıcaklığı, bio6 = en soğuk ayın minimum sıcaklığı, bio8 = en yağışlı çeyreğin ortalama sıcaklığı, bio11 = en soğuk çeyreğin ortalama sıcaklığı, bio13 = en yağışlı ayın yağış miktarı, bio14 = en kurak ayın yağış miktarı, bio16 = en yağışlı çeyreğin yağış miktarı, bio19 = en soğuk çeyreğin yağış miktarı

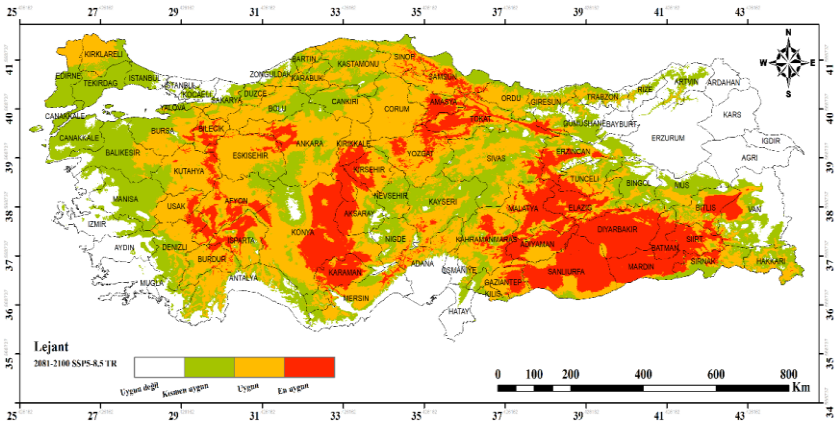
Şekil 4.47. Türkiye ve Dünya'da 2081-2100 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un potansiyel dağılım alanlarını tahmin etmek amacıyla kullanılan MaxEnt modele verilen iklim değişkenlerinin modele yüzde katkısı ve permütasyon önemi

4.5.3. Türkiye'de 2081-2100 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un potansiyel dağılım alanları

Türkiye'de 2081-2100 yılları SSP1-2.6 iklim değişikliği senaryosu altında *C. pygmeus*'un Şanlıurfa, Diyarbakır, Mardin, Batman, Siirt, Malatya, Erzincan, Elazığ, Adıyaman, Bitlis, Tokat, Amasya, Yozgat, Çorum, Kırşehir, Kırıkkale, Aksaray, Konya, Afyon illeri ve Ankara'nın Beypazarı ilçesinin çevresinde dağılımı olacağını, benzer şekilde SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryosu altında da *C. pygmeus*'un Şanlıurfa, Diyarbakır, Mardin, Batman, Siirt, Malatya, Erzincan, Elazığ, Adıyaman, Kahramanmaraş, Gaziantep, Bitlis, Tokat, Samsun, Amasya, Çorum, Yozgat, Kırşehir, Aksaray, Kırıkkale, Konya, Bilecik, Afyon, Isparta illerinde ve Ankara Beypazarı ilçesi çevresinde dağılımı olacağı tahmininde bulunmuştur. Aynı zamanda *C. pygmeus*'un popülasyon alanının SSP1-.2.6 iklim değişikliği senaryosuna göre SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryosunda artacağı tahmini de edilmiştir (Şekil 4.48.).



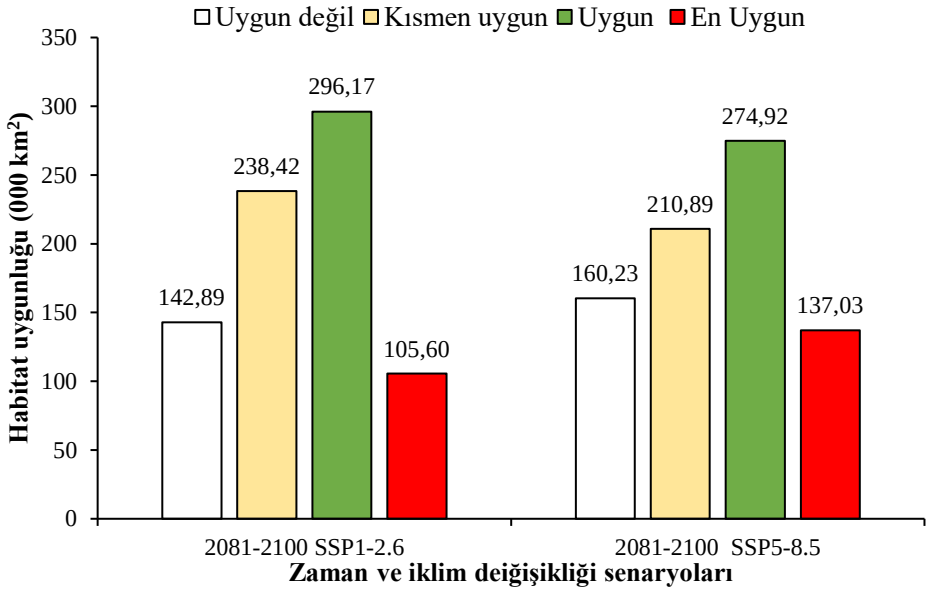
SSP1-2.6



SSP5-8.5

Şekil 4.48. Türkiye'de 2081-2100 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un potansiyel dağılım alanları

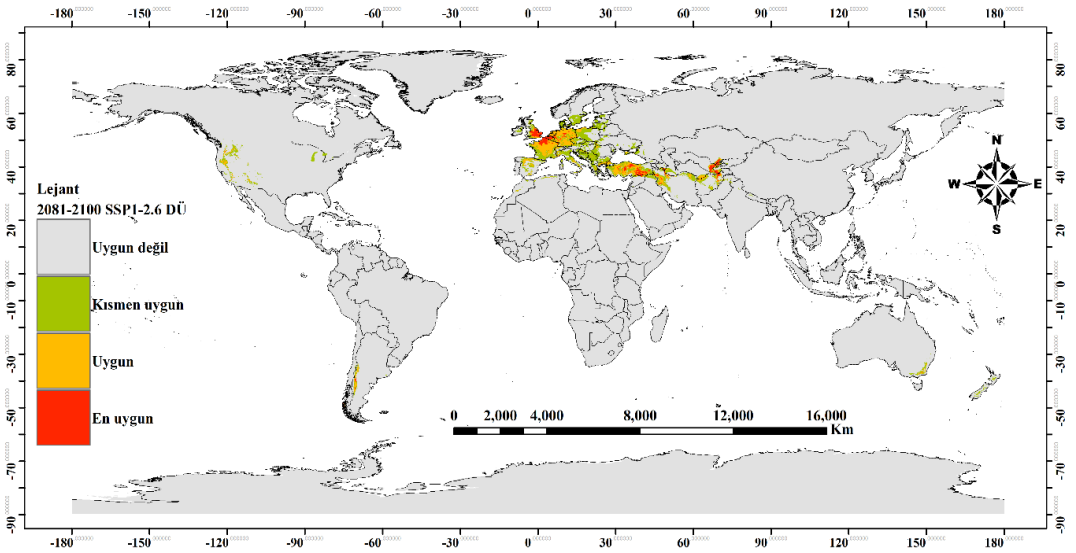
Türkiye'de 2081-2100 yılları SSP1-2.6 iklim senaryosunda *C. pygmeus* için 142.89 bin km² uygun olmadığı, 238.42 bin km² kısmen uygun, 296.17 bin km² uygun ve 105.60 bin km² en uygun potansiyel dağılım alanı olarak tahmin edilirken, SSP5-8,5 iklim değişikliği senaryosu altında ise 160.23 bin km² uygun olmadığı, 210.89 bin km² kısmen uygun, 274.92 bin km² uygun ve 137.03 bin km² en uygun popülasyon dağılım alanı olarak tahmin etmiştir (Şekil 4.49.).



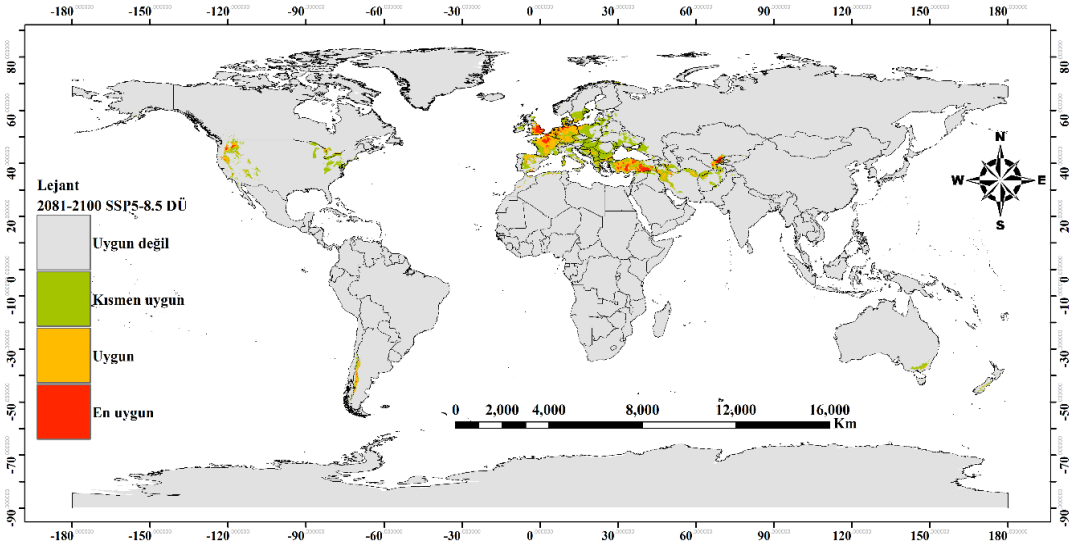
Şekil 4.49. Türkiye'de 2081-2100 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryolar altında *Cephus pygmeus*'un habitat uygunluğundaki kategorik dağılımı (000 km²)

4.5.4. Dünya'da 2081-2100 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un potansiyel dağılım alanları

Dünya'da 2081-2100 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında çok benzer şekilde *C. pygmeus* için İngiltere, Türkiye, Tacikistan, Özbekistan, Fransa, Belçika, Almanya ve Hollanda ülkelerinde potansiyel dağılımın olacağını tahmin etmiştir (Şekil 4.50.).



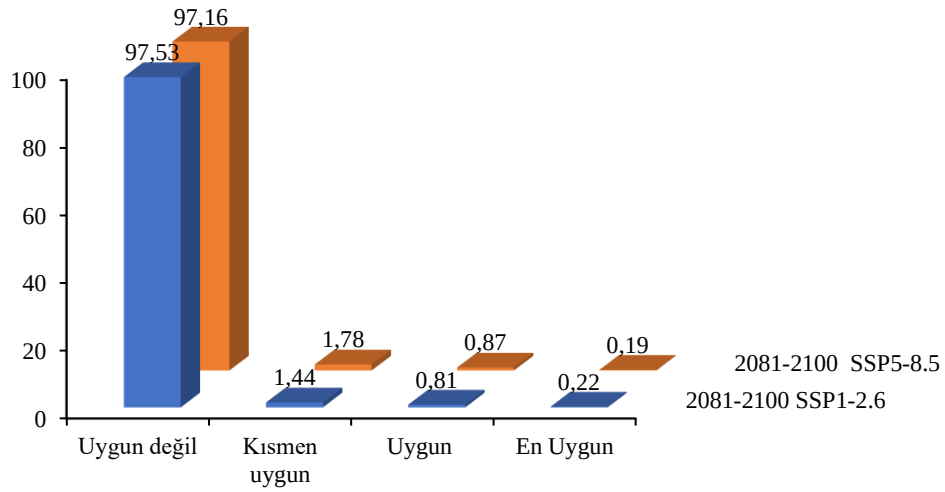
SSP1-2.6



SSP5-8.5

Şekil 4.50. Dünya'da 2081-2100 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un potansiyel dağılım alanları

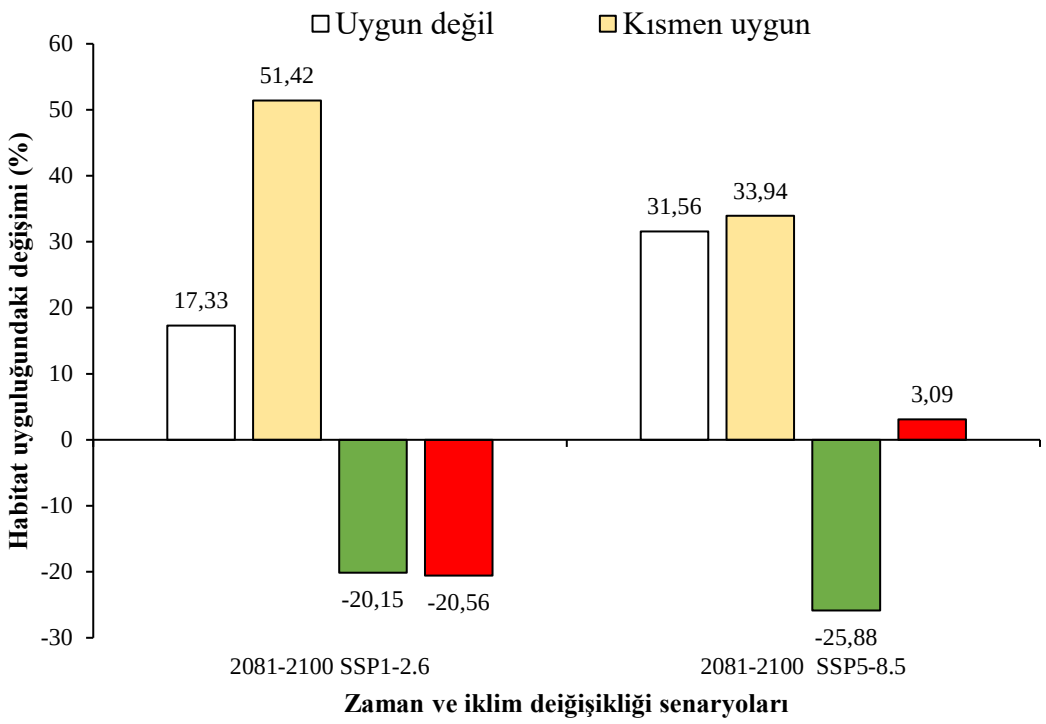
Dünya'da 2081-2100 yılları SSP1-2.6 iklim değişikliği senaryosunda *C. pygmeus* için %97.53 uygun olmadığı, %1.44 kısmen uygun, %0.81 uygun ve %0.22 en uygun dağılım alanı tahmin edilirken, SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryosunda da benzer oranlarda %97.16 uygun olmadığı, %1.78 kısmen uygun, %0.87 uygun ve %0.19 en uygun popülasyon dağılımı olacağı tahmin edilmiştir (Şekil 4.51.).



Şekil 4.51. Dünya'da 2081-2100 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un habitat uygunluğundaki kategorik dağılımı

4.5.5. Türkiye'de 2081-2100 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un potansiyel dağılım alanlarındaki değişimi

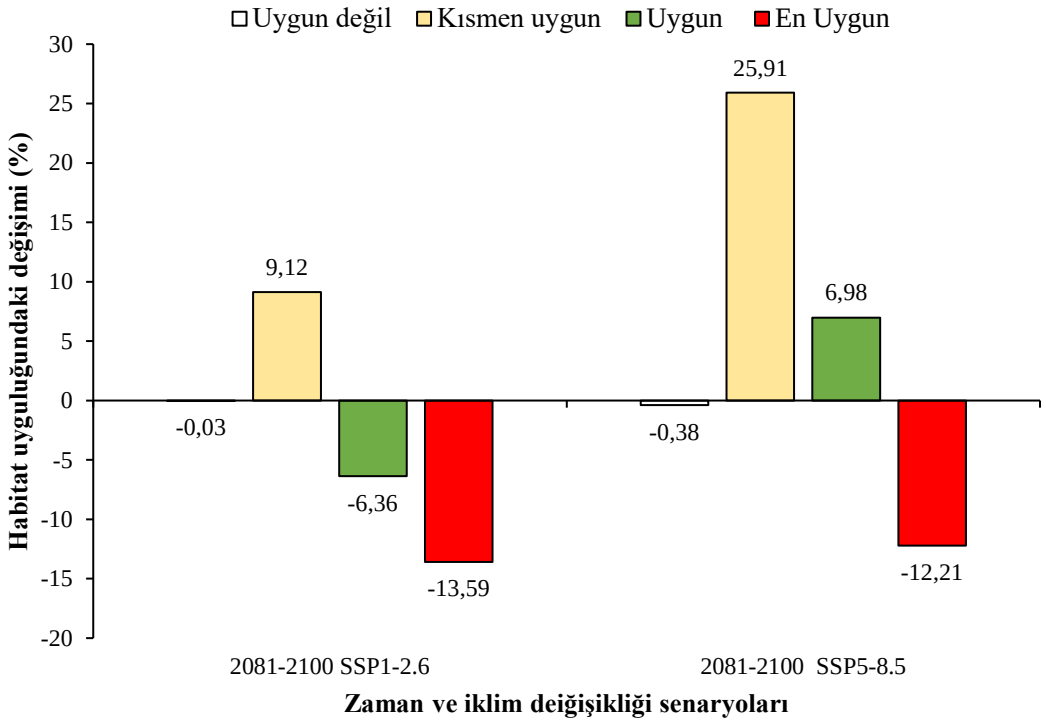
Türkiye'de 2081-2100 yılları SSP1-2.6 iklim değişikliği senaryosunda *C. pygmeus* için %17.33 uygun olmadığı, %51.42 kısmen uygun olmak üzere potansiyel değişim alanlarında artış beklenirken, %20.15 uygun ve %20.56 en uygun olarak da potansiyel değişim alanlarda azalma olacağı tahmin edilmiştir. SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryosu altında ise %31.56 uygun olmadığı, %33.94 kısmen uygun ve %3.09 en uygun olmak üzere potansiyel değişim alanlarında artış beklenirken, %25.88 uygun olarak da potansiyel değişim alanında azalma olacağı tahmin edilmiştir (Şekil 4.52.).



Şekil 4.52. Türkiye'de 2081-2100 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un habitat uygunluğundaki kategorik değişimi (%)

4.5.6. Dünya'da 2081-2100 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un potansiyel dağılım alanlarındaki değişimi

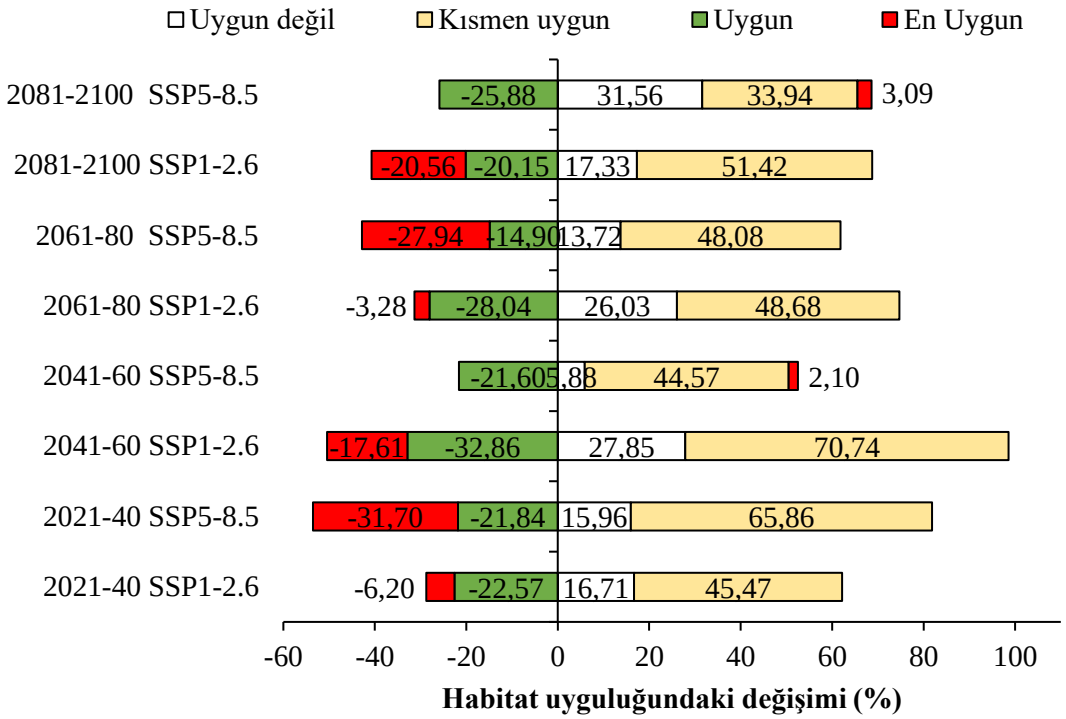
Dünya'da 2081-2100 yılları SSP1-2.6 iklim değişikliği senaryosunda *C. pygmeus* için %9.12 kısmen uygun olmak üzere potansiyel değişim alanında artış beklenirken, %0.03 uygun olmadığı, %6.36 uygun ve %13.59 en uygun olarak da potansiyel değişim alanlarda azalma olacağı tahmin edilmiştir. SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryosu altında ise %6.98 uygun ve %25.91 kısmen uygun olmak üzere potansiyel değişim alanında artış beklenirken, %0.38 uygun olmadığı ve %12.21 en uygun olarak da potansiyel değişim alanlarda azalma olacağı tahmin edilmiştir (Şekil 4.53.).



Şekil 4.53. Dünya'da 2081-2100 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un habitat uygunluğundaki kategorik değişimi (%)

4.6. Türkiye'de 2021-2100 Yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 İklim Değişikliği Senaryoları Altında *Cephus pygmeus*'un Potansiyel Dağılım Alanlarındaki Değişimi

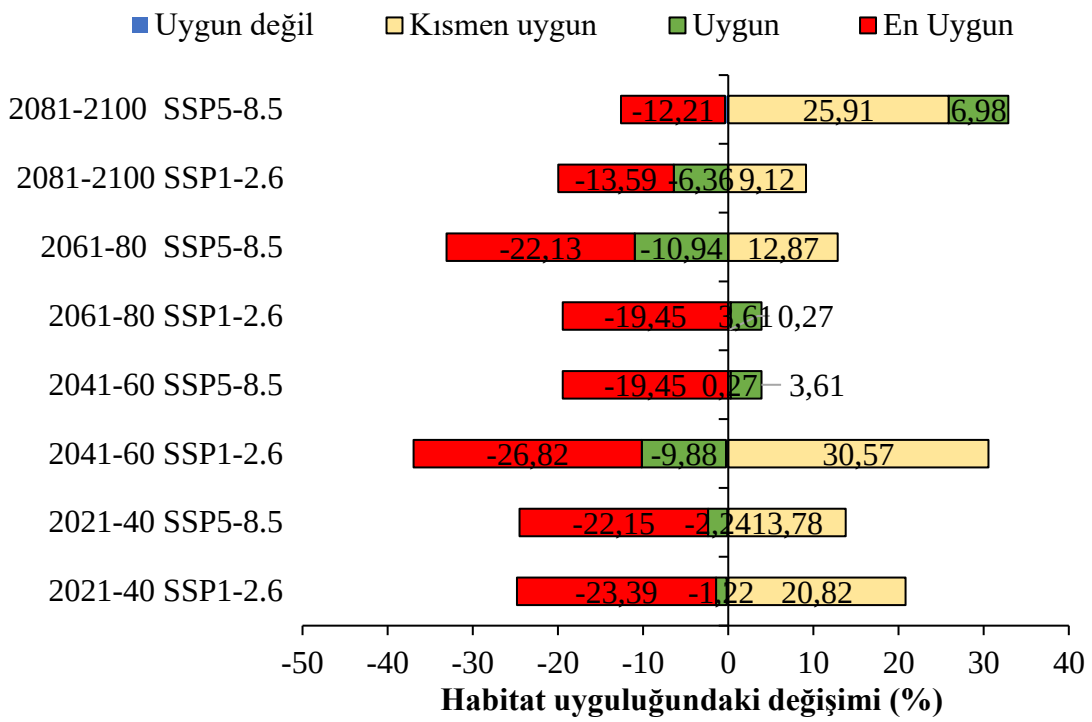
Aşağıdaki grafikte Türkiye'de SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *C. pygmeus*'un potansiyel dağılım alanlarındaki değişimi gösterilmiştir. 2041-2060 SSP5-8.5 ve 2081-2100 SSP5-8.5 yılları ve senaryoları altında en uygun alanlarda potansiyel dağılımında hafif bir artış beklenirken diğer yıllar ve senaryolarda azalma görülmüştür. Uygun alanlarda tüm yıllarda ve senaryolarda düşüş beklenirken, kısmen uygun ve uygun olmayan alanlarda ise tüm yıllar ve senaryolarda artış görülmüştür (Şekil 4.54.).



Şekil 4.54. Türkiye'de 2021-2100 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un potansiyel dağılım alanlarındaki değişimi

4.7. Dünya'da 2021-2100 Yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 İklim Değişikliği Senaryoları Altında *Cephus pygmeus*'un Potansiyel Dağılım Alanlarındaki Değişimi

Aşağıdaki grafikte Dünya'da SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *C. pygmeus*'un potansiyel dağılım alanlarındaki değişimi gösterilmiştir. En uygun alanlarda potansiyel dağılımının tüm yıllar ve senaryoları altında azalacağı tahmin edilmiştir. Uygun alanlarda potansiyel dağılımı 2041-2060 SSP5-8.5, 2061-2080 SSP1-2.6 ve 2081-2100 SSP5-8.5 yılları ve senaryoları altında artış beklenirken diğer yıllar ve senaryolarda azalış tahmin edilmiştir. Kısmen uygun alanlarda potansiyel dağılımının tüm yıllar ve senaryolarda artış olacağı tahmin edilmiştir. Uygun olmayan alanlarındaki dağılımı ise tüm yıllar ve senaryolar altında çok küçük oranlarda azalma olacağı tahmin edilmiştir (Şekil 4.55.).



Şekil 4.55. Dünya'da 2021-2100 yılları SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında *Cephus pygmeus*'un potansiyel dağılım alanlarındaki değişimi

4.8. Tartışma

Bu çalışma ile hububat ekim alanlarında zararlı olan ekin saparısı (*C. pygmeus*)'un iklim değişikliğine bağlı olarak gelecekteki dağılım alanlarını belirlemek amacıyla MaxEnt modeli kullanılarak farklı iklim (SSP1-2.6 ve SSP5-.8.5) senaryoları altında tahminleri yapılmıştır. Model, zararlının küresel dağılış kayıtlarını ve iklim değişkenlerini analiz etmek suretiyle zararlının yaşama ortamının gelecekteki iklim koşullarında ne kadar uygun olabileceğini tahmin etmek için kullanılmıştır. Bu amaçla farklı veri tabanlarında (GBIF vb.) ve Türkiye'de *C. pygmeus* ile ilgili yapılan sürvey çalışmalarına ait kayıtlı koordinatlar MaxEnt modelleme programında kullanılarak, *C. pygmeus*'un Dünya'da ve Türkiye'de belirli bölgelerde dağılabileceği ve yaşam alanının daralacağı az da olsa popülasyonda kaymalar olacağı tahmin edilmiştir. Nitekim Asya yabanarısını [*Vespa velutina* (Hymenoptere: Vespidae)] MaxEnt modeliyle SSP1.2.6 ve SSP5-8.5 senaryoları altında 2050 yılında zararlı türün Libya ve Mısır'daki çöller dahil Avrupa ve Kuzey Afrika'daki diğer bölgelere potansiyel olarak yayılacağını ve bu yayılmanın arıcılık ve çevresel denge üzerinde olumsuz sonuçları beklediğini bildirmiştir (Abou-Shaara, HF ve Al-Khalaf, 2022). Benzer

şekilde mevcut çalışmanın sonuçları ekin saparısının buğday üretiminde olumsuz etkiler yaratacağı kanaatine varılmıştır.

Ayrıca farklı çalışmalardan da iklim değişikliğinin birçok türün dağılımını artırabileceğini göstermektedir. Buna göre, artan sıcaklık ve değişen iklim koşullarıyla birlikte türlerin mevcut dağılım alanlarının genişleyebileceği ve yeni bölgelere taşınabileceği öngörülmektedir (Kriticos ve ark., 2011; Macfadyen ve Kriticos, 2012; Shabani ve ark., 2012; Taylor ve ark., 2012). Bu çalışmada ise genel olarak *C. pygmeus*'un popülasyon dağılımın iklim değişikliğine bağlı olarak daralacağı tahmin edilmiştir. Korkmaz ve ark. (2010), yaptığı çalışmada ekin saparıları popülasyon yoğunluğunun büyük ölçüde parazitoitler tarafından baskılandığını bildirmiştir. Bu bulgular neticesinde gelecekte iklim değişimi sonucu biyotik ve abiyotik faktörlerin *C. pygmeus*'un popülasyon yoğunluğu üzerinde önemli ölçüde etkili olacağı buna göre azalabileceği öngörülmektedir. Buna ek olarak mevcut çalışmada *C. pygmeus*'un dağılımı sıcaklık ve yağıştan etkileneceği tahmin edilmiştir. Dolayısıyla artan sıcaklık ve azalan yağışlar *C. pygmeus*'un dağılımına olumsuz etki edeceği ortaya konulmuştur.

İklim değişikliğine bağlı olarak yapılan modelleme çalışmalarında, bazı durumlarda birden fazla model kullanmanın ve sonuçlarının ortalamaları, türlerin dağılımını tahmin etmede daha iyi bir yaklaşım olduğu öne sürülmektedir (Araujo ve New, 2007; Pacifici ve ark, 2017; Tikhonov ve ark, 2017). Ancak bu çalışmada kullanılan Maxent modelinin Dünya'da en fazla kullanılan ve tahmin olasılığının yüksek olduğundan *C. pygmeus* türünün Türkiye'de mevcut ve gelecekteki iklim senaryoları altındaki dağılımını daha doğru tahmin etmesi nedeniyle tek bir model üzerinde çalışılmış ve doğru tahmin haritaları elde edilmiştir. Bu anlamda çalışma da kullanılan modelin yüksek tahmin gücü elde edilen bulguları desteklemekte ve model seçiminin doğru olduğunu göstermektedir.

Sıcaklık ve nem faktörlerinin böceklerin bütün gelişme dönemleri üzerine negatif veya pozitif yönde etkileri olduğu bilinmektedir (Taylor, 1981). Çalışmaya konu olan ekin saparısının özelikle pupa döneminden ergin dönemine geçişinde

sıcaklık ve nem ile olan önemli ilişkisi dikkate alındığında (Altınayar, 1975), mevcut çalışmada kullanılan modele en çok katkı sağlayan parametrelerin sıcaklık olması, bunun ekin saparısı üzerindeki dağılımında önemli bir rol aldığını göstermektedir. Bu durum modellemenin güvenilirliği açısından da önem arz etmektedir.

Çalışmada *C. pygmeus*'un Türkiye'de ve Dünya'da popülasyon dağılımında önemli oranda bir kayma olacağı belirlenememiştir. Bu nedenle zararlıya karşı popülasyon yoğunluğu yüksek bulunan bölgelerde yapılacak olan sürveylerle entegre mücadele yöntemleri içinde özellikle kültürel ve biyolojik mücadelenin uygulanmasıyla, kontrol altına alınabileceği düşünülmektedir (Mutlu ve ark., 2019)

Bu çalışmada elde edilen senaryolar sadece mevcut ve gelecekteki iklim verileri tahmin edilerek yapılmış olup, diğer ekolojik parametreler dikkate alınmamıştır. Bu durum tahminlerin doğruluğu konusunda kesin bir sonuç veremeyeceğini göstermektedir. Ancak ekolojik verilerinin gelecekteki değişimleri ile ilgili verilerin mevcut olmaması nedeniyle doğal olarak bu veriler çalışmaya dahil edilmemiştir. İlerdeki zamanlarda bu türlü verilerin yaygınlaşması ve paylaşılması durumunda bunların modele eklenerek kullanılmasıyla daha sağlıklı sonuçlar elde edebileceği düşünülmektedir.

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

5.1. Sonuçlar

Bu çalışma Türkiye'nin farklı bölgelerinde ve özellikle Güneydoğu Anadolu Bölgesi buğday ekim alanlarında zararlı ekin saparısı türlerinden *Cephus pygmeus*'un Dünya'da ve Türkiye'de mevcut ve gelecekteki dağılımını modellemek amacıyla maksimum entropi algoritmasını kullanan MaxEnt programı kullanılarak yapılmıştır. Çalışmada elde edilen sonuçlar aşağıya çıkarılmıştır.

Türkiye'de *C. pygmeus*'un dağılımı mevcut ve gelecekteki farklı iklim değişikliği senaryoları altında ağırlıklı olarak Güneydoğu Anadolu Bölgesinde olmak üzere İç Anadolu Bölgesinin Konya, Afyon, Kırıkkale, Kırşehir, Ankara şehirlerinin çevresinde, Karadeniz Bölgesinin' de Samsun, Yozgat, Amasya ve Tokat şehirleri de en uygun yaşama ortamına sahip olacağını göstermiştir. Tahmin edilen potansiyel dağılım alanlarının büyük bir kısmı koordinatlı tespit noktalarına yakın çevrelerde ortaya çıkmıştır. Mevcut iklim altında Türkiye'de zararlıya en uygun alanın 132.930 km^2 olacağı tahmin edilmiştir.

Mevcut iklim koşulları altında modelde kullanılan 10 iklim değişkenlerinden bio3 (İzotermal sıcaklık (°C)), bio6 (En soğuk ayın minimum sıcaklık (°C)) ve bio11 (En soğuk ayın ortalama sıcaklığı (°C)), ve bio19 (En soğuk 3 ayın yağış miktarı (mm)) en fazla katkı sağlarken, 2021-2040, 2041-2060, 2061-2080, 2081-2100 yıllarında SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 senaryolarında ise en fazla katkıyı bio6, bio11, bio19'un yanında bio3 etkisini azaltarak yerine bio8 (En yağışlı 3 Ayın ortalama sıcaklık (°C)) etkisini arttırarak en fazla katkıyı sağlayacağı sonucu elde edilmiştir. Bu durum da gelecekte bio6 (En soğuk ayın minimum sıcaklık (°C)), bio8 (En yağışlı çeyreğin ortalama sıcaklığı (°C)), bio11 (En soğuk ayın ortalama sıcaklığı (°C)), ve bio19 (En soğuk 3 ayın yağış miktarı (mm)) parametreleri *C. pygmeus*'un potansiyel dağılımını etkileyen en önemli faktörler olacağı sonucunu ortaya çıkarmıştır.

Çalışmada ılıman iklim (SSP1-2.6) senaryosunda Türkiye'de MaxEnt modellemesi 2021-2040 yılları mevcut iklim popülasyon dağılımına göre *C. pygmeus*'un popülasyon dağılımında düşüş sergileyeceğini (%6.20), 2041-2060 yılları arası mevcut iklim popülasyon dağılımına göre popülasyon dağılımında düşüşün devam edeceğini (%17.61), 2061-2080 yılları arasında mevcut iklim popülasyon dağılımının altında kalacağı (%3.28), 2081-2100 yılları arasında ise benzer şekilde mevut iklim popülasyon dağılımının altında kalacağını (%20.56) tahmin etmiştir. Şiddetli iklim (SSP5-8.5) senaryosunda *C. pygmeus*'un mevcut iklim popülasyon dağılımına göre 2021-2040 yılları arasında popülasyonun düşeceğini (%31.70), 2041-2060 yılları arası mevcut iklim popülasyon dağılımının üzerine çıkacağı (%2.10), 2061-2080 yılları arası tekrardan düşeceğini (%27.94) ve 2081-2100 yılları arasında tekrardan bir atış göstererek mevcut iklimdeki dağılımına göre artış yaparak (%3.09) dağılım göstereceğini tahmin etmiştir. Yıllara göre popülasyondaki bu artış ve düşüler ciddi boyutlara ulaşmamıştır.

Çalışmada ılıman iklim (SSP1-2.6) senaryosunda Dünya'da MaxEnt modellemesi 2021-2040 yılları mevcut iklim popülasyon dağılımına göre *C. pygmeus*'un popülasyon dağılımında düşüşün olacağını (%23.39), 2041-2060 yılları arası mevcut iklim popülasyon dağılımına göre popülasyon dağılımında düşüşün devam edeceğini (%26.82), 2061-2080 yılları arasında mevcut iklim popülasyon dağılımının altında kalacağı (%19.45), 2081-2100 yılları arasında ise benzer şekilde mevut iklim popülasyon dağılımının altında kalmaya devam edeceğini (%13.59) tahmin etmiştir. Şiddetli iklim (SSP5-8.5) senaryosunda *C. pygmeus*'un mevcut iklim popülasyon dağılımına göre 2021-2040 yılları arasında popülasyonun düşeceğini (%22.15), 2041-2060 yılları arası mevcut iklim popülasyon dağılımının altında kalacağı (%19.45), 2061-2080 yılları arası benzer şekilde popülasyon dağılımının altında kalacağı (%22.13) ve 2081-2100 yılları arasında da popülasyonun altında kalarak (%12.21) dağılım göstereceğini tahmin etmiştir.

Genel olarak *C. pygmeus*'un Dünya'da ve Türkiye'de belirli bölgelerde dağılımının olacağı ve yaşam alanının daralacağı az da olsa popülasyonda kaymalar olacağı tahmin edilmiştir. Bu durum da ülkemiz *C. pygmeus* için geniş yelpazede

iklimin müsait olmadığını ve ilerleyen yıllarda istilacı bir tür haline gelmeyeceğini göstermektedir.

5.2. Öneriler

Küresel iklim değişikliği veya global ısınmanın ekosistem ve içinde yaşayan canlıları negatif yönde etkilediği bilinen bir gerçektir. Bu kapsamda tarımsal üretimde zararlı böceklerinde bu değişimden olumlu veya olumsuz yönde etkilenmeleri oldukça doğaldır. Dolaysıyla tarımsal üretimde ekonomik kayba yol açan önemli zararlıların iklim değişikliğine bağlı olarak gelecekteki yoğunluklarının ve potansiyel dağılışlarının bilinmesi bu zararlılarla mücadele bağlamında oldukça önem arz etmektedir. Modelleme ile tür çeşitlerinin ve zararlıların mevcut ve gelecekteki popülasyonları tahmin edilerek bitki ve böcek türlerinin kolaylıkla kontrol altına alınması ve ekonomik olarak kazanç sağlamasıyla beraber alternatif yöntemlerin oluşumuna katkı sunmaktadır. Ayrıca iklim değişikliğiyle mücadele için etkili politikaların oluşturulması ve uygulanması, tarım sektörünün sürdürülebilirliği açısından önemlidir.

Buğday üretim alanlarında ekin saparılarının gerek varlığı gerekse buğdaya vermiş olduğu gizli zarar üreticiler tarafından henüz yeterli olarak bilinmediğinden bu konuda üreticilere gerekli eğitim ve yayım çalışmalarının yapılması gerekmektedir. Her ne kadar zararlının iklim değişikliğine bağlı senaryolarla elde edilen sonuçlara göre popülasyonunda artış ve önemli bir kayma olamayacağı tahmin edilse de ekin saparılarına karşı herhangi bir kimyasal mücadele yöntemi olmadığından, buğday alanlarında nisan ayı başından itibaren zararlının yoğunluğunu belirlemek amacıyla sürvey çalışmaları yapılması ve popülasyonun yoğun olduğu yerlerde kültürel mücadele yapılması gerektiği önerilmektedir.

KAYNAKLAR

ALKAN, B., 1948. Orta Anadolu Hububat Zararlıları (Zararlı Hayvan ve Böcekler). Ank. Üniv. Zir. Fak. Yayınları, Ankara. 132 s.

ALTINAYAR, G., 1975. Studies on the Distribution, Bio-Ecology, Crop Losses and Methods of Control of the Stem Sawflies (*Cephus pygmeus* (L.) and *Trachelus tabidus* (F.) (Hymenoptera: Cephidae)) İn Grain Crops in Konya Province, Turkey. Studies on the Distribution, Bio-Ecology, Crop Losses and Methods of Control of the Stem Sawflies (*Cephus pygmeus* (L.) and *Trachelus tabidus* (F.) (Hymenoptera: Cephidae)) in Grain Crops in Konya Province, Turkey., (36).

ARAUJO, M.B. and NEW, M., 2007. Ensemble Forecasting of Species Distributions. Trends in Ecology and Evolution, 22(1), 42-47.

ABRAHAMYAN, A., and BARSEVSKIS, A., 2013. Environmental Niche Modelling with Desktop GARP for Wild *Origanum vulgare* L. (Lamiaceae) in Armenia. İn Envıronment. Technologıes. Resources. Proceedings of the International Scientific and Practical Conference (Vol. 3, pp. 7-10).

AKALIN, M., 2014. İklim Değişikliğinin Tarım Üzerindeki Etkileri: Bu Etkileri Gidermeye Yönelik Uyum ve Azaltım Stratejileri. Hitit Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 7(2), 351-377.

AKYOL, A., ÖRÜCÜ, Ö. K., and ARSLAN, E. S. 2020. Habitat Suitability Mapping of Stone Pine (*Pinus pinea* L.) Under the Effects of Climate Change. Biologia, 75, 2175-2187.

ABOU-SHAARA, H. F., and AL-KHALAF, A. A., 2022. Using Maximum Entropy Algorithm to Analyze Current and Future Distribution of the Asian Hornet, Vespa Velutina, in Europe and North Africa Under Climate Change Conditions. Journal of the Entomological Research Society, 24(1), 7-21.

AKSOY, F., 2023. İklim Değişikliğinin Sosyoekonomik Etkilerinin Modellenmesini Geliştirmek İçin Bir Çerçeve.

BODENHEIMER, F.S., 1958. Türkiye'de Ziraate ve Ağaçlara Zararlı Olan Böcekler ve Bunlarla Savaş Hakkında Bir Etüd. Çeviren N. Kenter. Bayur Matbaası, Ankara. 348 s.

BENSON, R. B., 1968. Hymenoptera from Turkey (Symphyta). Bulletin of the British Museum (Natural History)., 22, 109-207.

BRADSHAW, W. E., and C. M. HOLZAPFEL., 2001. Genetic Shift in Photoperiodic Response Correlated with Global Warming. Proceedings of the National Academy of Sciences 98: 14509–11.

BONIZZONI, M., GASPERI, G., CHEN, X., and JAMES, A. A., 2013. The Invasive Mosquito Species *Aedes albopictus*: Current Knowledge and Future Perspectives. Trends in Parasitology, 29(9), 460-468.

BEBBER, D. P. 2015. Range-Expanding Pests and Pathogens in a Warming World. Annual Review of Phytopathology, 53, 335-356.

BAYRAÇ, N. H., ve DOĞAN, E., 2016. Türkiye'de İklim Değişikliğinin Tarım Sektörü Üzerine Etkileri.

CRIDDLE, N., 1922. The Western Wheat-Stem Sawfly and its Control. Dominion of Canada Deparment of Agriculture Pamphlet 6-New Series 3-8.

COSTA, G. C., NOGUEIRA, C., MACHADO, R. B., and COLLI, G. R., 2010. Sampling Bias and the Use of Ecological Niche Modeling in Conservation Planning: A Field Evaluation in A Biodiversity Hotspot. Biodiversity and Conservation, 19, 883-899.

DIAMOND, S.E., L.M. NICHOLS, S.L. PELINI, C.A. PENICK, G.W. BARBER, S.H. CAHAN, R. R. DUNN, A. M. ELLISON, N. J. SANDERS, and N.J. GOTELLI., 2016. Climatic Warming Destabilizes Forest Ant Communities. Science Advances 2: e1600842. doi: 10.1126/sciadv.1600842

DEUTSCH, C. A., TEWKSBURY, J. J., TIGCHELAAR, M., BATTISTI, D. S., MERRILL, S. C., HUEY, R. B., and NAYLOR, R. L., 2018. Increase in Crop Losses to Insect Pests in A Warming Climate. Science, 361(6405), 916-919.

FAROOQ, S. 2018. Experimental and Ecological Niche Modelling Approaches to Predict Potential Distribution Areas of Some Invasive Weeds in Turkey. Doctoral Thesis, Institute of Science, Gaziosmanpaşa University, Tokat, Türkiye

FAROOQ, S., and MUTLU, Ç., 2019 Assessing the Impacts of Climate Change on Potential Distribution of Insect Species Through Ecological Niche Models IGAC-2019 1.Internatıonal Gobeklıtepe Agrıculture Congress, November 25-27

GHADIRI, V. 1994. Studies on the Biological Features of Cereal Sawfly (*Cephus pygmeus* L.) in Karadj district. Journal of Entomological Society of Iran, 14.

GUISAN, A., and ZİMMERMANN, N. E. 2000. Predictive Habitat Distribution Models İn Ecology. Ecological Modelling, 135(2-3), 147-186.

GREWE, Y., C. HOF, D. M. DEHLING, R. BRANDL, and M. BRÄNDLE., 2013. Recent Range Shifts of E Uropean Dragonflies Provide Support for an Inverse Relationship between Habitat Predictability and Dispersal. Global Ecology and Biogeography 22: 403–9.

GARCIA-ROBLEDO, C., E. K. KUPREWICZ, C. L. STAINES, T. L. ERWIN, and W. J. KRESS., 2016. Limited Tolerance by Insects to High Temperatures across Tropical Elevational Gradients and the Implications of Global Warming for Extinction. Proceedings of the National Academy of Sciences 113: 680–5.

GBIF., 2023. GBIF Occurrence Download https://doi.org/10.15468/dl.qj7fnh. (Erişim tarihi: 14.03. 2023).

HARRINGTON, R., FLEMING, R. A., and WOIWOD, I. P., 2001. Climate Change İmpacts on İnsect Management and Conservation in Temperate Regions: Can They Be Predicted. Agricultural and Forest Entomology, 3(4), 233-240.

HIJMANS, R. J., CAMERON, S. E., PARRA, J. L., JONES, P. G., AND JARVIS, A. 2005. Very High Resolution İnterpolated Climate Surfaces for Global Land Areas. International Journal of Climatology: A Journal of the Royal Meteorological Society, 25(15), 1965-1978.

HERNANDEZ, P. A., GRAHAM, C. H., MASTER, L. L., and ALBERT, D. L., 2006. The Effect of Sample Size and Species Characteristics on Performance of Different Species Distribution Modeling Methods. Ecography, 29(5), 773-785.

İNCE, H., CANHİLAL, R., ve MUTLU, Ç., 2022. Yozgat ili Buğday Alanlarında Ekin saparısı [*Cephus pygmeus* L. (Hymenoptera: Cephidae)] Larva Bulaşıklığı ile Bazı Buğday Çeşitlerindeki Zararı.Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi, 8(1), 44-52.

HAYALOĞLU, P., 2018. İklim Değişikliğinin Tarım Sektörü ve Ekonomik Büyüme Üzerindeki Etkileri. Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 9(25), 51-62.

IPCC., 2019. Special Report on Climate Change and Land. Retrieved from https://www.ipcc.ch/srccl/ (Erişim tarihi: 14.06. 2023).

IPCC., 2021. The Intergovernmental Panel on Climate Change. https://www.ipcc.ch. (Erişim tarihi: 14.06. 2023).

KORKMAZ, E. M., ÖRGEN, S. H., GENCER, L., ÜLGENTÜRK, S., ve BAŞIBÜYÜK, H. H., 2010. Orta Anadolu Bölgesi Buğday Tarlalarındaki Bazı Ekin Zararlıları ve Parazitoitlerinin Saptanması. Turkish Journal of Entomology, 34(3), 361-377.

KRITICOS, D.J., WATT, M.S., POTTER, K.J.B., MANNING, L.K., ALEXANDER, N.S. and TALLENT- HALSELL, N., 2011. Managing İnvasive Weeds Under Climate Change: Considering The Current and Potential Future Distribution of Buddleja Davidii. Weed Research, 51(1), 85-96.

KUMAR, S., NEVEN, L. G., ZHU, H., and ZHANG, R., 2015. Assessing the Global Risk of Establishment of *Cydia pomonella* (Lepidoptera: Tortricidae) Using CLIMEX and Maxent Niche Models. Journal of Economic Entomology, 108(4), 1708-1719.

KARSO, B. A., AL-GHANNOUM, M. I., and AMMEEN, S. H., 2015. Parasitism of the Wheat Stem Sawflies *Cephus pygmaeus* and *Trachelus tabidus* (Hymenoptera: Cephidae) in Northern Iraq. Egyptian Journal of Biological Pest Control, 25(2).

KILIÇ, H., BAYRAM, Y., ve TEKDAL, S., 2017. Farklı Fenolojik Özelliklere Sahip Ekmeklik Buğday Genotiplerinin Ekin Sap Arısı [(*Cephus pygmaeus* L. (Hymenoptera: Cephidae)] Zararına Dayanıklılık Yönünden İncelenmesi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi, 27(1), 65-76.

KEKEÇ, M., ve KADIOĞLU, İ. 2020. İklim Değişikliğine Bağlı Olarak *Xanthium strumarium* L.'un Türkiye'de Gelecekte Dağılım Alanlarının Belirlenmesi. Turkish Journal of Weed Science, 23(1), 1-14.

LESK, C., ROWHANI, P., and RAMANKUTTY, N., 2016. Influence of Extreme Weather Disasters on Global Crop Production. Nature, 529(7584), 84-87.

LI, Y., TANG, Z., YAN, Y., WANG, K., CAI, L., HE, J., and YAO, Y., 2020. Incorporating Species Distribution Model İnto the Red List Assessment and Conservation of Macrofungi: A Case Study with Ophiocordyceps Sinensis. Biodiversity Science, 28(1), 99.

LEE, C. M., LEE, D. S., KWON, T. S., ATHAR, M., and PARK, Y. S., 2021. Predicting the Global Distribution Of *Solenopsis geminata* (Hymenoptera: Formicidae) Under Climate Change Using the Maxent Model. Insects, 12(3), 229.

MUNRO, J.A., 1945. The Wheat Stem Sawfly and Harvest Loss. North Dakota Agricultural Experimental Station. Bimonthly Bulletin. 7, 12-16.

MACFADYEN, S. and KRITICOS, D.J., 2012. Modelling the Geographical Range of A Species with Variable Life-History. Plos One, doi: 10.1371/journal.pone.0040313 7.

MUTLU, Ç., DUMAN, M., KARACA, V., BAYRAM, Y., SIRAY, E., ve KAN, M., 2016. Kışlamış Süne Ergin Mücadelesinde Çiftçi Bilinç Düzeyi Örnek Çalışması: Güneydoğu Anadolu Bölgesi. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi, 3(4): 280-287.

MUTLU, Ç., 2019. Wheat Stem Sawflies in the Southeast Anatolia Region of Turkey. Entomological News, 128(3), 267-283.

MUTLU, Ç., KARACA, V., TONĞA, A., EROL, Ş., and MAMAY, M., 2019. Infestation and Damage Caused by Wheat Stem Sawflies (Hymenoptera: Cephidae) to Some Wheat Cultivars in Southeast Anatolia Region, Turkey. Journal of The Kansas Entomological Society, 92(1), 359-375.

ÖZDEMIR, S., GÜLSOY, S., and Ahmet, M. E. R. T. 2020. Predicting the Effect of Climate Change on the Potential Distribution of Crimean Juniper. Kastamonu University Journal of Forestry Faculty, 20(2), 133-142.

ÖZGÖKÇE, M. S., HILMI, K. A. R. A., BAŞI, F. H., and Esra, K. I. N. A., 2022. Harmful and Beneficial Insect Species and Their Distributions in Wheat Areas in Van Province. Yuzuncu Yıl University Journal of Agricultural Sciences, 32(1), 213-222.

PHILLIPS, S. J., DUDIK, M., and SCHAPIRE, R. E., 2004. A Maximum Entropy Approach to Species Distribution Modeling. In Proceedings of the Twenty-First İnternational Conference on Machine Learning (p. 83).

PHILLIPS, S. J., ANDERSON, R. P., and SCHAPIRE, R. E., 2006. Maximum Entropy Modeling of Species Geographic Distributions. Ecological Modelling, 190(3-4), 231-259.

PHILLIPS, S. J., and DUDÍK, M., 2008. Modeling Of Species Distributions with Maxent: New Extensions and A Comprehensive Evaluation. Ecography, 31(2), 161-175.

POTTER, K., DAVIDOWİTZ, G., and WOODS, H. A., 2009. Insect Eggs Protected From High Temperatures by Limited Homeothermy of Plant Leaves. Journal of Experimental Biology, 212(21), 3448-3454.

PETITPIERRE, B., KUEFFER, C., BROENNIMANN, O., RANDIN, C., DAEHLER, C., AND GUISAN, A. 2012. Climatic Niche Shifts are Rare Among Terrestrial Plant İnvaders. Science, 335(6074), 1344-1348.

PACIFICI, K., REICH, B.J., MILLER, D.A.W., GARDNER, B., STAUFFER, G., SINGH, S., MCKERROW, A. and COLLAZO, J.A., 2017. Integrating Multiple Data Sources in Species Distribution Modeling: A Framework for Data Fusion. Ecology, 98(3), 840-850.

RASHWANI, A., 1981. Introduction to the Major Pests of Wheat and Barley in the Middle East and North Africa. Technical Manuel (ICARDA), 9, 58-63.

ROJAS-SOTO, O. R., MARTINEZ-MEYER, E., NAVARRO-SIGÜENZA, A. G., OLIVERAS DE ITA, A., GOMEZ DE SILVA, H., and PETERSON, A. T., 2008. Modeling Distributions of Disjunct Populations of the Sierra Madre Sparrow. Journal of Field Ornithology, 79(3), 245-253.

ROSENZWEIG, C., ELLIOTT, J., DERYNG, D., RUANE, A. C., MÜLLER, C., ARNETH, A., and JONES, J. W., 2014. Assessing Agricultural Risks of Climate Change İn The 21st Century İn A Global Gridded Crop Model İntercomparison. Proceedings of the National Academy of Sciences, 111(9), 3268-3273.

RAY, D., BEHERA, M. D., and JACOB, J., 2018. Evaluating Ecological Niche Models: A Comparison Between Maxent and GARP for Predicting Distribution of *Hevea Brasiliensis* in India. Proceedings of the National Academy of Sciences, India Section B: Biological Sciences, 88, 1337-1343.

SHANOWER, T. G., and HOELMER, K. A., 2004. Biological Control of Wheat Stem Sawflies: Past and Future. Journal of Agricultural and Urban Entomology, 21(4), 197-221.

SERGIO, C., FIGUEIRA, R., DRAPER, D., MENEZES, R., and SOUSA, A. J., 2007. Modelling Bryophyte Distribution Based on Ecological İnformation for Extent of Occurrence Assessment. Biological Conservation, 135(3), 341-351.

SHABANI, F., KUMAR, L. and TAYLOR, S., 2012. Climate Change Impacts on the Future Distribution of Date Palms: A Modeling Exercise Using CLIMEX. PLoS One, 7(10), e48021.

ŞİMŞEK, Z., KONDUR, Y., NURİ, Ö. N. E. R., ve ŞİMŞEK, M., 2010. Küresel İklim Değişikliği Dikkate Alınarak Kabukböceklerinin Yönetimi. Kastamonu University Journal of Forestry Faculty, 10(1), 44-54.

TAYLOR, F., 1981. Ecology and Evolution of Physiological Time in İnsects. The American Naturalist, 117:1-23.

TOWNSEND PETERSON, A., PAPEŞ, M., and EATON, M., 2007. Transferability and Model Evaluation in Ecological Niche Modeling: A Comparison of GARP and Maxent. Ecography, 30(4), 550-560.

TAYLOR, S., KUMAR, L., REİD, N. and KRITICOS, D.J., 2012. Climate Change and the Potential Distribution of an İnvasive Shrub, *Lantana camara* L.. PLoS One 7(4), e35565.

TIKHONOV, G., ABREGO., N., DUNSON, D. and OVASKAINEN, O., 2017. Using Joint Species Distrubitions Models for Evaluating How Species-to-Species Associations Depend on the Environmental Context. Methods in Ecology and Evolution, 8(4), 443-452.

UDINE, E.J., 1941. The Black Grain Stem Sawfly and Europan Wheat Stem Sawfly. U.S.D.A. Washington. Circular No. 607. 9 pp.

UNGERER, M. J., AYRES, M. P., and LOMBARDERO, M. J., 1999. Climate and the Northern Distribution Limits of *Dendroctonus frontalis* Zimmermann (Coleoptera: Scolytidae). Journal of Biogeography, 26(6), 1133-1145.

UZUN, A., ve ÖRÜCÜ, Ö. K. 2020. *Adenocarpus complicatus* (L.) Gay Türünün İklim Değişkenlerine Bağlı Günümüz ve Gelecekteki Yayılış Alanlarının Tahmini. Türkiye Ormancılık Dergisi, 21(4), 498-508

UNEP, 2022. Annual Report. https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500. 11822/41679/Annual_Report_2022.pdf sequence=3. (Erişim tarihi, 15.06.2023).

YAŞAR, İ., ŞAHİN, K. Ö. K., ve KASAP, İ., 2021. Küresel Isınma ve İklim Değişikliğinin Böcekler Üzerindeki Olası Etkileri. Lapseki Meslek Yüksekokulu Uygulamalı Araştırmalar Dergisi, 2(4), 67-75.

ZMTT, 2008. T.C. Tarım Köyişleri Bakanlığı, Tarımsal Araştırma Genel Müdürlüğü, Cilt 2.81-85.

ZHANG, K., SUN, L., and TAO, J., 2020. Impact of Climate Change on the Distribution of *Euscaphis japonica* (Staphyleaceae) Trees. Forests, 11(5), 525.

ZHAO, C., BAI, C., and WANG, D., 2023. Predicting Current and Future Potential Distribution of *Cynaeus angustus* (Coleoptera: Tenebrionidae) in Global Scale Using the Maxent Model. Journal of Stored Products Research, 101, 102089.

WANG, Y. S., XIE, B. Y., WAN, F. H., XIAO, Q. M., and DAI, L. Y., 2007. The Potential Geographic Distribution of Radopholus Similis in China. Agricultural Sciences in China, 6(12), 1444-1449.

WOLLAN, A. K., BAKKESTUEN, V., KAUSERUD, H., GULDEN, G., and HALVORSEN, R., 2008. Modelling and Predicting Fungal Distribution Patterns Using Herbarium Data. Journal of Biogeography, 35(12), 2298-2310.

WANG, Y. Q., MA, J. F., LI, X. Q., WANG, Y. F., CAO, S., XIE, A. T., and DONG, Z. P., 2017. The Distribution of Athetis Lepigone and Prediction of İts Potential Distribution Based on GARP and Maxent. Journal of Applied Entomology, 141(6), 431-440.