T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

XANTHİUM SPİNOSUM L.'UN İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNE BAĞLI OLARAK GLOBAL DÜZEYDE POTANSİYEL DAĞILIM ALANLARININ BELİRLENMESİ

Züleyha ÖZTOP

BİTKİ KORUMA ANA BİLİM DALI

ŞANLIURFA
2023

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖZET i
ABSTRACT ii
TEŞEKKÜR iii
ŞEKİLLER DİZİNİ iv
ÇİZELGELER DİZİNİ vi
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ vii
1.GİRİŞ 1
2.ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR 6
2.1 *Xanthium spinosum*'un Tanımı ve Biyolojisi 6
2.2 Ekolojik İstekleri ve Dağılım Alanları 7
2.3 Yayılma Şekli 8
2.4 Zararı ve Kontrolü 8
2.5 Mücadelesi 9
2.5.1 Kültürel mücadele 9
2.5.2 Fiziksel ve mekanik önlemler 9
2.5.3 Kimyasal mücadele 9
2.5.4 Biyolojik mücadele 10
2.5.5 Ülkemiz içinde oluşturduğu riskler 10
2.6 İklim Değişikliğinin Flora Üzerindeki Etkisi 10
2.7 Tür Dağılım Modellerin Önemi 12
3.MATERYAL ve YÖNTEM 15
3.1 Kullanılacak Model ve İklim Verileri 15
3.2 *Xanthium spinosum*'un Dünyadaki Dağılım Verileri 15
3.3 MaxEnt Modelde Kullanılmış İklim Verilerin İndirilmesi 16
3.4 İklim Değişiklik Senaryolar 17
3.5 MaxEnt Modelde Kullanıcalcak İklim ve Ekolojik Belirleyici Parametrelerin Belirlenmesi 18
3.6 MaxEnt Modelin Çalıştırılması 20
3.7. MaxEnt Modelin Tahmin Gücü ve Hedef Türün Dağılım Üzerindeki Etki Eden Parametrelerin Belirlenmesi 21
3.7 Farklı Senelerde Tahmin Edilen Alanların Hesaplanması 22
4.ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA 23
4.1 Mevcut İklim Koşular Altında *Xanthium spinosum*'un Dünya ve Türkiye'deki Habitat Uygunluğu 23
4.1.1 Modelin tahmin gücü 23
4.1.2 *Xanthium spinosum*'un mevcut iklim koşulları altında habitat uygunluğunu tahmin etmek amacıyla Maxent modelinde kullanılan iklim parametrelerinin Jackknife analizi 23
4.1.3 Mevcut iklim koşullarında *Xanthium spinosum*'un Dünyadaki habitat uygunluğu 25
4.1.4. Mevcut iklim koşullarında *Xanthium spinosum*'un Türkiye'deki habitat uygunluğu 26
4.1.5 Mevcut iklim koşullarında *Xanthium spinosum*'un habitat uygunluğunu tahmin etmek için MaxEnt modeline dahil edilen farklı iklim parametrelerinin tepki eğrileri 27
4.1.6 Mevcut iklim altında Türkiye'de *Xanthium spinosum*'un habitat uygunluğu 28
4.1.7 Mevcut iklim altında Dünya'da *Xanthium spinosum*'un habitat uygunluğu 28
4.2 2021-2040 İklime Göre Farklı İklim Değişlik Senaryolar Altında *Xanthium spinosum*'un Dünya ve Türkiye'deki Habitat Uygunluğu 29
4.2.1 2021-2040 iklim koşulları altında *Xanthium spinosum*'un habitat uygunluğunu tahmin etmek amacıyla kullanılan MaxEnt modelinin tahmin gücü 29
4.2.2 *Xanthium spinosum*'un 2021-2040 iklim koşulları altında habitat uygunluğunu tahmin etmek amacıyla MaxEnt modelinde kullanılan iklim parametrelerinin Jackknife analizi 30
4.2.3 MaxEnt modeli tarafından tahmin edilen 2021-2040 iklim koşullarında *Xanthium spinosum*'un Dünyadaki habitat uygunluğu 31

4.2.4 MaxEnt modeli tarafından tahmin edilen 2021-2040 iklim koşullarında *Xanthium spinosum*'un Türkiye'deki habitat uygunluğu 32
4.2.5 2021-2040 iklim koşullarında SSP1-2.6 iklim değişiklik senaryo altında *Xanthium spinosum*'un habitat uygunluğunu tahmin etmek için MaxEnt modeline dahil edilen farklı iklim parametrelerinin tepki eğrileri 34
4.2.6 Türkiye'deki *Xanthium spinosum*'un MaxEnt modeli tarafından tahmin edilen 2021-2040 iklim ve farklı iklim değişlik senaryolar altında habitat uygunluğu 36
4.2.7 Dünya'daki *Xanthium spinosum*'un MaxEnt modeli tarafından tahmin edilen 2021-2040 iklim ve farklı iklim değişlik senaryolar altında habitat uygunluğu 37
4.3 2041-2060 İklime Göre Farklı İklim Değişlik Senaryolar Altında *Xanthium spinosum*'un Dünya ve Türkiye'deki Habitat Uygunluğu 38
4.3.1 2041-2060 iklim koşulları altında *Xanthium spinosum*'un habitat uygunluğunu tahmin etmek amacıyla kullanılan MaxEnt modelinin tahmin gücü 38
4.3.2. *Xanthium spinosum*'un 2041-2060 iklim koşulları altında habitat uygunluğunu tahmin etmek amacıyla MaxEnt modelinde kullanılan iklim parametrelerinin Jackknife analizi ... 39
4.3.3 MaxEnt modeli tarafından tahmin edilen 2041-2060 iklim koşullarında *Xanthium spinosum*'un Dünyadaki habitat uygunluğu 40
4.3.4 MaxEnt modeli tarafından tahmin edilen 2041-2060 iklim koşullarında *Xanthium spinosum*'un Türkiye'deki habitat uygunluğu 42
4.3.5 2041-2060 iklim koşullarında SSP1-2.6 iklim değişiklik senaryo altında *Xanthium spinosum*'un habitat uygunluğunu tahmin etmek için MaxEnt modeline dahil edilen farklı iklim parametrelerinin tepki eğrileri 43
4.3.6 Türkiye'deki *Xanthium spinosum*'un MaxEnt modeli tarafından tahmin edilen 2041-2060 iklim ve farklı iklim değişlik senaryolar altında habitat uygunluğu 45
4.3.7 Dünya'da 2041-2060 iklim ve farklı iklim değişlik senaryolar altında *Xanthium spinosum*'un habitat uygunluğu 46
4.4 2061-2080 iklime göre farklı iklim değişlik senaryolar altında *Xanthium spinosum*'un Dünya ve Türkiye'deki habitat uygunluğu 47
4.4.1 2061-2080 iklim koşulları altında *Xanthium spinosum*'un habitat uygunluğunu tahmin etmek amacıyla kullanılan MaxEnt modelinin tahmin gücü 47
4.4.2 *Xanthium spinosum*'un 2061-2080 iklim koşulları altında habitat uygunluğunu tahmin etmek amacıyla MaxEnt modelinde kullanılan iklim parametrelerinin Jackknife analizi 48
4.4.3 Dünyada 2061-2080 iklim koşullarında *Xanthium spinosum*'un habitat uygunluğu 49
4.4.4 Türkiye'de 2061-2080 iklim koşullarında *Xanthium spinosum*'un habitat uygunluğu 51
4.4.5 2061-2080 iklim koşullarında SSP1-2.6 iklim değişiklik senaryo altında *Xanthium spinosum*'un habitat uygunluğunu tahmin etmek için MaxEnt modeline dahil edilen farklı iklim parametrelerinin tepki eğrileri 52
4.4.6 Türkiye'de 2061-2080 iklim ve farklı iklim değişlik senaryolar altında *Xanthium spinosum*'un habitat uygunluğu 54
4.4.7 Dünya'daki *Xanthium spinosum*'un MaxEnt modeli tarafından tahmin edilen 2061-2080 iklim ve farklı iklim değişlik senaryolar altında habitat uygunluğu 55
4.5 2081-2100 İklime Göre Farklı İklim Değişlik Senaryolar Altında *Xanthium spinosum*'un Dünya ve Türkiye'deki Habitat Uygunluğu 56
4.5.1 2081-2100 iklim koşulları altında *Xanthium spinosum*'un habitat uygunluğunu tahmin etmek amacıyla kullanılan MaxEnt modelinin tahmin gücü 56
4.5.2 *Xanthium spinosum*'un 2081-2100 iklim koşulları altında habitat uygunluğunu tahmin etmek amacıyla MaxEnt modelinde kullanılan iklim parametrelerinin Jackknife analizi 57
4.5.3 MaxEnt modeli tarafından tahmin edilen 2081-2100 iklim koşullarında *Xanthium spinosum*'un Dünyadaki habitat uygunluğu 58
4.5.4 MaxEnt modeli tarafından tahmin edilen 2081-2100 iklim koşullarında *Xanthium spinosum*'un Türkiye'deki habitat uygunluğu 59
4.5.5 2081-2100 iklim koşullarında SSP1-2.6 iklim değişiklik senaryo altında *Xanthium spinosum*'un habitat uygunluğunu tahmin etmek için MaxEnt modeline dahil edilen farklı iklim parametrelerinin tepki eğrileri 61
4.5.6 Türkiye'de 2081-2100 iklim ve farklı iklim değişlik senaryolar altında *Xanthium spinosum*'un habitat uygunluğu 63
4.5.7 Dünya'daki *Xanthium spinosum*'un MaxEnt modeli tarafından tahmin edilen 2081-2100 iklim ve farklı iklim değişlik senaryolar altında habitat uygunluğu 64

4.TARTIŞMA ..... **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.**
5.SONUÇLAR ve ÖNERİLER 70
KAYNAKLAR 72
ÖZGEÇMİŞ 83

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

TÜRKİYE'DE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNE BAĞLI OLARAK GELECEKTE *Xanthium spinosum* L.'UN DAĞILIM ALANLARININ BELİRLENMESİ

Züleyha ÖZTOP

Harran Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Bitki Koruma Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Shahid FAROOQ
Yıl:2023, Sayfa:83

Küresel iklim değişikliğinin bitki türlerinin dağılımı üzerindeki etkisini araştırmak amacıyla tür dağılım modelleri sıklıkla kullanılmaktadır. Ancak bu modeller, Türkiye'de yabancı otlar ve istilacı türlerin potansiyel dağılım alanlarının tahmininde nadiren kullanılmaktadır. Bu nedenle, mevcut çalışmada iklim değişikliğine bağlı olarak küresel düzeyde *Xanthium spinosum* L.'nin potansiyel dağılım alanları tahmin edilmiştir. Potansiyel dağılım alanları, iki farklı iklim değişikliği senaryosu (SSP1-2.6 ve SSP5-8.5) ve beş farklı zaman (mevcut, 2021-2040, 2041-2060, 2061-2080 ve 2081-2100) altında Maksimum Entropi modeli (MaxEnt) kullanılarak tahmin edilmiştir. Türün varlığına dair veriler çeşitli veritabanlarından alınmış olup model kalibre edilmeden önce temizlenmiştir. Mevcut (1979-2000) ve gelecek (2021-2040, 2041-2060, 2061-2080 ve 2081-2100) zamanlarda 19 biyoklimatik parametrelere ait küresel veriler WordClim'den indirilmiştir. Modelin kalibrasyonunda türün varlığı ile ilgili toplam 6517 kayıt kullanılmıştır. Ayrıca modelin kalibrasyonundan önce biyoklimatik parametreler arasındaki otokorelasyon test edilmiş ve en az ilişkili 10 değişken (yani, bio1, bio2, bio3, bio7, bio8, bio9, bio12, bio15, bio17 ve bio18) modele dahil edilmiştir. 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. Sonuçlar, MaxEnt modelinin bitkinin mevcut ve potansiyel dağılım alanlarını yüksek doğrulukla (ROC = 0.81-0.84) tahmin ettiğini ortaya koymuştur. Bio1 (yıllık ortalama sıcaklık), Bio3 (İzotermalite) ve Bio9 (en kurak çeyreğin ortalama sıcaklığı) modele en fazla katkı sağlamış olup, bitkinin potansiyel dağılımının bu paramtrelerden etkileneceği tahmin edilmiştir. Her iki iklim değişikliği senaryosunda da türe uygun habitatın artacağı öngörülmüştür. Küresel olarak, Avrupa, Avustralya, Güney Afrika, Tunus ve Fas bitki için en uygun habitatlara sahip olarak tahmin edilmiştir. Benzer şekilde model, Türkiye'nin kıyı bölgelerinin bitki için en uygun habitat alanlarına sahip olacağını öngörmüştür. Küresel veya Türkiye düzeyinde bitkinin nişinde kayması gözlemlenmemiş olup, iklim değişikliği altında bitki nişini koruyacağı tahmin edilmiştir. Bu nedenle mücadele çalışmalarının küresel ve yerel olarak en uygun habitata sahip bölgelerde yoğunlaştırılması gerekmektedir.

ANAHTAR KELİMELER: İklim Değişikliği, Tür Dağılım Modelleme, *Xanthium spinosum*, MaxEnt, Habitat uygunluğu

ABSTRACT

Master Thesis

GLOBAL POTENTIAL DISTRIBUTION AREAS OF *Xanthium spinosum* L. UNDER CHANGING CLIMATE

Züleyha ÖZTOP

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

Supervisor: Asst. Prof. Dr. Shahid FAROOQ
Year:2023, Page:83

Species distribution models are frequently used to investigate the impact of global climate changes on the distribution of plant species. However, these models are rarely used to predict the potential spread areas of weeds and invasive species in Turkey. Therefore, this study predicted the habitat suitability of *Xanthium spinosum* L. at global scale under changing climate. Potential distribution was predicted by Maximum Entropy model (MaxEnt) under two climate change scenarios (i.e., SSP1-2.6 and SSP5-8.5) and five different time periods (i.e., current, 2021-2040, 2041-2060, 2061-2080 and 2081-2100). The occurrence data of the species was retrieved from varios databases and thoroughly cleaned before calibrating the model. Global data of 19 bioclimatic parameters for the current (1979-2000) and future (2021-2040, 2041-2060, 2061-2080 and 2081-2100) were downloaded from WordClim. A total of 6517 occurrence records of the species were used to calibrate the model. The autocorrelation between bioclimatic parameters was tested and 10 least correlated variables (i.e., bio1, bio2, bio3, bio7, bio8, bio9, bio12, bio15, bio17, and bio18) were used for model calibration and testing. The model was calibrated with default MaxEnt settings, 5000 iterations and 5 replications. The model was trained on 75% of the data and tested on the remaining 30%. The results revealed that the model predicted the current and potential distribution of species with high accuracy (ROC = 0.81-0.84). Bio1 (annual mean temperature), Bio3 (Isothermality) and Bio9 (mean temperature of driest quarter) had the highest contribution towards the model indicating the potential distribution of the species will be affected by these climatic parameters. It was predicted that the suitable habitat of the species will increase under both climate change scenarios compared to the current distribution of the species. Globally, Europe, Australia, South Africa, Tunisia, and Morocco had the highest suitable habitats for the species. Similarly, the model predicted that coastal areas of Türkiye will have the most suitable habitat for the species in the future. No significant niche shifts were observed globally or in Türkiye and the species would retain its niche under climate change. Therefore, the management efforts should be concentrated in the regions having the most suitable habitat globally and locally.

KEYWORDS: Climate change, Species distribution modelling, *Xanthium spinosum*, MaxEnt, Habitat suitability

TEŞEKKÜR

Tez çalışmamda desteğini esirgemeyen danışmanım Bitki Koruma Bölümü öğretim üyelerinden Dr. Öğr. Üyesi Shahid FAROOQ hocama çok teşekkür ederim.

Çalışmalarımda ihtiyaç duyduğumda bana yardımcı olan Muhammed Furkan SARAÇ ve Büşra ÇEKİLMEZ'e, tez çalışmam boyunca maddi manevi desteklerini esirgemeyen Annem Meral ÖZTOP ablalarım Fatma Mina MIZRAKÇI ve Hatice Kübra ÖZTOP'a sonsuz teşekkür ederim. Ayrıca eğitim öğretim hayatım boyunca her zaman örnek aldığım ve almaya devam edeceğim rahmetli babam Mehmet ÖZTOP'a minnetlerimi sunarım.

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 3.1. MaxEnt modelleme programının görüntüsü 15
Şekil 3.2. *Xanthium spinosum'*un dünyadaki dağılım verileri (n = 6517) 16
Şekil 3.3. IPCC AR6 de oluşturulan yeni iklim değişiklik senaryoları 18
Şekil 3.4. *Xanthium spinosum*'un dağılım alanlar tahmin etmek amacıyla kullanılan modelleme tekniğin farklı aşamalar 21
Şekil 3.5. Farklı iklim değişiklik senaryo altında *Xanthium spinosum*'un habitat uygunluğu tahmin etmek amacıyla MaxEnt model dahil edilen iklim parametreler arasındaki korelasyonu ... 20
Şekil 4.1. Mevcut iklim koşulları altında *Xanthium spinosum*'un habitat uygunluğunu tahmin etmek amacıyla kullanılan Maxent modelinin tahmin gücü 23
Şekil 4.2. *Xanthium spinosum*'un mevcut iklim koşulları altında habitat uygunluğunu tahmin etmek amacıyla Maxent modelinde kullanılan iklim parametrelerinin Jackknife analizi 24
Şekil 4.3. MaxEnt modeli tarafından tahmin edilen mevcut iklim koşullarında *Xanthium spinosum*'un dünyadaki habitat uygunluğu 26
Şekil 4.4. MaxEnt modeli tarafından tahmin edilen mevcut iklim koşullarında *Xanthium spinosum*'un Türkiye'deki habitat uygunluğu 26
Şekil 4.5. Mevcut iklim koşullarında *Xanthium spinosum*'un habitat uygunluğunu tahmin etmek için MaxEnt modeline dahil edilen farklı iklim parametrelerinin tepki eğrileri 27
Şekil 4.6. Türkiye'deki *Xanthium spinosum*'un MaxEnt modeli tarafından tahmin edilen mevcut iklim altında habitat uygunluğu 28
Şekil 4.7. Türkiye'deki *Xanthium spinosum*'un MaxEnt modeli tarafından tahmin edilen mevcut iklim altında habitat uygunluğu 29
Şekil 4.8. 2021-2040 iklim koşulları altında *Xanthium spinosum*'un habitat uygunluğunu tahmin etmek amacıyla kullanılan Maxent modelinin tahmin gücü 30
Şekil 4.9. *Xanthium spinosum*'un 2021-2040 iklim koşulları altında habitat uygunluğunu tahmin etmek amacıyla Maxent modelinde kullanılan iklim parametrelerinin Jackknife analizi 31
Şekil 4.10. MaxEnt modeli tarafından tahmin edilen 2021-2040 iklim koşullarında *Xanthium spinosum*'un dünyadaki habitat uygunluğu 32
Şekil 4.11. MaxEnt modeli tarafından tahmin edilen 2021-2040 iklim koşullarında *Xanthium spinosum*'un Türkiye'deki habitat uygunluğu 33
Şekil 4.12. 2021-2040 iklim koşullarında SSP1-2.6 iklim değişiklik senaryo altında *Xanthium spinosum*'un habitat uygunluğunu tahmin etmek için MaxEnt modeline dahil edilen farklı iklim parametrelerinin tepki eğrileri 35
Şekil 4.13. 2021-2040 iklim koşullarında SSP5-8.5 iklim değişiklik senaryo altında *Xanthium spinosum*'un habitat uygunluğunu tahmin etmek için MaxEnt modeline dahil edilen farklı iklim parametrelerinin tepki eğrileri 36
Şekil 4.14. Türkiye'deki *Xanthium spinosum*'un MaxEnt modeli tarafından tahmin edilen 2021-2040 iklim ve farklı iklim değişlik senaryolar altında habitat uygunluğu 37
Şekil 4.15. Dünya'daki Xanthium spinosum'un MaxEnt modeli tarafından tahmin edilen 2021-2040 iklim ve farklı iklim değişlik senaryolar altında habitat uygunluğu 38
Şekil 4.16. 2041-2060 iklim koşulları altında *Xanthium spinosum*'un habitat uygunluğunu tahmin etmek amacıyla kullanılan Maxent modelinin tahmin gücü 39
Şekil 4.17. *Xanthium spinosum*'un 2041-2060 iklim koşulları altında habitat uygunluğunu tahmin etmek amacıyla Maxent modelinde kullanılan iklim parametrelerinin Jackknife analizi 40
Şekil 4.18. MaxEnt modeli tarafından tahmin edilen 2041-2060 iklim koşullarında *Xanthium spinosum*'un dünyadaki habitat uygunluğu 41
Şekil 4.19. MaxEnt modeli tarafından tahmin edilen 2041-2060 iklim koşullarında *Xanthium spinosum*'un Türkiye'deki habitat uygunluğu 42
Şekil 4.20. 2041-2060 iklim koşullarında SSP1-2.6 iklim değişiklik senaryo *Xanthium spinosum*'un habitat uygunluğunu tahmin etmek için MaxEnt modeline dahil edilen farklı iklim parametrelerinin tepki eğrileri 44

Şekil 4.21. 2041-2060 iklim koşullarında SSP5-8.5 iklim değişiklik senaryo altında *Xanthium spinosum*'un habitat uygunluğunu tahmin etmek için MaxEnt modeline dahil edilen farklı iklim parametrelerinin tepki eğrileri 45
Şekil 4.22. Türkiye'deki *Xanthium spinosum*'un MaxEnt modeli tarafından tahmin edilen 2041-2060 iklim ve farklı iklim değişlik senaryolar altında habitat uygunluğu 46
Şekil 4.23. Dünya'daki *Xanthium spinosum*'un MaxEnt modeli tarafından tahmin edilen 2041-2060 iklim ve farklı iklim değişlik senaryolar altında habitat uygunluğu 47
Şekil 4.24. MaxEnt modeli tarafından tahmin edilen 2021-2040 iklim koşullarında *Xanthium spinosum*'un dünyadaki habitat uygunluğu 48
Şekil 4.25. *Xanthium spinosum*'un 2061-2080 iklim koşulları altında habitat uygunluğunu tahmin etmek amacıyla Maxent modelinde kullanılan iklim parametrelerinin Jackknife analizi 49
Şekil 4.26. MaxEnt modeli tarafından tahmin edilen 2061-2080 iklim koşullarında *Xanthium spinosum*'un dünyadaki habitat uygunluğu 50
Şekil 4.27. MaxEnt modeli tarafından tahmin edilen 2061-2080 iklim koşullarında *Xanthium spinosum*'un Türkiye'deki habitat uygunluğu 51
Şekil 4.28. 2061-2080 iklim koşullarında SSP1-2.6 iklim değişiklik senaryo altında *Xanthium spinosum*'un habitat uygunluğunu tahmin etmek için MaxEnt modeline dahil edilen farklı iklim parametrelerinin tepki eğrileri 53
Şekil 4.29. 2061-2080 iklim koşullarında SSP5-8.5 iklim değişiklik senaryo altında *Xanthium spinosum*'un habitat uygunluğunu tahmin etmek için MaxEnt modeline dahil edilen farklı iklim parametrelerinin tepki eğrileri 54
Şekil 4.30. Türkiye'deki *Xanthium spinosum*'un MaxEnt modeli tarafından tahmin edilen 2061-2080 iklim ve farklı iklim değişlik senaryolar altında habitat uygunluğu 55
Şekil 4.31. Dünya'daki *Xanthium spinosum*'un MaxEnt modeli tarafından tahmin edilen 2061-2080 iklim ve farklı iklim değişlik senaryolar altında habitat uygunluğu 56
Şekil 4.32. 2081-2100 iklim koşulları altında *Xanthium spinosum*'un habitat uygunluğunu tahmin etmek amacıyla kullanılan Maxent modelinin tahmin gücü 57
Şekil 4.33. *Xanthium spinosum*'un 2081-2100 iklim koşulları altında habitat uygunluğunu tahmin etmek amacıyla Maxent modelinde kullanılan iklim parametrelerinin Jackknife analizi 58
Şekil 4.34. MaxEnt modeli tarafından tahmin edilen 2081-2100 iklim koşullarında *Xanthium spinosum*'un dünyadaki habitat uygunluğu 59
Şekil 4.35. MaxEnt modeli tarafından tahmin edilen 2081-2100 iklim koşullarında *Xanthium spinosum*'un Türkiye'deki habitat uygunluğu 60
Şekil 4.36. 2081-2100 iklim koşullarında SSP1-2.6 iklim değişiklik senaryo altında *Xanthium spinosum*'un habitat uygunluğunu tahmin etmek için MaxEnt modeline dahil edilen farklı iklim parametrelerinin tepki eğrileri 62
Şekil 4.37. 2081-2100 iklim koşullarında SSP5-8.5 iklim değişiklik senaryo altında *Xanthium spinosum*'un habitat uygunluğunu tahmin etmek için MaxEnt modeline dahil edilen farklı iklim parametrelerinin tepki eğrileri 63
Şekil 4.38. Türkiye'deki *Xanthium spinosum*'un MaxEnt modeli tarafından tahmin edilen 2081-2100 iklim ve farklı iklim değişlik senaryolar altında habitat uygunluğu 64
Şekil 4.39. Dünya'daki Xanthium spinosum'un MaxEnt modeli tarafından tahmin edilen 2081-2100 iklim ve farklı iklim değişlik senaryolar altında habitat uygunluğu 65

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 3.1. Model kalibrasyonunda kullanılacak iklim parametreleri 19
Çizelge 4.1. *Xanthium spinosum*'un mevcut iklim altında habitat uygunluğunu tahmin etmek amacıyla MaxEnt modeline dahil edilen farklı iklim parametrelerinin yüzde önemi ve permütasyon önemi 25
Çizelge 4.2. *Xanthium spinosum*'un 2021-2040 iklim ve farklı iklim değişlik senaryolar altında habitat uygunluğunu tahmin etmek amacıyla MaxEnt modeline dahil edilen farklı iklim parametrelerinin yüzde önemi ve permütasyon önemi 34
Çizelge 4.3. *Xanthium spinosum*'un 2041-2060 iklim ve farklı iklim değişlik senaryolar altında habitat uygunluğunu tahmin etmek amacıyla MaxEnt modeline dahil edilen farklı iklim parametrelerinin yüzde önemi ve permütasyon önemi 43
Çizelge 4.4. *Xanthium spinosum*'un 2061-2080 iklim ve farklı iklim değişlik senaryolar altında habitat uygunluğunu tahmin etmek amacıyla MaxEnt modeline dahil edilen farklı iklim parametrelerinin yüzde önemi ve permütasyon önemi 52
Çizelge 4.5. *Xanthium spinosum*'un 2081-2100 iklim ve farklı iklim değişlik senaryolar altında habitat uygunluğunu tahmin etmek amacıyla MaxEnt modeline dahil edilen farklı iklim parametrelerinin yüzde önemi ve permütasyon önemi 61
Çizelge 4.6. Türkiye'de farklı iklim değişiklik senaryolar altında *Xanthium spinosum*'un habitat uygunluğundaki değişimi 65

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

ArcGIS	Aeronautical Reconnaissance Coverage Geographic Information System
AUC	Eğri altında kalan alan (area under the curve)
CMIP	Coupled Model Intercomparison Project
GBIF	Küresel Biyoçeşitlilik Danışma Tesisi (Global Biodiversity Information Facility)
IPCC	Hükûmetler arası İklim Değişikliği Paneli (Intergovernmental Panel on Climate Change)
MaXent	Maximum Entropi
RCP	Temsili Konsantrasyon Rotaları (Representative Concentration Pathways)
ROC	Relative operating characteristic
SDM	Species distribution models

1. GİRİŞ

İstilacı türler dünya çapında doğal ekosistemlere zarar vermektedirler (Pyšek ve ark., 2020; Simberloff, 2015). İstilacı türler (insan faliyetlerinden dolayı doğal yaşam alanları dışına taşınan organizmalar), giriş yaptıkları alanlarında negatif ekolojik ve ekonomik etkiler yaratmaktadır. Bu türler ekosistem dengesini, (Walsh ve ark., 2016), doğal toplulukları, (Dorcas ve ark., 2012) ve yerel türleri önemli ölçüde tehdit etmekte veya tehlikeye atmaktadırlar (Blackburn ve ark., 2019).

ABD'de 1960 ile 2020 arasında istilacı türlerinden kaynaklana ekonomik kayıplar 4,52 trilyon ABD doları olarak hesaplanmıştır. Bu maliyetler, 1960 ile 1969 yılları arasında yıllık 2,00 milyar dolar iken 2010 ile 2020 yılları arasında yıllık 21,08 milyar dolara yükselmiştir. Bu ekonomik kayıplarının çoğu (%73) mücadele harcamalar iken (896 milyar dolar) istilacı türlerinin yaratmış olduğu zararlarından kaynaklanan ekonomik kayıplar %27 (46.54 milyar dolar) olmuştur. Ayrıca, maliyetlerin büyük çoğunluğu karasal alanlarındanki istilacı türlerden kaynaklandığı (643 milyar dolar) ve en çok etkilenen sektörü tarım (509 milyar dolar) olarak belirlenmiştir (Fantle-Lepczyk ve ark., 2022).

Yabancı otlar, yapıları gereği kültür bitkilerle rekabette her zaman daha güçlü olmaktadırlar. Yabancı otların sahip oldukları bu karekteristik özellikleri sayesinde değişen ekolojik koşullara (kuraklık vb.) hızla adaptasyon sağlayarak çimlenip ve yayılabilirler (Zimdahl, 2018).

Yabancı ot tohumları rüzgar, kuşlar, sulama suyu, hayvan gübresi, tarımsal alet ve vektör böceklerle yayılır ve buda yabancı ot tohumlarının daha hızlı bir şekilde daha geniş alanlara yayılması açısından diğer bitkilere göre üstün olduğunun göstergesidir (Önen, 2021). Nitekim yabancı otların vejatatif generatif olarak çoğaldığı bilinen bir gerçektir (Önen, 2021). Özellikle çok yıllık yabancı otların yoğunluk oluşturduğu alanlarda toprak işleme yabancı otun azaltma yerine tarla içerisinde daha fazla

yayılmasına neden olabilir. Bu durum özellikle ekim yapılan tarım arazilerinde görülmesi istenmeyen bir durumdur. Çünkü toprağın altındaki metrelerce uzunlukta ve çimlenme özelliğine sahip rizom ve stolon köklere sahip çok sayıda yabancı ot (kanyaş, ayrık, tarla sarmaşığı vb.) türü bulunur (Kekeç, 2018).

Yabancı otların bir ekosistemde çimlenmesi, gelişmesi, yayılması ve hatta istilaya sebep olacak kadar popülasyonunun artmasının en büyük sebeplerinden birisi iklim değişikliğidir (Thuiller ve ark., 2005; Petitpierreet ve ark., 2012). Nitekim iklim değişikliği nedeniyle yabancı otların istilasına maruz bırakıldığı bölgelerde yetiştirilen kültür bitkilerin popülasyon sayısında azalış olduğu tespit edilmiştir (Vila ve ark., 2010; Verlinden ve ark., 2013). Bu nedenle ekosistemlerin sürdürülebilirliği açısından önemli olan istilacı yabancı otların dağılım ve yayılma stratejilerinin bilinmesi elzem bir durumdur. İstilacı yabancı otların meydana getirdiği zararları üç şekilde incelenebilir; (1) istilacı türün ekosisteme etkisi, (2) bölgedeki yerel türlerin üzerindeki etkisi ve (3) bölgedeki yerel türlere olan üstünlüğü şeklindedir (Dukes ve Mooney, 1999). Bunun yanı sıra iklim değişikliği ile ilgili dikkat etmemiz gereken sorunlardan biri de küresel ısınmayla beraber atmosferde artan CO_2 gazıdır. Yapılan birçok araştırmalara göre atmosferdeki CO_2 gazının istilacı türlerin artışına neden olduğu görülmektedir (Ziska ve ark., 2011). Örneğin *Bromus tectorum*'un oluşturduğu biyomas, yaprak çapı etkisini gösteren CO_2 miktarı ile artan bir ivmeye neden olmaktadır. Bunun gibi farklı birçok istilacı yabancı otlarda da CO_2 miktarında artış olduğu belirtilmiştir (Ziska ve ark., 2005).

Son yıllarda yapılan bir çalışmada, istilacı yabancı otların insanların kullanım alanlarına varana kadar yeniden kendi içinde yeni bir ekosistem oluşturduğu bilinmektedir (Kekeç, 2018). Bu yüzden doğal ekosistem ve biyoçeşitliliğin yanı sıra gıda üretiminin yapıldığı tarım arazilerin ve yaşam alanlara (sportif ve tarihi alanlar vb.) varana kadar istilacı türlerin yayılmasını ve yeni istilaların oluşmaması için önlem alınması gerektiği bilinmelidir.

2015 yılında Türkiye'de ilk istilacı türlerin bulunduğu bir katalog yayınlanmış olup istilacı türlerin varlığından bahsedilmiş ve sayıların artışına dikkat çekilmiştir (Önen, 2015). İstilacı yabancı otların yayılmasını önleme amacıyla birçok mücadele yöntemleri araştırılmış, geliştirilmiş ve denenmiş olup, olumlu olumsuz birçok sonuç elde edilmiştir. Bu yöntemlerden en etkili olanlarından birisi, ülkedeki istilacı türlerin ekolojik niş modelleme yaklaşımıyla potansiyel dağılım alanlarının tahmini ve haritalamaya ihtiyaç olduğunu ortaya konulmuştur (Farooq ve ark., 2017; Önen ve ark., 2017; Özaslan ve ark., 2017). Bu yöntemi ile Türkiye'de yüksek istila potansiyeli olan yabancı ot türlerinin dağılım alanlar belirlenmiştir. Kullanılan bu yöntem ile istilacı yabancı türlerin sosyo-ekonomik (Öztürk ve ark., 2017), biyoçeşitlilik (Jabran ve ark., 2015) ve gıda üretimini de etkileyeceği öngörülebilmektedir (Önen ve Özcan, 2010). Sonuç olarak, ülkemizde sorunlara neden olacak istilacı bitki türlerinin bölgelere göre hangi alanlara daha çok dağılacağını tahmin etmek amacıyla modelleme yöntemini bilmek ve doğru şekilde kullanmak gerekmektedir.

Türlerin istilası, habitat bozulması ve biyolojik çeşitlilik kayıplarının en önemli nedenlerinden birisidir (Dukes ve ark., 1999). İstilacı yabancı türler, iklim değişikliklerine potansiyel tepkileri büyük ölçüde türe özgüdür (Pearson ve ark., 1973). Örnek olarak, çok yıllık bitkilerin tek yıllık bitkilere göre daha fazla küresel değişimden etkilenmesi öngörülmektedir (Broennimann ve ark., 2006). İstilacı türler, ekosistemlerin iklimle ilgili diğer stres faktörlerine karşı savunmasızlığını da artırabilir (Burgiel ve ark., 2010). Zira topraktaki azot ve nem düzeyleri, çok yıllık bitkilerin büyümesini tek yıllık bitkilerden daha fazla engellemektedir (Leffler ve Ryel, 2012). Ayrıca istilacı bitki türlerin yerli bitkilerin tozlaşmada etkili ajanlarını kendilerine doğru çekerek yerli türlerde üreme sıklığını engellemektedir (Brown ve ark., 2001). Bu nedenle, istilacı yabancı otların mevcut ve gelecekteki potansiyel dağılım alanlarının detaylı olarak araştırılması, daha fazla yayılmalarının önlenebilmesinde yardımcı olmaktadır (Taylor ve ark., 2012).

Bu amaçla modelleme yöntemlerinin kullanılarak istilacı türlerin mevcut veya potansiyel dağılım alanlarının tahmini ve popülasyon yoğunluklarının belirlenmesi aynı zamanda çevre planlamacılarının zamanında kontrol ve risk değerlendirmeleri yapmalarını ve uzun vadeli yönetim stratejileri hazırlamalarını basit bir hale

getirilebilinir (Gormley ve ark., 2011). Bu çerçevede küresel düzeyde istilacı yabancı otlar başta olmak üzere biyolojik ajanların dağılım alanlarının belirlenmesi için 'Tür dağılım modeller' (TDM) yöntemleri kullanılmaktadır (Yates ve ark., 2018). Nitekim bu tür modelleme yöntemlerinde içerisinde Maxiumum Entroy (MaxEnt) modelleme yöntemi en çok tercih edilen modelleme yöntemi olduğunu belirtmiştir (Silva ve ark., 2021).

MaxEnt, istilacı türleri modellemek için en sık kullanılan yöntemlerden biridir. Dünya genelinde MaxEnt modelleme yöntemi kullanılarak yapılan bazı çalışmalar, Hindistan'daki arazilerin %40.10'unun (1.317.896 km^2) *Hyptis suaveolen* (zehirli ot) istilası için uygun hale geleceği öngörülmüştür (Padalia ve ark., 2014). Avustralya'da, çeşitli istilacı türleri haritalamak için MaxEnt'i kullanmıştır (Wilson ve ark., 2009). Modeller, tüm türlerin öngörülen iklim değişikliği altında habitat genişlemesine maruz kalmadığını göstermiştir. Ayrıca, Tazmanya'da yayılım gösteren yeni istilacı tür dağılım alanlarını tahmin edilmiştir (Wilson ve ark., 2009). Orta Amerika'dan Çin'e getirilen istilacı bir tür *Wedelia trilobata*'nın MaxEnt, modelleme yöntemi kullanılarak bölgedeki uygun dağılım alanlarının haritasını oluşturmak için kullanılmıştır. Ayrıca model, türün hayatta kalabileceği çeşitli çevresel koşulların Çin istilasını nasıl hızlandırdığını da göstermiştir (Qin ve ark., 2015). Diğer bir çalışmada ise, *Ageratina adenophora*'nın yayıldığı alanları tahmin etmek için MaxEnt modelleme tekniği kullanılmıştır. Modellemede, mevcut iklim altında en uygun dağılım alanı ülkenin %38'i (12.215 km^2) belirlenirken gelecekte alanlar artacağı tahmin edilmiştir (Poudel ve ark., 2020).

Bu çerçevede değişen iklim koşullarına bağlı olarak bitki örtüsünün gelişimi ve değişimi tahmininde MaxEnt modellemesinin kullanılmasına gerek duyulmaktadır. Bunun yanı sıra, ortaya çıkan sonuçların kıyaslanması için ekolojik alanda yapılan diğer modelleme tekniklerin doğruluğunu da arttırabilir.

Türkiye florasından da yayılım gösteren ve dikenli midye veya dikenli pıtrak zincir pıtrak, gibi isimlerle bilinen *X. spinosum*, keskin, sarı, çatallı dikenler ile aralıklarla sıralanmış ince bir gövdeye sahiptir. *Xanthium spinosum*'un farklı iklim ve çevre koşullarına uyum sağladığı bilinmektedir (Parsons ve Cuthberthson, 2001).

Ancak hava derecesinin düşük olduğu bölgelerde sıcak, kuru, tropik iklimdeki bölgelere uyum sağlamayamadığı bilinmektedir. Sadece tropik bölgelerde yüksek rakımlarda tespit edilmiştir. *Xanthium spinosum* ülkemizde farklı iklim bölgelerinde yayılım göstermekte ve dikkate değer zararlara sebep olduğu bilinmektedir. Bunun sonucunda taşındığı alanlarda yayılmasının önlenmesi ve kontrol altına alınması önemlidir. Bunun yanı sıra bu türün çimlenme döneminin ilkbahardan sonbahara kadar devam ettiği için mücadele uygulamaların geniş bir zamana yayılması ihtiyaç olduğu anlaşılmıştır.

Tez de temel olarak *Xanthium spinosum* L.'un farklı iklim değişiklik senaryolar altında günümüzde ve gelecekte dağılım alanlarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Ayrıca, *X. spinosum*'un Dünya ve Türkiye'de hangi bölgelere yoğun istila olabileceği tahmin edilmesi tezin ikinci amacı olmuştur. *Xanthium spinosum*'un habitat'ında değişimi tahmini tezin üçüncü amaç olurken farklı zamanlar ve farklı iklim değişiklik senaryolar altında ne kadar alana istila edebileceği tezin dördüncü amacı olmuştur.

2.ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. *Xanthium spinosum*'un Tanımı ve Biyolojisi

Asteraceae familyasının bir üyesi olan *Xanthium* bitki cinsi, yıllık yaşam döngüleri olan otsu bitkileri içerir. Amerika kıtasına özgü bir bitki, Kanada, Amerika Birleşik Devletleri, Orta ve Güney Amerika, Afrika'nın bazı bölgeleri, Orta Doğu, Rusya, Çin, Avustralya ve Kore Yarımadası'nda dağılım göstermektedir (Amin ve ark., 2016). Türkiye florasından da yayılım gösteren ve dikenli midye veya dikenli pıtrak zincir pıtrak, gibi isimlerle bilinen *Xanthium spinosum,* keskin, sarı, çatallı dikenler ile aralıklarla sıralanmış ince bir gövdeye sahiptir. Yapraklar düzensiz lobludur ve gövde boyunca dönüşümlü olarak yerleştirilmiştir. Bür adı verilen meyvelerin üzeri küçük çengellerle kaplıdır. Frezler çeşitli yüzeylere yapışarak kolayca dağılır. Başlangıçta sadece nehir kenarları ve kıyı kumulları gibi kumluk alanlarda bulunan cinsin şu anda kozmopolit bir dağılıma sahip olduğu kabul edilmektedir ve insan müdahalesi nedeniyle ekili alanlar, demiryolu hatları, tarım alanları mera, su kanalları kenarları, gibi alanlarda da yayılım göstermektedir (Tomasello ve ark., 2018). *X. spinosum,* genelde boyu 15 -100 cm aralığında olduğu tespit edilmiştir. Yapraklarında ya hiç sap bulunmamaktadır ya da kısa saplar bulunmaktadır. Yaprakların boyu 2-5 × 3-5 cm'li olup, üst tarafları koyu yeşil ve alt tarafları gri ye yakın, keçemsi tüylü yapıda olduğu görünmektedir. Kısa sürgünlerde sarı renkte dikenleri vardır. Yaprak altlarında sap olmayan dalların sonunda erkek çiçek bulunmaktadır (Davis ve ark., 1975; Gönen ve Uygur, 1999).

Bu cinse ait türler soya fasulyesi, pamuk ve yer fıstığı gibi büyük ekonomik öneme sahip ürünlerde istilacı ve yabancı otlar olarak kabul edilmektedir (Yuan ve ark., 2018). Doğal herbisitler olarak kabul edilme olasılığıyla birlikte, ksantanolitler ayrıca anti-tümör, antienflamatuar, antimikrobiyal vb. aktiviteler biyolojik aktiviteler de sergiler ve bu nedenden dolayı *Xanthium* türlerinin dünya çapında geleneksel ilaçlarda kullanılmasına yol açmaktadır (Basco ve ark., 2018).

Xanthium cinsine ait türler tarafından salgılanan biyoaktif bileşiklerin, sitotoksisite, anti-alerjik ve antimikrobiyal aktiviteler arasında değişen çeşitli biyolojik aktiviteler ile bitki kaynaklı nanopartiküllerin sentezinde kapatma ve indirgeme ajanları gibi birçok başka potansiyel kullanımlarda sunduğu bildirilmiştir (Kumar ve ark., 2019). Ayrıca, *X. spinosum* yaprak özlerinin, düşük karbonlu çelik için verimli ve çevre dostu bir korozyon malzemesi görevi gördüğünü bildirmişlerdir (Khadom ve ark., 2018). Ek olarak, yukarıda belirtilen türlerin tohum kabuğunun, dünya çapında çeşitli endüstrilerde en çok kullanılan boyama maddelerinden biri olan Rhodamine B'ye karşı çok katmanlı absorpsiyon yoluyla renk giderme sağladığı bildirilmiştir ve bu görünüşte zararlı olan bu maddenin sayısız potansiyel kullanımına bir yenisi eklenmiştir (Khamparia, 2017).

2.2. Ekolojik İstekleri ve Dağılım Alanları

Xanthium spinosum çoğunlukla açıkta, güneşli veya yarı gölge habitatlar mezotrofik ve orta derecede besin açısından zengin topraklar, nem oranı yüksek, sıcaklık ve karasallık açısından ise sıcak ve karasal alanları tercih eder.

Xanthium spinosum'un farklı iklim ve çevre koşullarına uyum sağladığı bilinmektedir (Parsons ve Cuthberthson, 2001). Ancak hava derecesinin düşük olduğu bölgelerde sıcak, kuru, tropik iklimdeki bölgelere uyum sağlamayamadığı bilinmektedir. Sadece tropik bölgelerde yüksek rakımlarda tespit edilmiştir. Özellikle tercih ettiği toprak yapısı yoktur. Bitkinin mera, çayır ve çimenlik alanlarda, yol kenarlarında bazen suların aktığı yerlerde, kanallarda ve hendeklere yakın yerlerde, nehir ve dere yataklarında, nehir kıyılarında, sulak yerlerde bulunduğu tespit edilmiştir (Holm ve ark., 1977; Song ve ark., 2012). Bunun yanı sıra tarımsal üretimin yoğun yapıldığı tarımsal ekosistemlerde de bazı problemlere yol açmaktadır. (Pier, 2013; Bethune ve ark., 2004).

2.3. Yayılma Şekli

Orijini Güney Amerika olduğu bilinen *X. spinosum*'un bazı araştırmalara göre Şili ve Arjantin bu türün menşei olarak kabul edilmiştir. Bununla birlikte, Bolivya, Ekvador, Peru, Uruguay ve güney Brezilya'yı içerdiği bilinmektedir. Şu ana kadar zincir pıtrağın 39 ülkede görüldüğü bildirilse de, daha fazla ülkede yayılım olduğu tahmin edilmektedir (Holm ve ark., 1977; Pitcher,1989). Bitkinin genelde Akdeniz bölgesi, Avrupa, Avustralya, Afrika'nın bazı bölgeleri, Kuzey ve Güney Amerika'da bulunduğu bildirilmekte olup, tropik bölgelerde ise nadiren rastlanmaktadır (Holm ve ark., 1977). Zincir pıtrağın ülkemizin hemen hemen tüm bölgelerine yayılım gösterdiği belirtilmiştir (Güner ve ark., 2012). Ancak Adana, Çanakkale, İstanbul, Karabük, Ankara, Zonguldak, Samsun, Gümüşhane, Artvin, Kütahya, Konya, Nevşehir, Elazığ, Van, Siirt, Hakkari ve Konya'da olduğu tespit edilmiştir (Davis ve ark., 1975; Sırrı, 2019; Sırrı, 2022).

2.4. Zararı ve Kontrolü

Xanthium spinosum, her türlü çevre koşuluna uyum sağlayabilen istilacı bir yabancı ottur. Esas olarak tarım alanları, çayır-mera ve nehir kıyılarında yetişiyor gibi görünse de bütün ekolojiyi risk altına alabilir (Pitcher, 1989). Çünkü *X. spinosum* yerli türlerle doğrudan veya dolaylı olarak rekabet edebilir ve taşındığı ortamı değiştirebilir. Kıyılardaki varlığı nedeniyle suyun akışını ve kalitesini değiştirebilir.

Soya fasulyesi ve pamuk gibi kültür bitkileri ile rekabet ederek verimde azalmaya yol açmaktadır. (Auld ve ark., 1999). Soya fasulyesinde %65-75 verim kayıplarına neden olduğu bildirilmiştir. Dikenli meyveleri nedeniyle pamuk lifini, yünün kalitesini ve ihracatı da etkilemektedir (Mirshekari ve Siyami, 2013). *X. spinosum* ilk olarak fide aşamasında zehir oluşturmakta, tohumlar hidrokinon içermekte ve bitki yaşam faaliyetleri son bulduğunda bile zehir oluşturmaya devam etmektedir. Bununla birlikte, bitki ilk gerçek yapraklarını oluşturduğunda toksisite

düzeyi azalmaktadır (Mitch, 1987). Bitkinin özellikle domuz ve atlar için zehirli olduğu bilinmektedir (Pitcher, 1989). Kotiledon yaprakları hayvanlar tarafından tüketildiğinde 12 ila 48 saat içinde zehirlenmelere neden olmaktadır. Hayvanlarda görülen belirtiler mide bulantısı, kusma, halsizlik, depresyon, kas güçsüzlüğü şeklindedir. Zehirlenme saatler veya günler içinde ölüme yol açan kasılmalara neden olur. Bitki, Amerika Birleşik Devletleri'nde 46 eyalette zehirli ot olarak tanınmaktadır (USDA-NRCS, 2013). Canavar otu (Orabanche) önemli bir ara konukçusudur (Wilhelm ve Benson, 1955).

2.5. Mücadelesi

2.5.1. Kültürel mücadele

Xanthium spinosum'daki dikenli kısımların koyunların yününe yapışması durumunda, hayvanların yeni, temizlenmiş otlak alanlarına girmesini engelleyerek tohum naklini azaltmak istenmektedir (Nursey, 1959). Avustralya'daki en önemli hayvan otlarından biridir, bu nedenle dikkatle kontrolü yapılmalıdır (Gardner, 1942).

2.5.2. Fiziksel ve mekanik önlemler

Xanthium spinosum'daki dikenli kısımlar oluşmadan önce erken hasat, ürün rotasyonu, kesme ve yakma olası kontrolü yapılmalıdır. Tarla ve meralarda rahatlıkla kontrol edilebilirler. Eradikasyon, tohumların yayılım sağlamasını en az üç yıl önleyebilir (Orchard, 1949; Parsons, 1973). Sadece bitkiler toplanabilir veya çapalanabilir. Çiçeklenme sonrası bitkilerin yakılması tohumların tamamen ortadan kalkmasını sağlamak için önemlidir (Pitcher, 1989). Tohumlar uzun bir zaman uykuda kaldığı için fiziksel mücadele yöntemleri düzenli bir şekilde tekrarı yapılmalıdır.

2.5.3. Kimyasal mücadele

Xanthium spinosum için kullanılmış olan birçok herbisit türü, seçici geniş yapraklı herbisitlerdir. Yeni çıkış gösteren bitkiler 2,4-D veya MCPA uygulamasıyla kolayca yok edilirken, daha yaşlı, büyümekte olan bitkiler birden fazla herbisit

kullanılması gerekmektedir. (Meadley, 1956, Orchard, 1949). 2,4-D'nin en etkili olduğu dönem *X. spinosum*'un 3-5 yapraklı gelişme dönemidir ve bu dönemde mumsu kaplaması nedeniyle herbisit yaprak yüzeyine daha iyi nüfuz eder (Pitcher, 1989). Avustralya, New South Wales'de sulu soya fasulyesindeki zincir pıtrağın imazaquin kullanılarak etkili olarak kontrol edilebileceği belirlenmiştir (Weber, 2003). Zira sonraki dönemlerde herbisitin etkisiz olduğu belirlenmiştir (Andrews, 1993).

2.5.4. Biyolojik mücadele

Avustralya, Hindistan, Pakistan ve Amerika Birleşik Devletleri'nde biyolojik kontrol ajanı olan birçok insektisit denenmiş ancak istenilen sonuç alınamamıştır (Pitcher, 1989). Biyolojik önlemlerde kullanılmış olan fungal patojenlerden biri olan *Colletotrichum xanthii*'nin *X. spinosum*'da gövde lezyonlarını oluşturduğu belirlenmiştir (Orchard, 1949). Öte yandan, *Puccinia xanthii*'nin dikenli meyve oluşumunu ve tohum çimlenmesini azalttığı kayıt altına alınmıştır (Pitcher, 1989).

2.5.5. Ülkemiz içinde oluşturduğu riskler

Xanthium spinosum ülkemizde farklı iklim bölgelerinde yayılım göstermekte ve dikkate değer zararlara sebep olduğu bilinmektedir. Bunun sonucunda taşındığı alanlarda yayılmasının önlenmesi ve kontrol altına alınması önemlidir. Bunun yanı sıra bu türün çimlenme döneminin ilkbahardan sonbahara kadar devam ettiği için mücadele uygulamaların geniş bir zamana yayılması ihtiyaç olduğu anlaşılmıştır.

2.6. İklim Değişikliğinin Flora Üzerindeki Etkisi

Günümüzde dünyamızın en büyük sorunlarından birisi küresel iklim değişikliğidir. İklim değişikliği çevreyi ve insan hayatını değişik şekillerde ve olumsuz yönde etkilemektedir. Son yıllardan daha da belirginleşen küresel iklim değişikliği, ihtiyaç duyulan doğal su kaynaklarının azalması sebebiyle kuraklık ve çölleşmenin yanında ekosistem, tür ve genetik çeşitlilik zararına neden olmaktadır. Türkiye'de küresel iklim değişikliğiyle ilişkili olarak kuraklık, sel, su kaynaklarının azalması, fırtına ve orman yangınları gibi doğal afetler sık görülmeye başlanmıştır. Karasal ve

sucul ekosistemlerde meydana gelen bu değişimler nedeniyle ekosistemler ciddi risk altındadır. Aynı zamanda sosyoekonomik etkileri de çok fazladır. İklim değişikliği sonucunda, buzulların erimesi, sıcaklık artışı, yağış rejiminde değişiklikler oluşmaktadır (Tourani ve ark., 2022). Amerika Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi (NASA) dünya genelinde yüzey sıcaklığının son 150 yılda arttığını, özellikle son 60 yılda artışın hızlandığını belirtmiştir (NASA, 2022). Geçtiğimiz yirmi yıl içerisinde meydana gelen kuraklık, sıcak hava dalgaları, fırtına ve sel gibi iklimle ilgili afetlerin toplam afetlerin %91'ini oluşturduğu bildirilmiştir (WHO, 2020). İklimin değişmesinin sonucunda etkilenen birçok sektör vardır bunların başlıcaları; tarım, gıda üretimi, balıkçılık, hayvancılık, ormancılık, dış ticaret, turizm, sağlık, iklimlendirme, vb. gibi olduğunu bilinmektedir. Tarım doğaya dayalı bir etkinliktir, teknoloji ne kadar gelişirse gelişsin bu özelliğinde değişim imkansızdır. Tarım ekonomik bir çalışma alanı olduğu için iklim değişikliği ile birlikte üretimde oluşacak değişimler hem ülke hem de uluslararası ticaret açısından önem arz etmektedir. Tarım, iklim değişikliğinden etkilenirken iklim değişikliğine de sebep olan bir alandır. Toprak işleme, gübreleme, ilaçlama ve üründen gıdaya tedarik zincirindeki süreçlerde, tarımsal arazi kullanımındaki değişiklikler, enerji tüketimi ve hayvan gübresi gibi faaliyetler karbon emisyonlarına katkıda bulunur. Ortalama sıcaklıktaki artış, biyolojik çeşitlilikte de önemli değişikliklere yol açar. Hayvanların sınırlı hareket şansı varken bitkilerin yer değiştirememesi, bu değişimlerin bitkiler üzerindeki etkilerinin takibini kolaylaştırmaktadır. Bilim adamları tarafından yapılan bitki örtüsü modellerine göre, sıcaklık arttıkça kurak bitkilerinin dünyaya yayılacağı düşünülmektedir. Bugün önemli ölçüde ılıman bir iklimin etkisinde olan Türkiye, buzul çağında soğuk bir iklimin etkisinde kalmıştır. O zamanlar Anadolu, bir kısmı bugüne ulaşamayan kozalaklı (çam, selvi) ve yaprak döken ağaçlardan oluşan ormanlarla çevriliydi. Daha sonra iklimin değişmesi ile birlikte bu bitki örtüsü ortadan kalktı ve yerini subtropiklerden daha çok kurak bitkiler aldı. Günümüzde özellikle Ege ve Akdeniz bölgelerinde sıklıkta olan bu bitki örtüsü, kuraklığa dayanıklı bitki ve çalı türlerinden oluşmaktadır. Maki olarak bilinen bu bitki örtüsü, denizin tesiri altında olan yerlerden başlayıp, yer yüzünü iç kısımlarda kızılçam, karaçam, sedir ve göknar ormanları içinde ve yüksekte bırakır. 30-35 yıl sonra ortalama sıcaklığın artması ve insan davranışlarının devam etmesi (sera gazı salınımı, ormanların yok olması, sulak alanların korunması ve

kurutulması gibi) nedeniyle vahşi yaşam alanları küçülecek; bu bölgedeki ormanların yerini makilerin alması beklenmektedir (Pecl ve ark., 2017).

Kıyı kesimlerinde makinenin tahribatı ile ortaya çıkan frigana adı verilen doğal dokusunu kaybetmiş zarar görmüş çalılıkların daha seyrekleşerek yerini çıplak zemine bırakacağına inanılmaktadır. Sonuçta bir süre sonra kıyılarımız Afrika'nın bitki örtüsünün olmadığı çöl toprakları gibi olacağı düşünülmektedir.

2.7. Tür Dağılım Modellerin Önemi

Tür dağılımlarının niceliksel tahmini için istatistiksel regresyon yöntemleri, türlerin gerçekleşmiş nişlerini anlamada ve küresel değişim karşısında türlerin korunmasında büyük bir öneme sahiptir (Scott ve ark., 2002; Guisan ve ark., 2002). Son zamanlarda, iki önemli konferans birçok inceleme çok sayıda metodolojik karşılaştırma yapılmıştır (Franklin ve ark., 1995). İncelemeler ve birkaç yorum yöntemlerin değeri, kullanımı ve uygulaması üzerine olmuştur. Bu referansların ve diğerlerinin incelenmesi, uygun veriler, metodoloji veya yorumlama konusunda çok az anlaşma olduğunu ve tür tahmin modellerinin dayandığı kavramsal çerçeve hakkında çok az tartışma olduğu görülmektedir (Lehmann ve ark., 2002).

Yöntemlerin karşılaştırılması nadiren aynı türde verileri (sayılar veya varlık/yokluk) kullanır, regresyon yöntemini aynı şekilde kullanır (çoklu doğrusal ve eğrisel terimler) veya ortak bir öngörücüler kümesi kullanılmaktadır. Karşılaştırmaların farklı yazarlar tarafından değerlendirilmesi, yöntemlerin nasıl uygulandığına, yani model parametreleştirmesine ilişkin bu farklılıklar nedeniyle sıklıkla karıştırılmaktadır (Austin, 2002). Gerçekte, bu araştırma alanında işleyen birkaç farklı Kuhn paradigması vardır (Austin, 1999; Kuhn, 1970). Her paradigma, üzerinde anlaşmaya varılan bir dizi olgudan (örn. organizmalar üzerindeki mevcudiyet verileri), kavramsal bir çerçeveden (örn. niş teorisi; bitkiler veya hayvanlar), sınırlı bir dizi problemden oluşmaktadır (örn. lojistik regresyon) (Guisan ve Zimmermann, 2000).

Tür dağıtım modelleri (TDMler), ekolojik veya evrimsel itici güçler hakkında fikir edinmek veya büyük ölçeklerde habitat uygunluğunu tahmin etmeye yardımcı olmak için çevresel değişkenleri türlerin oluşum kayıtlarıyla ilişkilendirmektedir (Elith ve Leathwick, 2009). Kural tabanlı açıklamalardan karmaşık istatistiksel veya makine öğrenimi modellerine kadar çok çeşitli modelleme yöntemleri geliştirilmiştir (Franklin, 2009). Bunların doğruluğu, olay kayıtlarının rastlantısal örneklemesinden daha doğru varlık-yokluk verilerine kadar girdi verilerinin kalitesine ve niceliğine bağlı olmaktadır (Baasch ve ark., 2010; Bateman ve ark., 2012).

Bu bağlamda, maksimum entropi (MaxEnt) modeli (Phillips ve ark., 2006), koruma endişesi taşıyan nadir veya tehdit altındaki türlerin potansiyel dağılımını modellenmesi, ekolojik nişlerin ayırılması (Kalkvik ve ark., 2012) ve iklim değişikliği altında gelecekteki dağılım alanlarının tahmininde (Hu ve Jiang, 2011) sık kullanılan yöntem haline gelmiştir (Clements ve ark., 2012; Wilting ve ark., 2010a). MaxEnt model türlerinin nişleri ve potansiyel coğrafi dağılım alanlarının tahmininde yalnızca mevcudiyet verilerini çevresel değişkenlerle ilişkilendirmesinde maksimum entropi ilkesini kullanmaktadır (Phillips ve ark., 2006). MaxEnt model, kullanımı kolaylığı, seyrek, düzensiz örneklenmiş türlerin dağılım tahmininde sağlıklı sonuçlar ürettiğinden dolayı popüler modelleme araç olarak karşımıza çıkmaktadır (Elith ve ark.,2009). Bu tür kısıtlamalar, nadir, zor veya tehdit altındaki türler için konum verilerinde, zor erişilebilir alanlardan alınan verilerde ve müze verilerinde yaygın olmaktadır (Graham ve ark., 2008; Wisz ve ark., 2008). MaxEnt, yalnızca mevcudiyet verilerini kullanma avantajına sahiptir, bu nedenle belirli alanlarda teyit edilmiş devamsızlık verilerine güvenmez veya bunları gerektirmez (Li ve Guo, 2011). Genel olarak, bu özellikler, MaxEnt'in , özellikle nadir bulunan veya sınırlı bir menzile sahip olan türler için tahmin performansı (Elith ve ark., 2009) açısından en iyi tür dağıtım modellerinden biri olarak değerlendirilmesine yol açmıştır (Hernandez ve ark., 2006; Pearson ve ark., 2007).

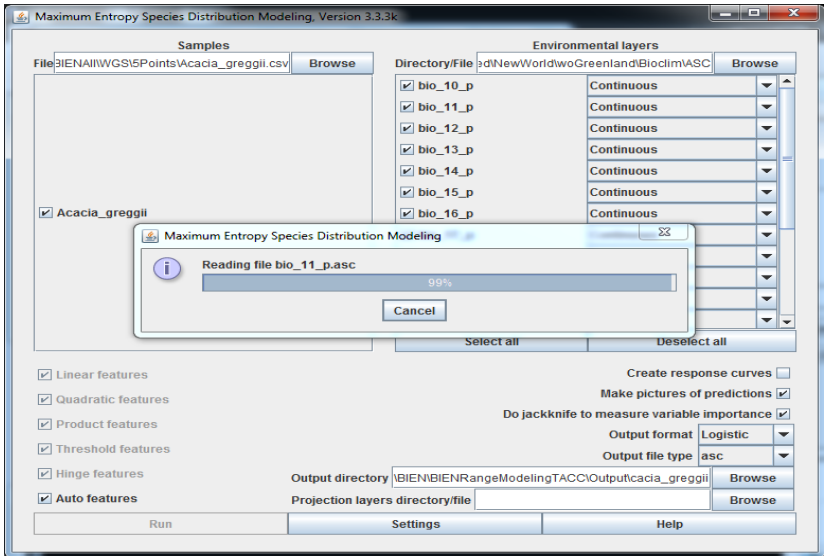
Genel olarak TDM'lerin ve dolayısıyla MaxEnt modellerinin temel varsayımlarından biri, tüm ilgi alanının sistematik veya rastgele örneklenmiş olmasıdır (Phillips ve ark., 2009; Royle ve ark., 2012). Uygulamada, MaxEnt modelleri neredeyse her zaman, mekansal olarak daha kolay erişilen veya daha iyi araştırılan

alanlara doğru eğilimli olay kayıtları üzerine kuruludur (Phillips ve ark., 2009; Ruiz-Gutierrez ve Zipkin, 2011). Ayrıca, MaxEnt TDM'lerde diğer veri kaynaklarıyla birlikte telemetri verilerinin artan kullanımı (Edren ve ark., 2010; Jennings ve Veron, 2011) bir çalışma alanı içindeki bazı bölgelerin aşırı temsilini şiddetlendirir, bu da toplanan olay verilerinde ciddi bir uzamsal yanlılığa neden olabilmektedir. Mekansal yanlılık, daha erişilebilir ve kapsamlı olarak incelenen alanların belirli çevresel özelliklerinin aşırı temsil edilmesi nedeniyle genellikle çevresel yanlılığa yol açmaktadır. Dolayısıyla, varlığı kayıtları ile arka plan örneklemesi (yani çalışma alanından rastgele alınan veri noktaları) arasındaki fark, hatalı modellere yol açabilir ve bu da uygun olmayan yönetim kararlarına yol açabilir (MacKenzie, 2005; Phillips ve ark., 2009). Spatial kümelenme otokorelasyonuna neden olur ve model doğruluğunu artırarak model kalitesini etkilemekte (Veloz, 2009), tip I hatalara yol açmakta (Dormann ve ark, 2007) ve yanıltıcı parametre tahminleri vermektedir (Kühn, 2007). Bu, TDM'lerde sadece yoğun dağılım bölgesi için tipik olan ve ayrıca mekansal ekstrapolasyon hatalarına neden olan çevresel belirleyicilere önem verilebileceği anlamına gelmektedir. Bunlar, atlama hataları veya komisyon hataları olabilmektedir (Rondinini ve ark., 2006). TDM'ler yüksek koruma önceliğine sahip alanları belirlemek için kullanılırsa, bu tür hatalar koruma için ciddi sonuçlara yol açabilmektedir (Kremen ve ark., 2008; Davalos ve Reddy, 2003; Lobo ve Sastre, 2009).

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Kullanılacak Model ve İklim Verileri

MaxEnt modelleme (Şekil 3.1.) dünya çapında biyoçeşitlilik araştırmalarında kullanılan lider modelleme yöntemidir. MaxEnt modellemesi, bitkinin mevcut dağılım alanlarını göz önünde bulundurarak mevcut ve gelecek yıllarda hedef türlerin potansiyel dağılım alanları tahmin etmektedir. Mevcut çalışma da tezin amaçlara uygun MaxEnt modelleme tekniği kullanılmıştır.

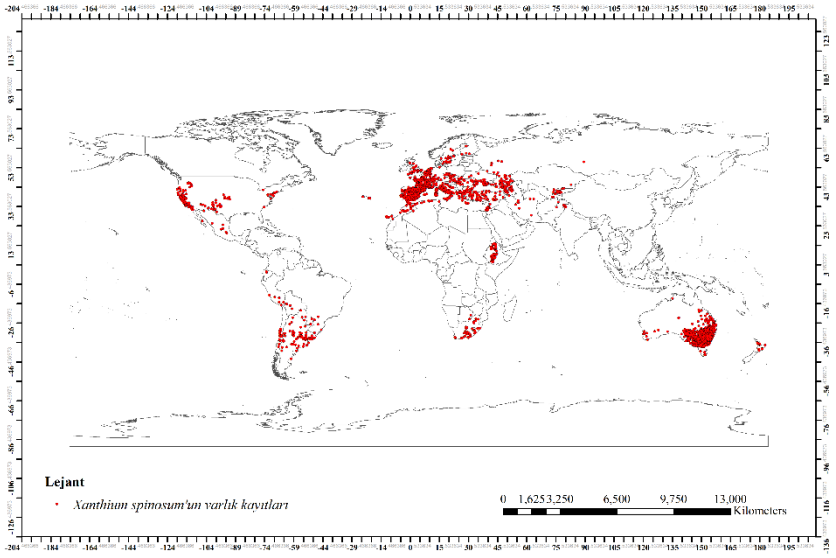


Şekil 3.1. MaxEnt modelleme programının görüntüsü

3.2. *Xanthium spinosum*'un Dünyadaki Dağılım Verileri

MaxEnt modelleme tekniği kullanılırken belirlenen hedef türün dağılım alanlarının bilinmesi gerekmektedir. Günümüzde Global Biodiversity Information Facility (GBIF; www.gbif.org) türlerin verileri paylaşılmaktadır. *Xanthium spinosum*'a ait dağılım verileri GBIF'den indirilmiştir (Şekil 3.2.). Global ölçekteki veriler indirildikten sonra Excel programı kullanılarak temizlenmiştir. Bitkinin dağılımı ile ilgili Türkiye'ye ait veriler farklı kaynaklardan toplanmıştır. Modeli global ölçekte kalibre etmek için nihai veri setini elde etmek amacıyla tüm kaynaklardan

gelen veri kapsamlı bir şekilde gözden geçirilerek temizlenmiştir. GBIF'den toplanan tür dağılım verileri, model kalibre edilmeden önce iyice gözden geçirilmiş ve muhtemel hatalar temizlenmiştir (Chapman, 2005). 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 değeler (CSV) formatında kaydedilerek modele yüklemeye hazır hale getirilmiştir. Veri temizleme işleminden sonra toplam 6517 varlık kayıtlar (Şekil 3.2.) ile model kalibre edilmiştir.



Şekil 3.2. *Xanthium spinosum*'un dünyadaki dağılım verileri (n = 6517)

3.3. MaxEnt Modelde Kullanılmış İklim Verilerin İndirilmesi

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, kullanılmıştır (Worldclim, 2022) Ayrıca global ölçekte toprak özelliklerine (organik karbon, pH, tuzluluk, azot, fosfor vb) ait veriler

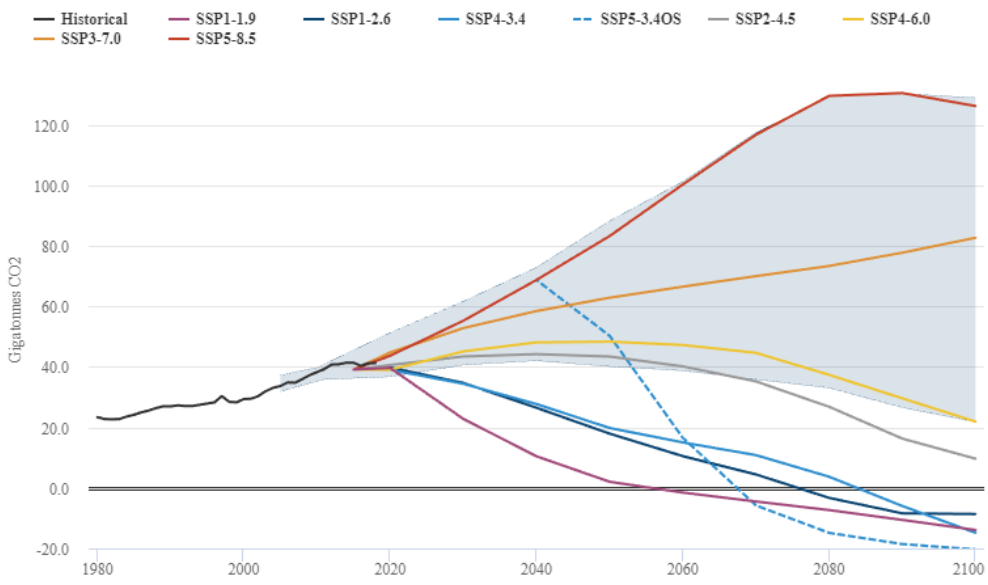
Harmonized World Soil Database (FAO, 2022) veri tabanından indirilmiştir. Global bitki örtü verileri ise European Environment Agency veri tabanından (Worldclim, 2022) elde edilmiştir. Nüfus yoğunluk verileri ise NASA'nın Socioeconomic Data and Applications Center (SEDAC) veri tabanından (NASA, 2022) indirilmiştir. Ancak, toprak ve ekolojik verilere ait gelecekteki senelerde tahmin edilmiş veri bulumadığından dolayı çalışma da sadece iklim verileri kullanılmıştır.

3.4. İklim Değişiklik Senaryolar

IPCC AR6'ya kadar olan süreçte, enerji modelleme topluluğu, farklı sosyoekonomik varsayımlar tarafından yönlendirilen yeni bir dizi emisyon senaryosu geliştirdi, Bunlar "Ortak Sosyoekonomik Yollar'dır (SSP'ler). Bu SSP senaryolarının bir kısmı, CMIP6 için iklim modellerini yönlendirmek üzere seçilmiştir. Spesifik olarak, 21. yüzyıl sonu iklim değişikliği sonuçlarını belirlemek için birçok yöntem seçilmiştir. IPCC'ın AR5 raporunda gelecekteki olası farklı sera gazı emisyonlarını inceleyen 4 Temsili Konsantrasyon Yolu (RCP) içermektedir. Bu senaryoları – RCP2.6, RCP4.5, RCP6.0 ve RCP8.5 olarak bilinmektedir. Ancak CMIP6 raporunda yeni sürümleri oluşturulmuştur. Güncellenmiş olan senaryolar, SSP1-2.6, SSP2-4.5, SSP4-6.0 ve SSP5-8.5 olarak adlandırılır ve her birisi için, AR5'teki öncülleri gibi 2100 ışınımsal zorlama düzeyleriyle sonuçlanır (Şekil 3.3.).

Belirlenen yöntemler, 2100'e kadar her bir yöntem altında varsayılan yıllık CO_2 emisyonlarını gösteren aşağıdaki tabloya dahil edilmiştir. Tez de iki farklı SSP senaryolar, SSP1-2.6 (hafifi iklim değişikliği) ve SSP5-8.5 (şiddetli iklim değişikliği) kullanılmıştır (Şekil 3.3.). SSP1-2.6 iklim değişikliği senaryo düşük sera gazı emisyon baz alınarak 2075 yılı civarında karbon emisyon net sıfıra indirileceği baz 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 senaryo ise çok yüksek sera gazı emisyonu olacağı ve karbon emisyon 2075'e kadar üçe katlanacağı 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 de oluşturulan yeni iklim değişiklik senaryoları

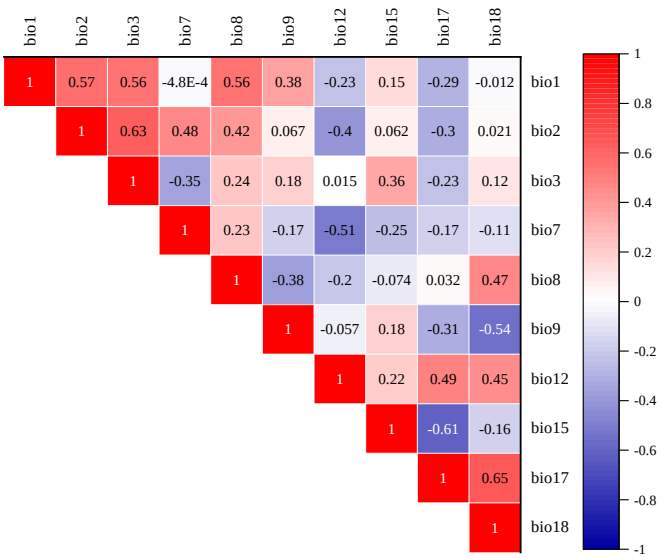
3.5. MaxEnt Modelde Kullanıcalcak İklim ve Ekolojik Belirleyici Parametrelerin Belirlenmesi

'Modellemede bitkinin dağılımı belirleyici olarak 19 iklim değişkenleri (Çizelge 3.1.) kullanılmıştır. Bitkinin varlık kayıtlara ait iklim veriler "extract" fonksiyonu kullanılarak çekilmiştir. Bu veriler arasında Pearson Korelasyon bakılmış olup korelasyon değeri 0,7'den az olan belirleyiciler mevcut ve gelecek yönüyle tahminlerde kullanılmıştır' (Kekeç ve Kadıoğlu 2020).

Çizelge 3.1. Model kalibrasyonunda kullanılacak iklim parametreleri

Kısaltma	**İsmi**
BIO1	Yıllık Ortalama Sıcaklık (°C)
BIO2	Ortalama Günışığı Aralığı
BIO3	İzotermal Sıcaklık (°C)
BIO4	Sıcaklık Mevsimliği
BIO5	En Sıcak Ayın Maksimum Sıcaklık (°C)
BIO6	En Soğuk Ayın Minimum Sıcaklık (°C)
BIO7	Yıllık Sıcaklık Aralığı (°C)
BIO8	En yağışlı Çeyreğin ortalama sıcaklık (°C)
BIO9	En Kurak Çeyreğin Ortalama Sıcaklık (°C)
BIO10	En sıcak Çeyreğin Ortalama Sıcaklık (°C)
BIO11	En Soğuk Çeyreğin Ortalama Sıcaklık (°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)

19 farklı iklim parametrelerinden korelasyonu 0.7'den az olan 10 parametre modele dahil edilmiştir. Bu parametreleri, yıllık ortalama sıcaklık (bio1), ortalama günışığı aralığı (bio2), izotermal sıcaklık (bio3), yıllık sıcaklık aralığı (bio7), en yağışlı çeyreğin ortalama sıcaklık (bio8), en kurak çeyreğin ortalama sıcaklık (bio9), yıllık yağış miktarı (bio12), sezonluk yağış (bio15), en kurak çeyreğin yağış miktarı (bio17), ve en sıcak çeyreğin yağış miktarı (bio18) olarak belirlenmiştir (Şekil 3.4.).



Şekil 3.4. Farklı iklim değişiklik senaryo altında *Xanthium spinosum*'un habitat uygunluğu tahmin etmek amacıyla MaxEnt model dahil edilen iklim parametreler arasındaki korelasyon

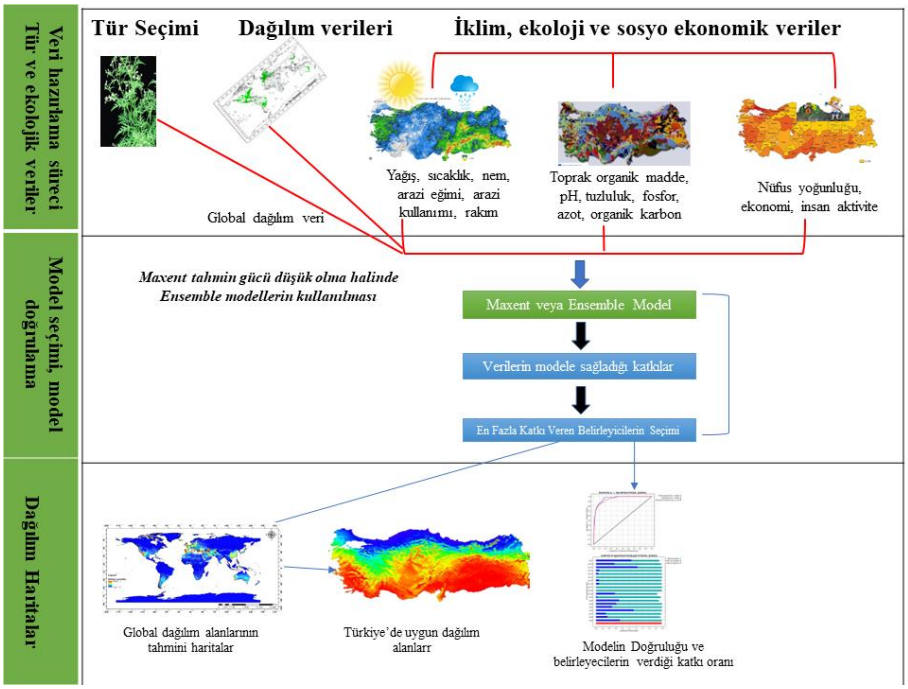
3.6. MaxEnt Modelin Çalıştırılması

MaxEnt model yöntemi, belirli bölgeler ve küresel ölçekte tahminler en çok kullanılan yöntemlerdendir. Fakat model sadece tek bölge ile sınırlandırıldığında, bitkinin gerçek nişi tahmin edilmekte zorlanılmaktadır. Bu sebepten dolayı mevcut çalışmada (Petitpierre ve ark., 2012) tarafından geliştirilen Hierarchical modelleme tekniği kullanılmıştır. Kısaca model kalibrasyonun da dünya verileri karşılaştırılarak projeksiyon yaparken Türkiye Project edilmiştir. Bunun sonucuna bağlı olarak bitkinin gerçek nişi modellenmiş olup hatalar kaldırılmıştır.

MaxEnt modelleme yöntemi, hedef türün var olan ve olmayan konumlarının koordinatlarını gerektirir. Fakat GBIF, yalnızca mevcut tesis konumlarıyla ilgili verileri paylaşır. Bu nedenle dünya çapında 10 bine yakın var olmayan yanlış yerlerin koordinatları silinmiştir. Ancak bu koordinatlar silinirken tesisin bulunduğu yerlerin çevresi ile arasına 30 km'lik mesafe konulmuştur.

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. MaxEnt modelin farklı aşamalar Şekil 3.5'te gösterilmiştir. Modelde 1

harita hazırlanılırken model 5 defa çalıştırılmış olup bu modellerin ortalaması son safhasında belirlenmiştir.



Şekil 3.5. *Xanthium spinosum*'un dağılım alanlar tahmin etmek amacıyla kullanılan modelleme tekniğin farklı aşamalar

3.7. 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 gelmektrdir. 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 (Akyol ve Örücü, 2020; Dudik ve Phillips 2008;

Farooq, 2018; Uzun ve ark., 2020). AUC değeri, genel olarak modelin tahmin gücüne saptamaktır. AUC 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 premutasyon önemi değerler kullanılarak biki dağılımını etki eden parametreler belirlenmiştir. En yüksek katkısı ve premutasyon 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.

3.8. Farklı Senelerde Tahmin Edilen Alanların Hesaplanması

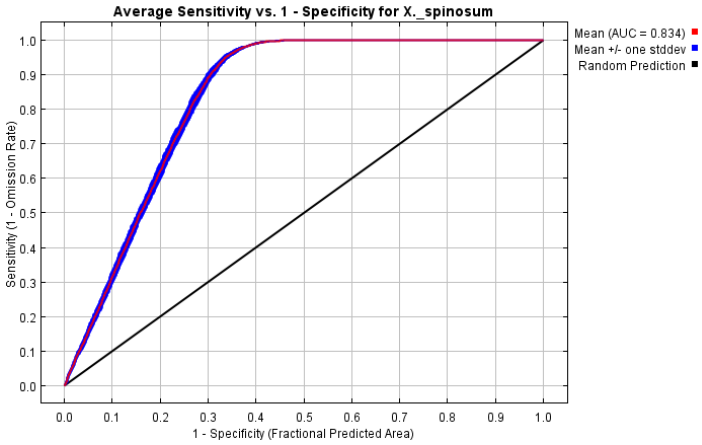
Potansiyel dağılım haritalarında model tarafında her 1 km^2'lik gride 0 ile 1 arası değişen sayısal değer verilmiştir. Bu değerlerinden yola çıkarak 0-0.25 değer olan gridler hedef türe uygun olmadığı, 0.26-0.50 olan kısmen uygun, 0.51-0.75 olanı uygun ve>0.75 olanları en uygun olarak kabul edilmiştir. 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 Koşular Altında *Xanthium spinosum*'un Dünya ve Türkiye'deki Habitat Uygunluğu

4.1.1. Modelin tahmin gücü

Xanthium spinosum'un mevcut dağılım alanlarının tahmininde modelin tahmin gücüne ilişkin sonuçlar Şekil 4.1'de verilmiştir. MaxEnt modeli ile yapılan değerlendirmede mevcut iklim altında modelin AUC değeri %0.83 olmuştur (Şekil 4.1.). Bu durum MaxEnt modelin mevcut iklim altında *X. spinosum*'un dağılım alanlar yüksek tahmin gücü ile ortaya koyduğu saptanmıştır.



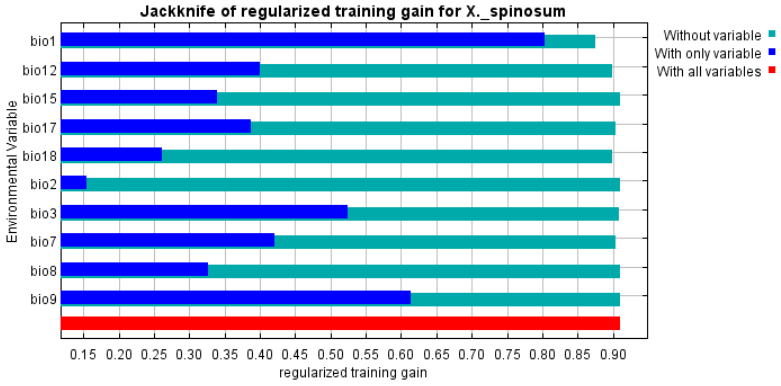
Şekil 4.1. Mevcut iklim koşulları altında *Xanthium spinosum*'un habitat uygunluğunu tahmin etmek amacıyla kullanılan Maxent modelinin tahmin gücü

4.1.2. *Xanthium spinosum*'un mevcut iklim koşulları altında habitat uygunluğunu tahmin etmek amacıyla Maxent modelinde kullanılan iklim parametrelerinin Jackknife analizi

Jackknife testine göre modele dahil edilen dokuz farklı iklim parametrelerinden mevcut iklim altında *X. spinosum*'un habitat uygunluğu tahmininde en fazla modele katkı sağlayan parametreleri yıllık ortalama sıcaklık (%46.22), izotermal sıcaklık, en

kurak çeyreğin ortalama sıcaklık ve en kurak çeyreğin yağış miktarı olmuştur (Şekil 4.2. ve Çizelge 4.1.). Benzer şekillinde bu dört parametre en yüksek premütasyon önemine sahip olmuştur. Yıllık ortalama sıcaklık, izotermal sıcaklık, en kurak çeyreğin ortalama sıcaklık ve en kurak çeyreğin yağış miktarı'nın premütasyon önem değerleri sırasıyla %68.28, %6.49, %7.83, ve %7.11 olmuştur. Sonuçlar, *X. spinosum* dağılımını kontrol etmede sıcaklığın baskın bir faktör olacağını göstermiştir.

Jackknife testine göre modele dahil edilen dokuz farklı iklim parametrelerinden 2021-2040 iklimi ve SSP1-2.6 iklim değişiklik senaryo altında *X. spinosum*'un habitat uygunluğu tahmininde modele en fazla katkı sağlayan parametreleri yıllık ortalama sıcaklık (%46.22), izotermal sıcaklık (%17.64), en kurak çeyreğin ortalama sıcaklık (%9.68) ve en kurak çeyreğin yağış miktarı (%14.77) olmuştur (Şekil 4.2 ve Çizelge 4.1).



Şekil 4.2. *Xanthium spinosum*'un mevcut iklim koşulları altında habitat uygunluğunu tahmin etmek amacıyla MaxEnt modelinde kullanılan iklim parametrelerinin Jackknife analizi

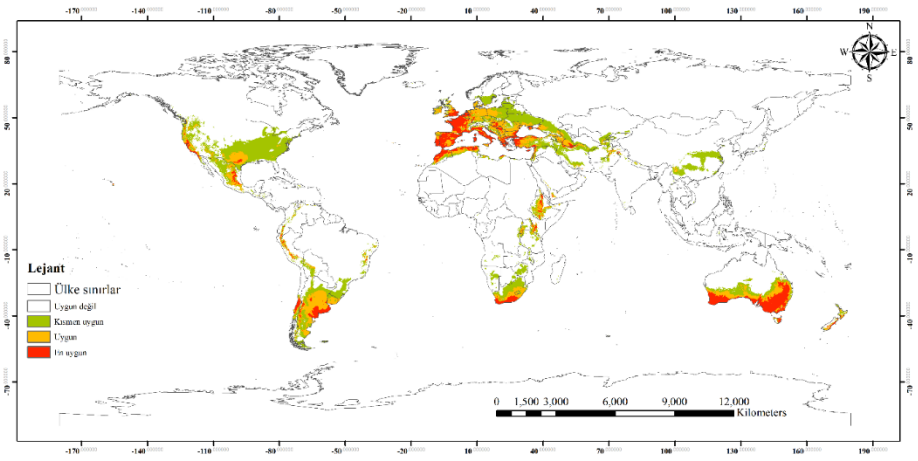
Çizelge 4.1. *Xanthium spinosum*'un mevcut iklim altında habitat uygunluğunu tahmin etmek amacıyla MaxEnt modeline dahil edilen farklı iklim parametrelerinin yüzde önemi ve permütasyon önemi

İklim parametre	Yüzde önemi	Premutasyon önemi
Yıllık Ortalama Sıcaklık	46.22	68.28
Ortalama Günışığı Aralığı	0.07	0.06
İzotermal Sıcaklık	17.64	0.86
Yıllık Sıcaklık Aralığı	3.62	6.49
En yağışlı Çeyreğin ortalama sıcaklık	0.04	0.29
En Kurak Çeyreğin Ortalama Sıcaklık	9.68	0.23
Yıllık Yağış Miktarı	4.68	7.83
Sezonluk Yağış	0.68	0.10
En Kurak Çeyreğin Yağış Miktarı	14.77	8.75
En Sıcak Çeyreğin Yağış Miktarı	2.59	7.11

Benzer şeklinde Jackknife testine göre modele dahil edilen dokuz farklı iklim parametrelerinden 2021-2040 iklimi ve SSP5-8.5 iklim değişiklik senaryo altında *X. spinosum*'un habitat uygunluğu tahmininde modele en fazla katkı sağlayan parametreleri yıllık ortalama sıcaklık (%46.22), izotermal sıcaklık, en kurak çeyreğin ortalama sıcaklık ve en kurak çeyreğin yağış miktarı olmuştur (Şekil 4.2. ve Çizelge 4.1.).

4.1.3. Mevcut iklim koşullarında *Xanthium spinosum*'un Dünyadaki habitat uygunluğu

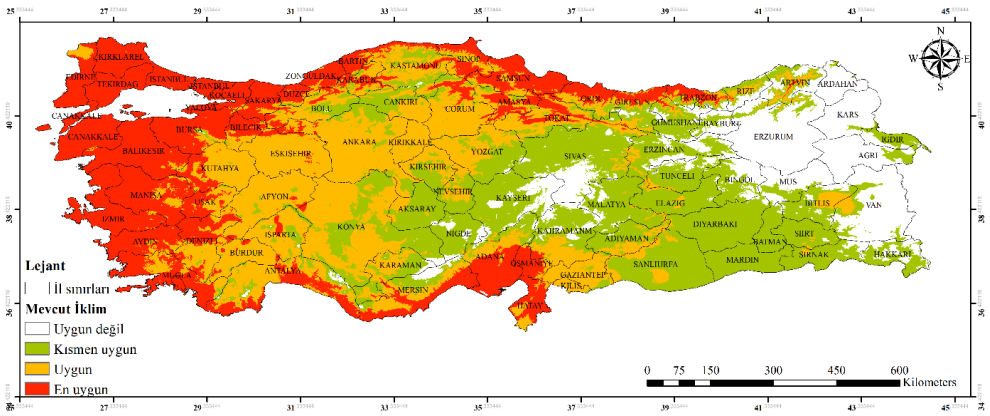
Mevcut iklim koşulları altında MaxEnt modeli, *X. spinosum*'un genel olarak dünyada, Avustralya, Kuzey Amerika ve birçok Avrupa ülkelerinde dağılabileceği tahmin etmiştir. Benzer şekilde model bitkinin Türkiye'de de farklı bölgelerde en uygun alan olduğunu ortaya koymuştur (Şekil 4.3.).



Şekil 4.3. MaxEnt modeli tarafından tahmin edilen mevcut iklim koşullarında *Xanthium spinosum*'un dünyadaki habitat uygunluğu

4.1.4. Mevcut iklim koşullarında *Xanthium spinosum*'un Türkiye'deki habitat uygunluğu

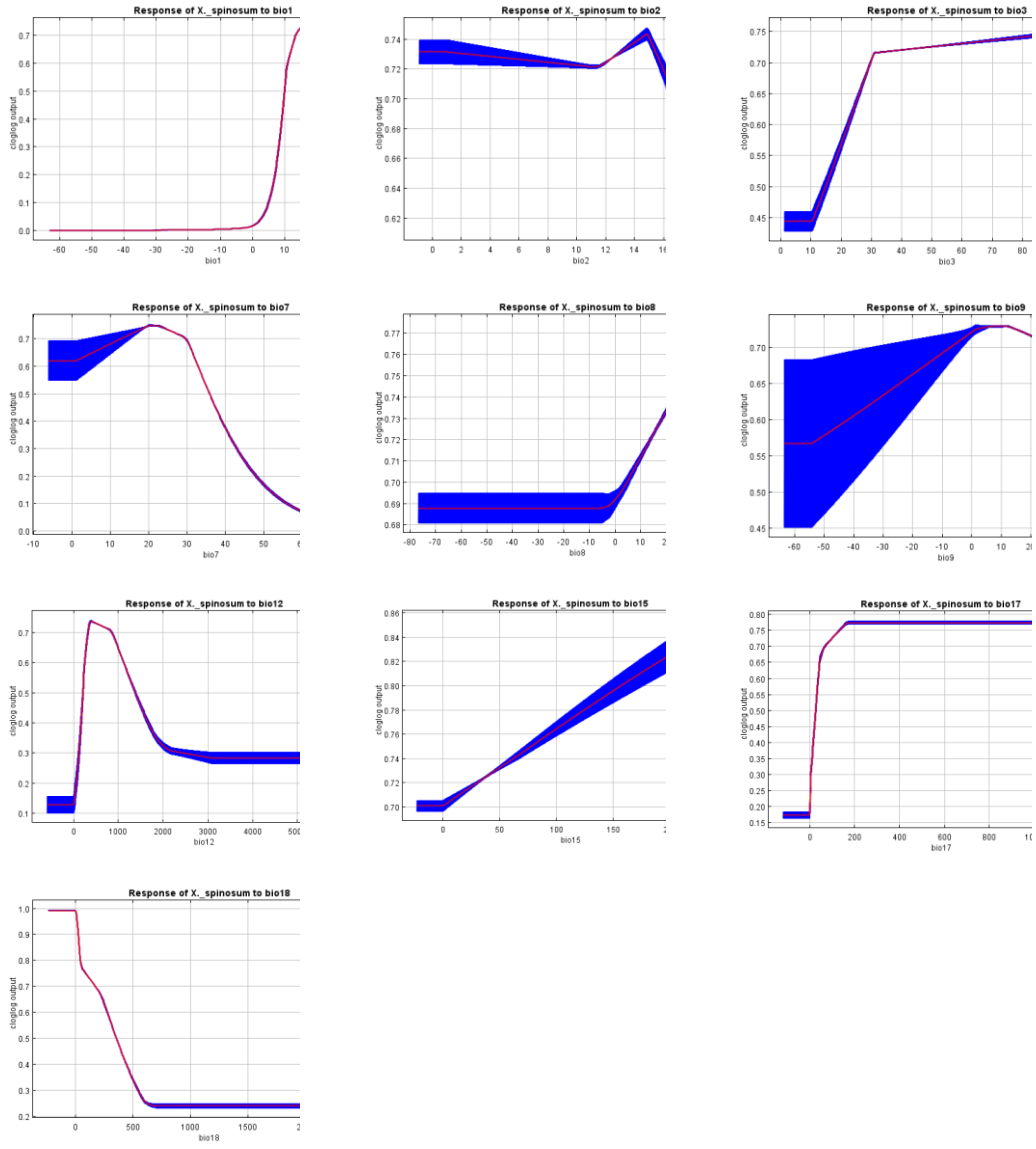
Mevcut iklim koşulları altında MaxEnt tahmin modeli, *X. spinosum*'un genel olarak ülkemizin Karadeniz, Akdeniz, Marmara, ve Ege bölgesi yer almaktadır. Bu bölgelerin dışında Güneydoğu Anadolu bölgesinin ise kısmen uygun habitat alanları içinde yer aldığı tahmin edilmiştir (Şekil 4.4.)



Şekil 4.4. MaxEnt modeli tarafından tahmin edilen mevcut iklim koşullarında *Xanthium spinosum*'un Türkiye'deki habitat uygunluğu

4.1.5 Mevcut iklim koşullarında *Xanthium spinosum*'un habitat uygunluğunu tahmin etmek için MaxEnt modeline dahil edilen farklı iklim parametrelerinin tepki eğrileri

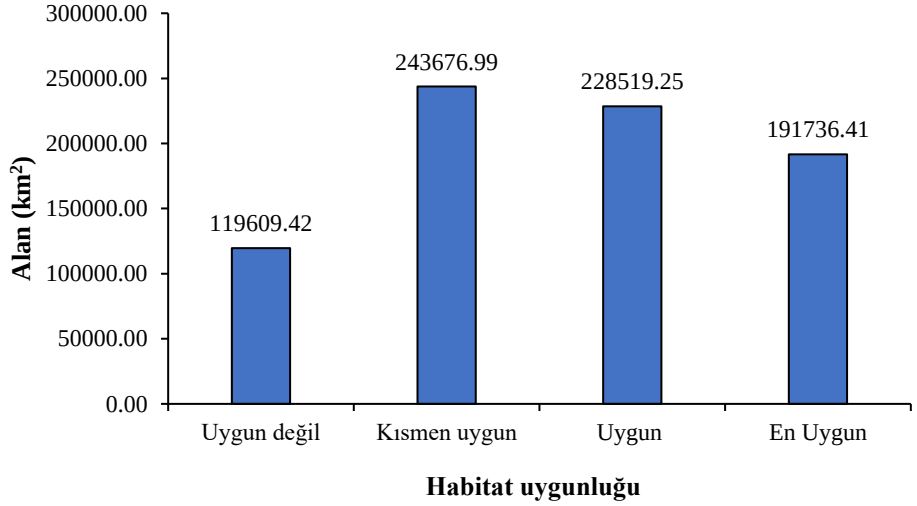
Mevcut iklim altında *X. spinosum*'un habitat uygunluğunu tahmin etmek için MaxEnt modeline dahil edilen farklı iklim parametrelerinin tepki eğrileri Şekil 4.5'te verilmiştir. ROC eğerlerine göre bitkinin dağılımı belli bir değereler kadar artmış ve sonrasında da düşüş gözlemlenmiştir. Bu durum bitkinin hangi iklim aralığında dağılacağı ortaya koymaktadır.



Şekil 4.5. Mevcut iklim koşullarında *Xanthium spinosum*'un habitat uygunluğunu tahmin etmek için MaxEnt modeline dahil edilen farklı iklim parametrelerinin tepki eğrileri

4.1.6 Mevcut iklim altında Türkiye'de *Xanthium spinosum*'un habitat uygunluğu

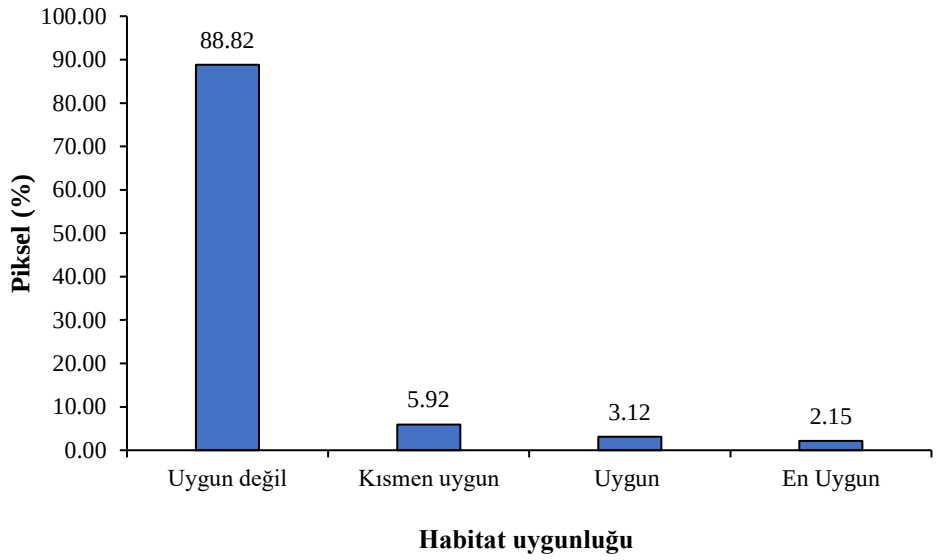
MaxEnt model tarafından mevcut iklim altında Türkiye'deki habitat uygunluğu alan olarak Şekil 4.6'da verilmiştir. Model 119609.42 km^2 alan uygun olmadığı, 243676.99 km^2 ise kısmen uygun olduğu, 228519.25 km^2 uygun ve 1917.36.41 km^2 ise en uygun olduğu tahmin etmiştir. Türkiye'nin yüzölçümü oranı baktığımızda, sırasıyla %15.27, %31.10, %29.16 ve %24.47'i uygun değil, kısmen uygun, uygun ve en uygun kategorilerde yer almıştır.



Şekil 4.6. Türkiye'deki *Xanthium spinosum*'un MaxEnt modeli tarafından tahmin edilen mevcut iklim altında habitat uygunluğu

4.1.7 Mevcut iklim altında Dünya'da *Xanthium spinosum*'un habitat uygunluğu

Global düzeyde baktığımızda mevcut iklim altında dünyanın hemen hemen %90 alanı model tarafından *X. spinosum* için uygun olmadığı tahmin edilmiştir. Farklı habitat uygunluğu kategoriler ele aldığımızda, %88.82 pikseller uygun olamadığı tahmin edilirken, %5.92 kısmen uygun, %3.12 uygun ve %2.15 pikseller en uygun kategori de tahmin edilmiştir (Şekil 4.7.).

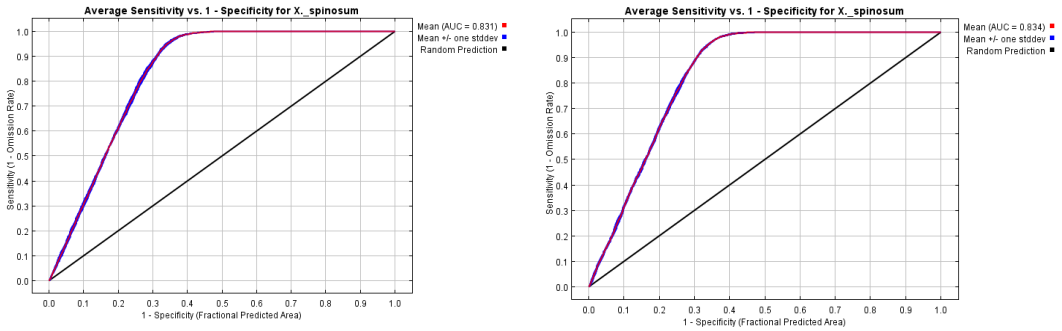


Şekil 4.7. Türkiye'deki *Xanthium spinosum*'un MaxEnt modeli tarafından tahmin edilen mevcut iklim altında habitat uygunluğu

4.2. 2021-2040 İklime Göre Farklı İklim Değişlik Senaryolar Altında *Xanthium spinosum*'un Dünya ve Türkiye'deki Habitat Uygunluğu

4.2.1. 2021-2040 iklim koşulları altında *Xanthium spinosum*'un habitat uygunluğunu tahmin etmek amacıyla kullanılan MaxEnt modelinin tahmin gücü

Xanthium spinosum'un 2021-40'teki dağılım alanlarının tahmininde modelin tahmin gücüne ilişkin sonuçlar Şekil 4.8'de verilmiştir. MaxEnt modeli ile yapılan değerlendirmede *X. spinosum* bitki türünün 2021-2040 iklim ve SSP1-2.6 iklim değişiklik senaryo altında modelin AUC değeri 0.831 olmuştur (Şekil 4.8.). Benzer şekilde 2021-2040 iklim ve SSP5-8.5 iklim değişiklik senaryo altında modelin AUC değeri %0.834 olmuştur (Şekil 4.8.). Bu durum MaxEnt modelin mevcut iklim altında olduğu gibi 2021-2040 iklim ve farklı iklim değişiklik senaryolar altında *X. spinosum*'un dağılım alanlar yüksek tahmin gücü ile ortaya koyduğu saptanmıştır.

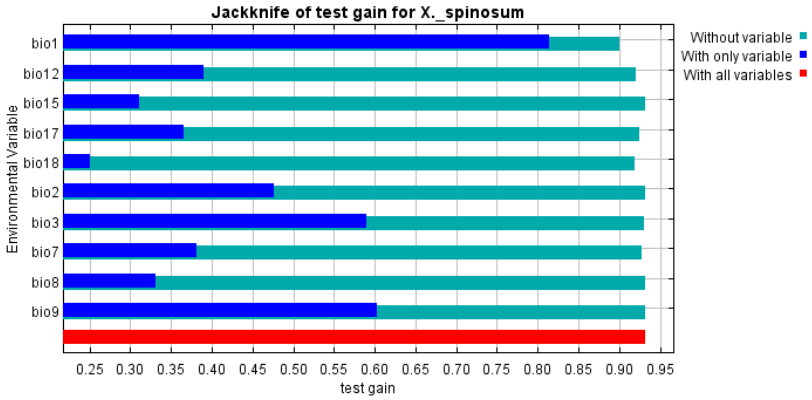


SSP1-2.6 **SSP5-8.5**

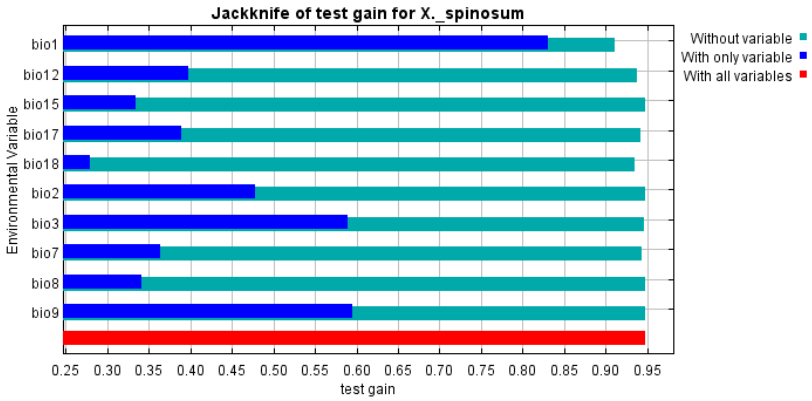
Şekil 4.8. 2021-2040 iklim koşulları altında *Xanthium spinosum*'un habitat uygunluğunu tahmin etmek amacıyla kullanılan MaxEnt modelinin tahmin gücü

4.2.2. *Xanthium spinosum*'un 2021-2040 iklim koşulları altında habitat uygunluğunu tahmin etmek amacıyla MaxEnt modelinde kullanılan iklim parametrelerinin Jackknife analizi

Jackknife testine göre modele dahil edilen dokuz farklı iklim parametrelerinden mevcut iklim altında *X. spinosum*'un habitat uygunluğu tahmininde en fazla modele katkı sağlayan parametreleri yıllık ortalama sıcaklık (%56.70), izotermal sıcaklık (%24.40), ve en kurak çeyreğin yağış miktarı olmuştur (%11.90) (Şekil 4.9. ve Çizelge 4.2.). Benzer şekillinde bu dört parametre en yüksek premütasyon önemine sahip olmuştur. Yıllık ortalama sıcaklık, izotermal sıcaklık, en kurak çeyreğin ortalama sıcaklık ve en kurak çeyreğin yağış miktarı'nın premütasyon önem değerleri sırasıyla % 73.50, %7.20 ve %6.20 olmuştur. Sonuçlar, sıcaklığı *X. spinosum* dağılımını etki eden baskın bir faktör olacağını göstermiştir.



SSP1-2.6



SSP5-8.5

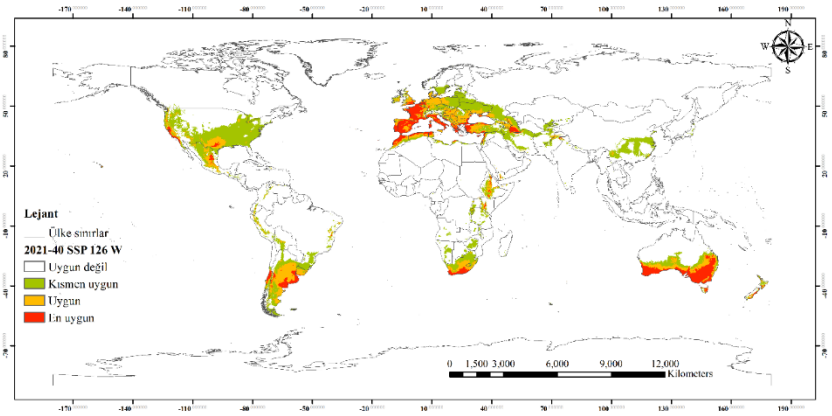
Şekil 4.9. *Xanthium spinosum*'un 2021-2040 iklim koşulları altında habitat uygunluğunu tahmin etmek amacıyla MaxEnt modelinde kullanılan iklim parametrelerinin Jackknife analizi

4.2.3. MaxEnt modeli tarafından tahmin edilen 2021-2040 iklim koşullarında *Xanthium spinosum*'un Dünyadaki habitat uygunluğu

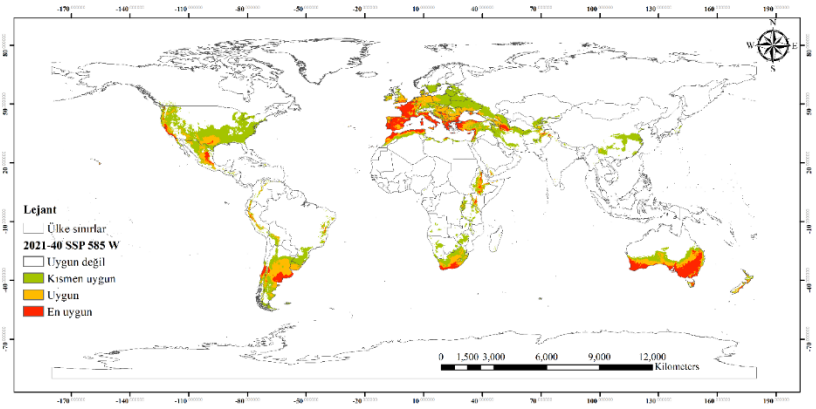
Mevcut iklim koşullarında MaxEnt modeli 2021-2040 yılları arasında SSP1-2.6 iklim değişikliği senaryoları altında, *X. spinosum*'un genel olarak dünyada, Avrupa ülkelerinde kısmen uygun alanların artışını tahmin etmiştir. Benzer şekilde model bitkinin Türkiye'de de farklı bölgelerde en uygun alan olduğunu ortaya koymuştur (Şekil 4.10.).

Mevcut iklim koşullarında MaxEnt modeli 2021-2040 yılları arasında SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında, *X. spinosum*'un genel olarak dünyada, Kuzey Amerika ülkelerinde kısmen uygun alanların artışını tahmin etmiştir. Benzer şekilde

model bitkinin Türkiye'de de farklı bölgelerde en uygun alan olduğunu ortaya koymuştur (Şekil 4.10.).



SSP1-2.6



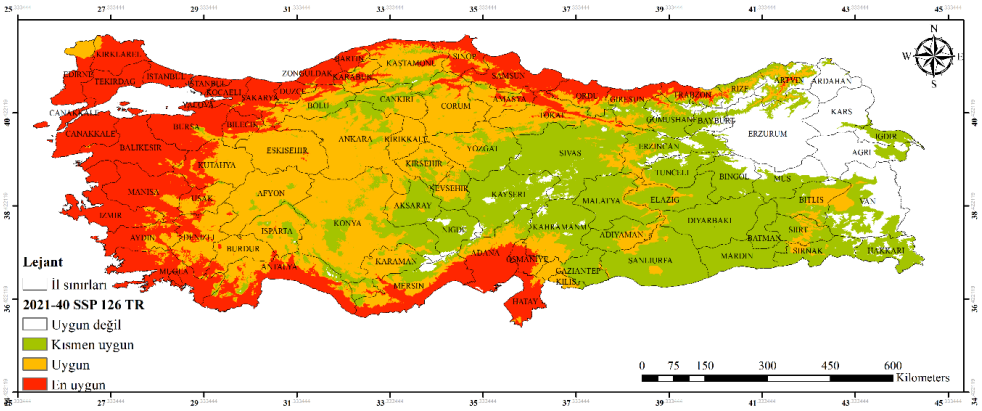
SSP5-8.5

Şekil 4.10. MaxEnt modeli tarafından tahmin edilen 2021-2040 iklim koşullarında *Xanthium spinosum*'un dünyadaki habitat uygunluğu

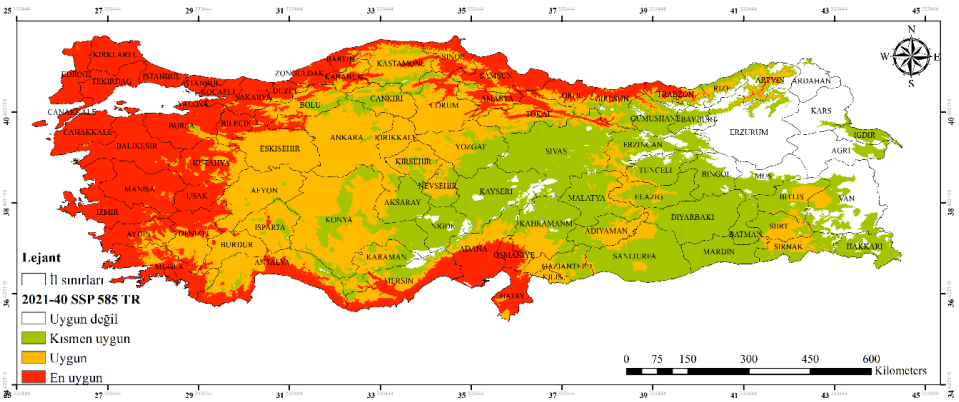
4.2.4. MaxEnt modeli tarafından tahmin edilen 2021-2040 iklim koşullarında *Xanthium spinosum*'un Türkiye'deki habitat uygunluğu

Mevcut iklim koşullarında MaxEnt modeli 2021-2040 yılları arasında SSP1-2.6 iklim değişikliği senaryoları altında, *X. spinosum*'un genel olarak Türkiye'de, Karadeniz, Ege, Marmara bölgesinde en uygun alanların artışını, Güneydoğu Anadolu ve Doğu Anadolunun bir kısmında kısmen uygun alanların artışını tahmin etmiştir. (Şekil 4.11.).

Mevcut iklim koşullarında MaxEnt modeli 2021-2040 yılları arasında SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında, *X. spinosum*'un genel olarak Türkiye'de, Karadeniz, Ege, Marmara bölgesinde en uygun alanların artışını, Güneydoğu Anadolu ve Doğu Anadolunun bir kısmında kısmen uygun alanların artışını tahmin etmiştir. (Şekil 4.11.).



SSP1-2.6



SSP5-8.5

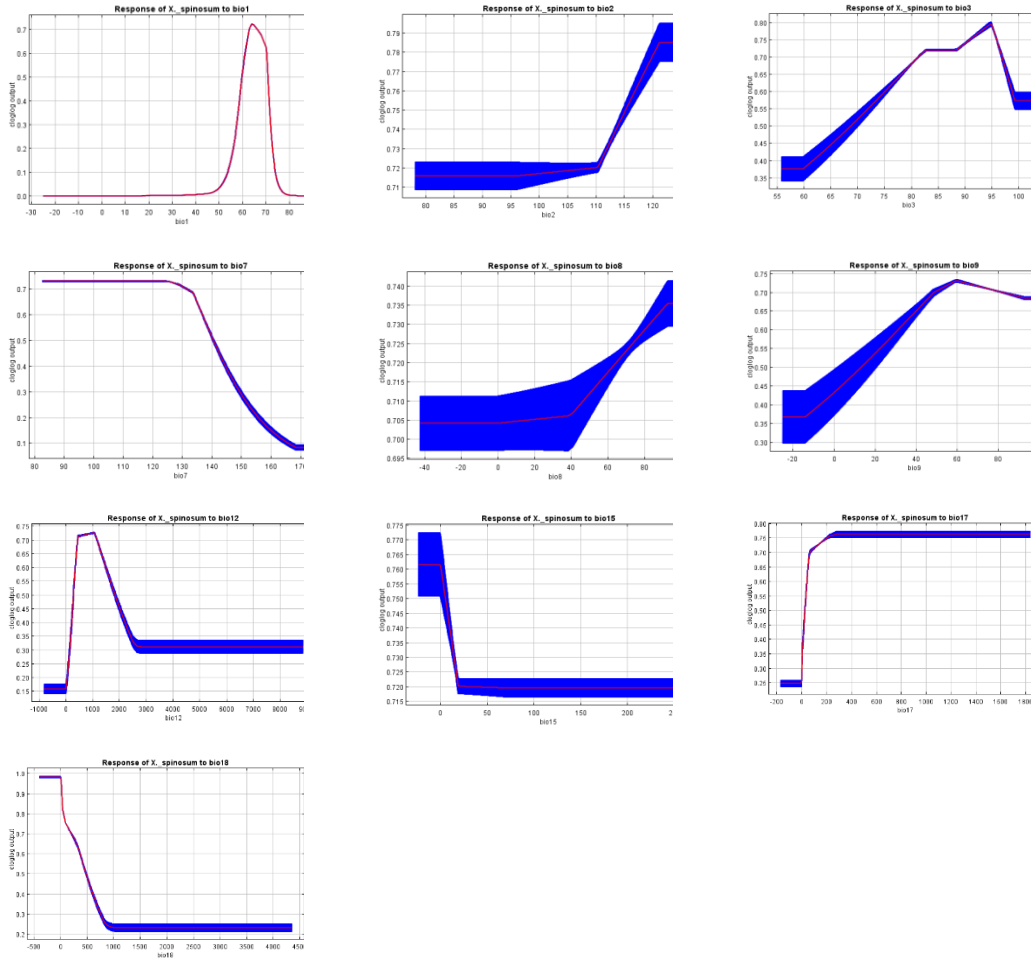
Şekil 4.11. MaxEnt modeli tarafından tahmin edilen 2021-2040 iklim koşullarında *Xanthium spinosum*'un Türkiye'deki habitat uygunluğu

Çizelge 4.2. *Xanthium spinosum*'un 2021-2040 iklim ve farklı iklim değişlik senaryolar altında habitat uygunluğunu tahmin etmek amacıyla MaxEnt modeline dahil edilen farklı iklim parametrelerinin yüzde önemi ve permütasyon önemi

İklim parametre	Yüzde önemi	Premutasyon önemi
SSP1-2.6		
Yıllık Ortalama Sıcaklık	56.70	73.50
Ortalama Günışığı Aralığı	0.10	0.00
İzotermal Sıcaklık	24.40	1.30
Yıllık Sıcaklık Aralığı	0.30	3.60
En yağışlı Çeyreğin ortalama sıcaklık	0.10	0.00
En Kurak Çeyreğin Ortalama Sıcaklık	0.20	1.40
Yıllık Yağış Miktarı	3.20	7.20
Sezonluk Yağış	0.10	0.00
En Kurak Çeyreğin Yağış Miktarı	11.90	6.20
En Sıcak Çeyreğin Yağış Miktarı	2.90	6.90
SSP5-8.5		
Yıllık Ortalama Sıcaklık	47.80	75.10
Ortalama Günışığı Aralığı	0.20	0.10
İzotermal Sıcaklık	15.10	1.40
Yıllık Sıcaklık Aralığı	0.20	3.00
En yağışlı Çeyreğin ortalama sıcaklık	0.30	0.10
En Kurak Çeyreğin Ortalama Sıcaklık	19.00	1.10
Yıllık Yağış Miktarı	4.20	7.10
Sezonluk Yağış	0.40	0.00
En Kurak Çeyreğin Yağış Miktarı	10.70	5.90
En Sıcak Çeyreğin Yağış Miktarı	2.20	6.20

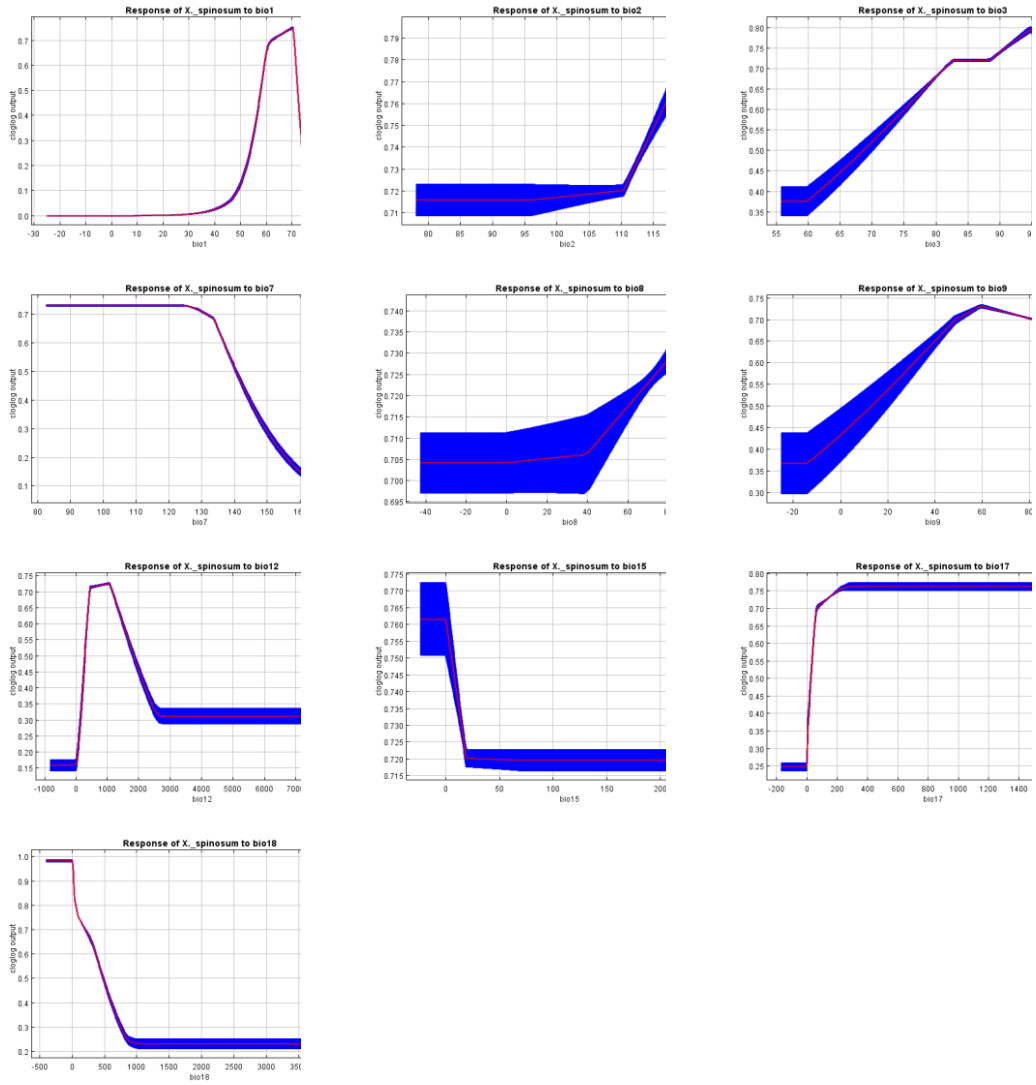
4.2.5. 2021-2040 iklim koşullarında SSP1-2.6 iklim değişiklik senaryo altında *Xanthium spinosum*'un habitat uygunluğunu tahmin etmek için MaxEnt modeline dahil edilen farklı iklim parametrelerinin tepki eğrileri

2021-2040 iklim koşullarında *X. spinosum*'un habitat uygunluğunu tahmin etmek için MaxEnt modeline dahil edilen farklı iklim parametrelerinin tepki eğrileri Şekil 4.12'de verilmiştir. Doz tepki eğerlerine göre bitkinin dağılımı belli bir değereler kadar artmış ve sonrasında da düşüş gözlemlenmiştir. Bu durum bitkinin hangi iklim aralığında dağılacağı ortaya koymaktadır.



Şekil 4.12. 2021-2040 iklim koşullarında SSP1-2.6 iklim değişiklik senaryo altında *Xanthium spinosum*'un habitat uygunluğunu tahmin etmek için MaxEnt modeline dahil edilen farklı iklim parametrelerinin tepki eğrileri

2021-2040 iklim koşullarında *X. spinosum*'un habitat uygunluğunu tahmin etmek için MaxEnt modeline dahil edilen farklı iklim parametrelerinin tepki eğrileri Şekil 4.13'de verilmiştir. ROC değerlerine göre bitkinin dağılımı belli bir değereler kadar artmış ve sonrasında da düşüş gözlemlenmiştir. Bu durum bitkinin hangi iklim aralığında dağılacağı ortaya koymaktadır.



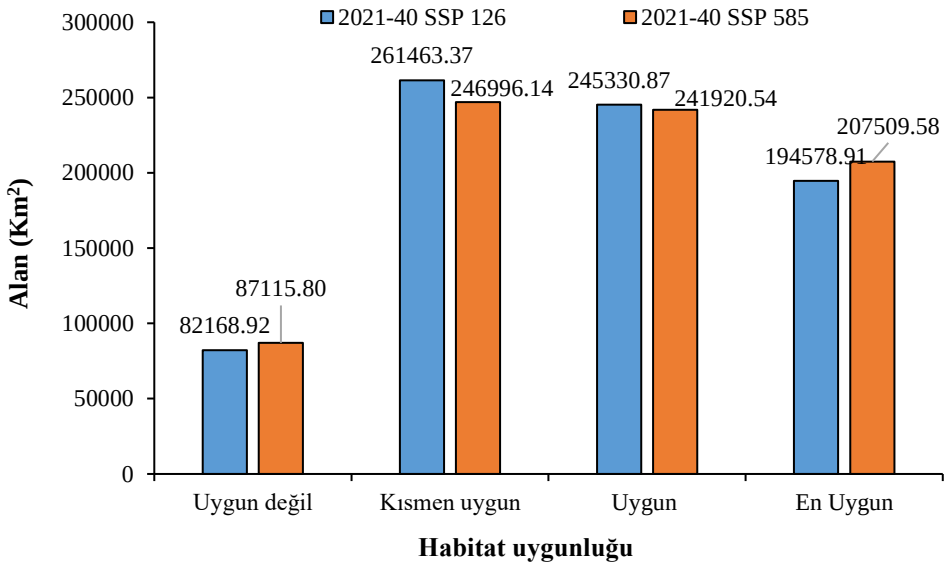
Şekil 4.13. 2021-2040 iklim koşullarında SSP5-8.5 iklim değişiklik senaryo altında *Xanthium spinosum*'un habitat uygunluğunu tahmin etmek için MaxEnt modeline dahil edilen farklı iklim parametrelerinin tepki eğrileri

4.2.6. Türkiye'deki *Xanthium spinosum*'un MaxEnt modeli tarafından tahmin edilen 2021-2040 iklim ve farklı iklim değişlik senaryolar altında habitat uygunluğu

MaxEnt model tarafından 2021-2040 iklim ve SSP1-2.6 iklim değişiklik senaryosu altında Türkiye'deki habitat uygunluğu alan olarak Şekil 4.14'te verilmiştir. Model 82168.92 km^2 alan uygun olmadığı, 261463.37 km^2 ise kısmen uygun olduğu, 245330.87 km^2 uygun ve 194578.91 km^2 ise en uygun olduğu tahmin etmiştir.

Türkiye'nin yüzölçümü oranı baktığımızda, sırasıyla %10.49, %33.37, %31.31 ve %24.83'i uygun değil, kısmen uygun, uygun ve en uygun kategorilerde yer almıştır.

MaxEnt model tarafından 2021-2040 iklim ve SSP5-8.5 iklim değişiklik senaryosu altında Türkiye'deki habitat uygunluğu alan olarak Şekil 4.14'te verilmiştir. Model 87115.80 km^2 alan uygun olmadığı, 246996.14 km^2 ise kısmen uygun olduğu, 241920.54 km^2 uygun ve 207509.58 km^2 ise en uygun olduğu tahmin etmiştir. Türkiye'nin yüzölçümü oranı baktığımızda, sırasıyla %10.49, %33.37, %31.31 ve %24.83'i uygun değil, kısmen uygun, uygun ve en uygun kategorilerde yer almıştır.

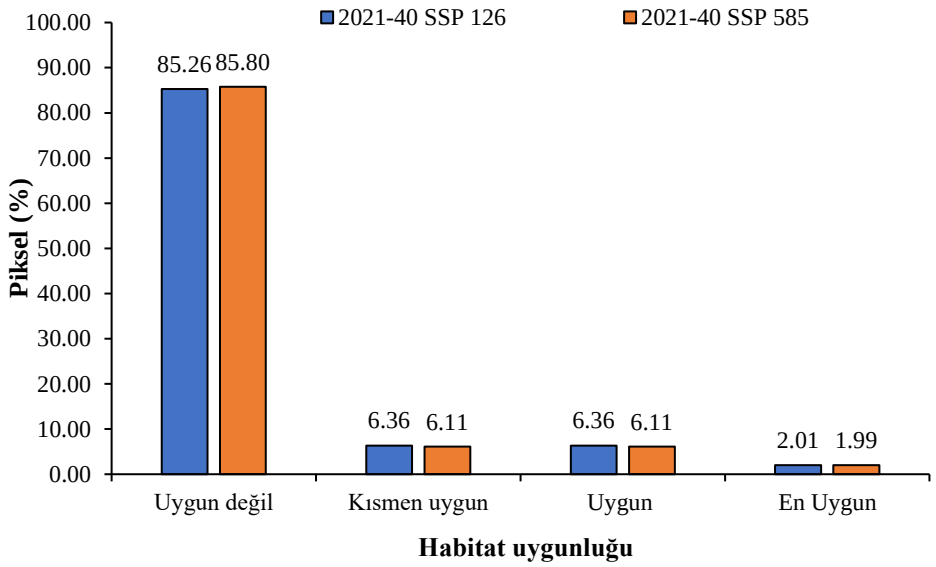


Şekil 4.14. Türkiye'deki *Xanthium spinosum*'un MaxEnt modeli tarafından tahmin edilen 2021-2040 iklim ve farklı iklim değişlik senaryolar altında habitat uygunluğu

4.2.7. Dünya'daki *Xanthium spinosum*'un MaxEnt modeli tarafından tahmin edilen 2021-2040 iklim ve farklı iklim değişlik senaryolar altında habitat uygunluğu

Global düzeyde baktığımızda 2021-2040 iklim ve SSP1-2.6 iklim değişiklik senaryo altında dünyanın %85 alanı model tarafından *X. spinosum* için uygun olmadığı tahmin edilmiştir. Farklı habitat uygunluğu kategoriler ele aldığımızda, %85.26 pikseller uygun olamadığı tahmin edilirken, %6.36 kısmen uygun, %6.36 uygun ve %2.01 pikseller en uygun kategori de tahmin edilmiştir.

2021-2040 iklim ve SSP5-8.5 iklim değişiklik senaryo altında da dünyanın %85 alanı model tarafından *X. spinosum* için uygun olmadığı tahmin edilmiştir. Farklı habitat uygunluğu kategoriler ele aldığımızda, %85.80 pikseller uygun olamadığı tahmin edilirken, %6.11 kısmen uygun, %6.11 uygun ve %1.99 pikseller en uygun kategori de tahmin edilmiştir.



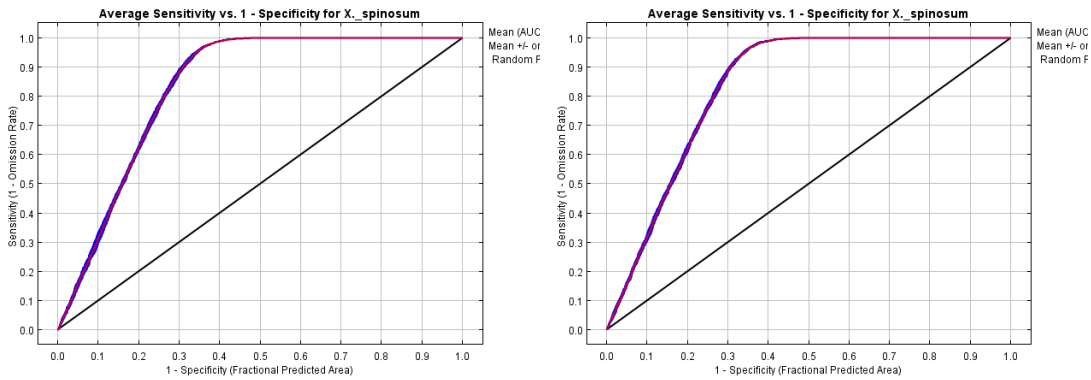
Şekil 4.15. Dünya'daki *Xanthium spinosum*'un MaxEnt modeli tarafından tahmin edilen 2021-2040 iklim ve farklı iklim değişlik senaryolar altında habitat uygunluğu

4.3. 2041-2060 İklime Göre Farklı İklim Değişlik Senaryolar Altında *Xanthium spinosum*'un Dünya ve Türkiye'deki Habitat Uygunluğu

4.3.1. 2041-2060 iklim koşulları altında *Xanthium spinosum*'un habitat uygunluğunu tahmin etmek amacıyla kullanılan MaxEnt modelinin tahmin gücü

Xanthium spinosum'un 2041-2060'teki dağılım alanlarının tahmininde modelin tahmin gücüne ilişkin sonuçlar Şekil 4.16'te verilmiştir. MaxEnt modeli ile yapılan değerlendirmede *X. spinosum* bitki türünün 2041-2060 iklim ve SSP1-2.6 iklim değişiklik senaryo altında modelin AUC değeri 0.833 olmuştur (Şekil 4.16.). Benzer şekilde 2041-2060 iklim ve SSP5-8.5 iklim değişiklik senaryo altında modelin AUC değeri 0.833 olmuştur (Şekil 4.16.). Bu durum MaxEnt modelin mevcut iklim altında

olduğu gibi 2041-2060 iklim ve farklı iklim değişiklik senaryolar altında *X. spinosum*'un dağılım alanlar yüksek tahmin gücü ile ortaya koyduğu saptanmıştır.

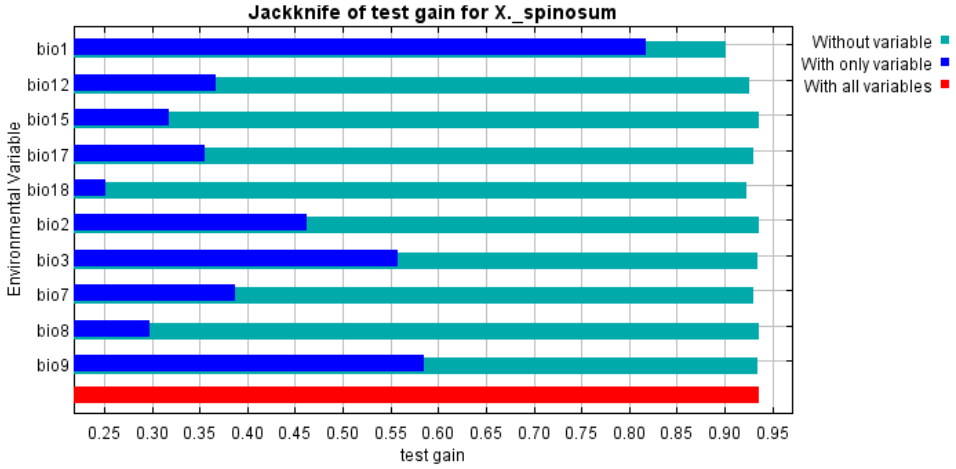


SSP1-2.6 **SSP5-8.5**

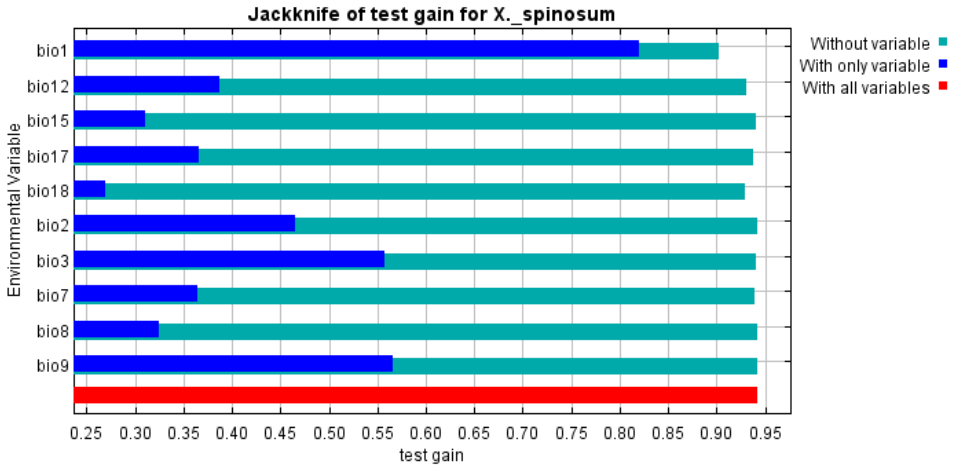
Şekil 4.16. 2041-2060 iklim koşulları altında *Xanthium spinosum*'un habitat uygunluğunu tahmin etmek amacıyla kullanılan MaxEnt modelinin tahmin gücü

4.3.2. *Xanthium spinosum*'un 2041-2060 iklim koşulları altında habitat uygunluğunu tahmin etmek amacıyla MaxEnt modelinde kullanılan iklim parametrelerinin Jackknife analizi

Jackknife testine göre modele dahil edilen dokuz farklı iklim parametrelerinden mevcut iklim altında *X. spinosum*'un habitat uygunluğu tahmininde en fazla modele katkı sağlayan parametreleri yıllık ortalama sıcaklık (%45.00), izotermal sıcaklık (%27.70), ve en kurak çeyreğin yağış miktarı olmuştur (%10.30) (Şekil 4.17. ve Çizelge 4.3.). Benzer şekilde bu dört parametre en yüksek premütasyon önemine sahip olmuştur. Yıllık ortalama sıcaklık, izotermal sıcaklık, en kurak çeyreğin ortalama sıcaklık ve en kurak çeyreğin yağış miktarı'nın premütasyon önem değerleri sırasıyla %73.50, %7.20, ve %6.20 olmuştur. Sonuçlar, sıcaklığı *X. spinosum* dağılımını etki eden baskın bir faktör olacağını göstermiştir.



SSP1-2.6



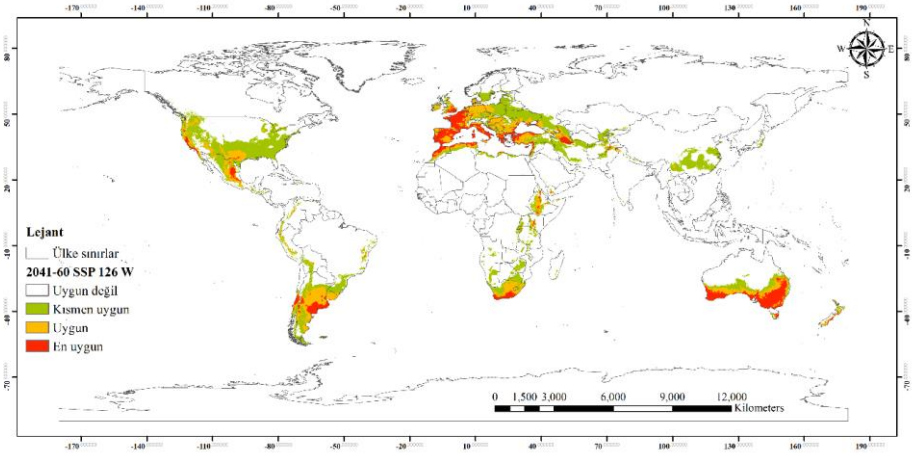
SSP5-8.5

Şekil 4.17. *Xanthium spinosum*'un 2041-2060 iklim koşulları altında habitat uygunluğunu tahmin etmek amacıyla MaxEnt modelinde kullanılan iklim parametrelerinin Jackknife analizi

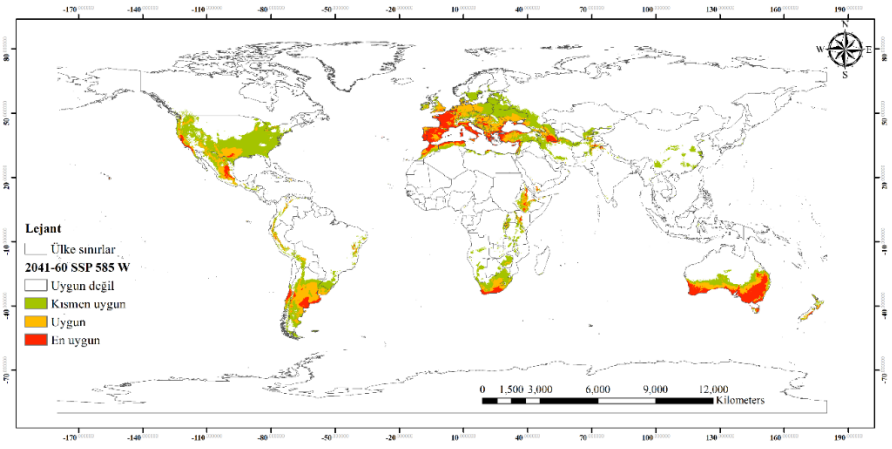
4.3.3. MaxEnt modeli tarafından tahmin edilen 2041-2060 iklim koşullarında *Xanthium spinosum*'un Dünyadaki habitat uygunluğu

Mevcut iklim koşullarında MaxEnt modeli 2041-2060 yılları arasında SSP1-2.6 iklim değişikliği senaryoları altında, *X. spinosum*'un genel olarak dünyada, Avrupa ülkelerinde kısmen uygun alanların artışını tahmin etmiştir. Benzer şekilde model bitkinin Türkiye'de de farklı bölgelerde en uygun alan olduğunu ortaya koymuştur (Şekil 4.18.).

Mevcut iklim koşullarında MaxEnt modeli 2021-2040 yılları arasında SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında, *X. spinosum*'un genel olarak dünyada, Kuzey Amerika ülkelerinde kısmen uygun alanların artışını tahmin etmiştir. Benzer şekilde model bitkinin Türkiye'de de farklı bölgelerde en uygun alan olduğunu ortaya koymuştur (Şekil 4.18.).



SSP1-2.6



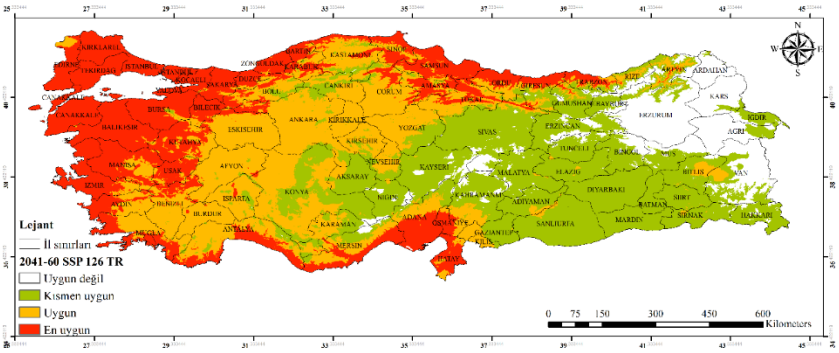
SSP5-8.5

Şekil 4.18. MaxEnt modeli tarafından tahmin edilen 2041-2060 iklim koşullarında *Xanthium spinosum*'un dünyadaki habitat uygunluğu

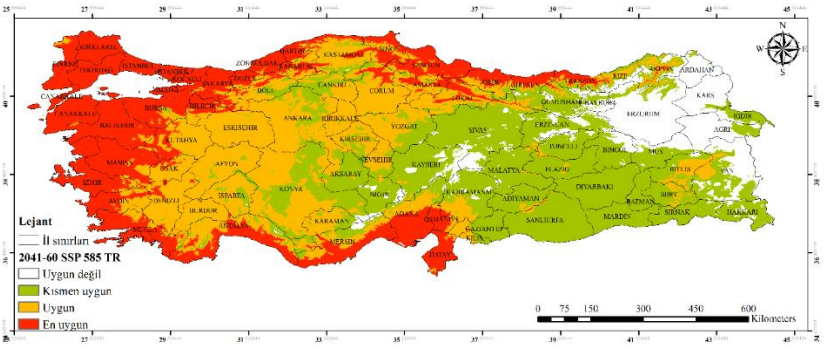
4.3.4. MaxEnt modeli tarafından tahmin edilen 2041-2060 iklim koşullarında *Xanthium spinosum*'un Türkiye'deki habitat uygunluğu

Mevcut iklim koşullarında MaxEnt modeli 2021-2040 yılları arasında SSP1-2.6 iklim değişikliği senaryoları altında, *X. spinosum*'un genel olarak Türkiye'de, Karadeniz, Marmara, Ege ve Akdeniz'de en uygun olduğu Güneydoğu Anadolu bölgesi ve İç Anadolu bölgesinde kısmen uygun olacağı belirlenmiştir. (Şekil 4.19.).

Mevcut iklim koşullarında MaxEnt modeli 2021-2040 yılları arasında SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında, *X. spinosum*'un genel olarak Türkiye, Türkiye'de, Karadeniz, Marmara, Ege ve Akdeniz'de en uygun olduğu Güneydoğu Anadolu bölgesi ve İç Anadolu bölgesinde kısmen uygun olacağı belirlenmiştir (Şekil 4.19.).



SSP1-2.6



SSP5-8.5

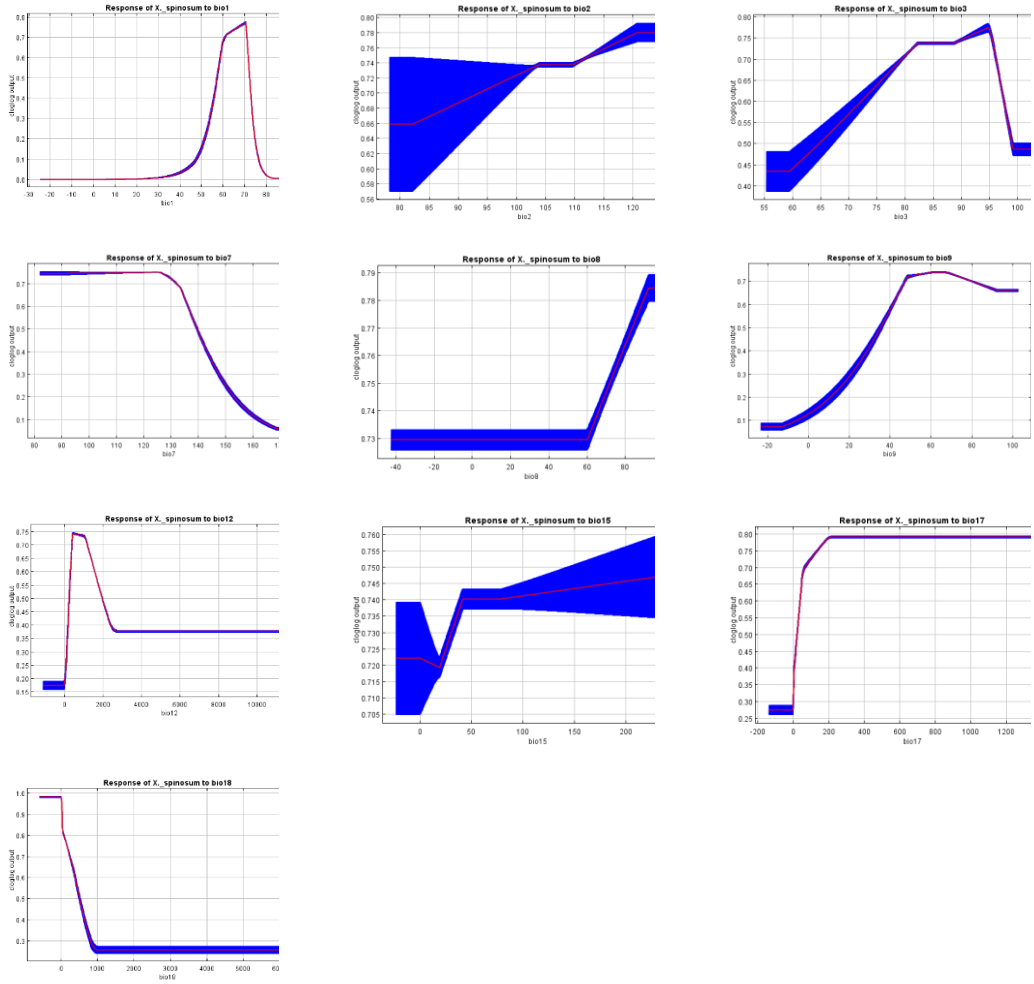
Şekil 4.19. MaxEnt modeli tarafından tahmin edilen 2041-2060 iklim koşullarında *Xanthium spinosum*'un Türkiye'deki habitat uygunluğu

Çizelge 0.3. *Xanthium spinosum*'un 2041-2060 iklim ve farklı iklim değişlik senaryolar altında habitat uygunluğunu tahmin etmek amacıyla MaxEnt modeline dahil edilen farklı iklim parametrelerinin yüzde önemi ve permütasyon önemi

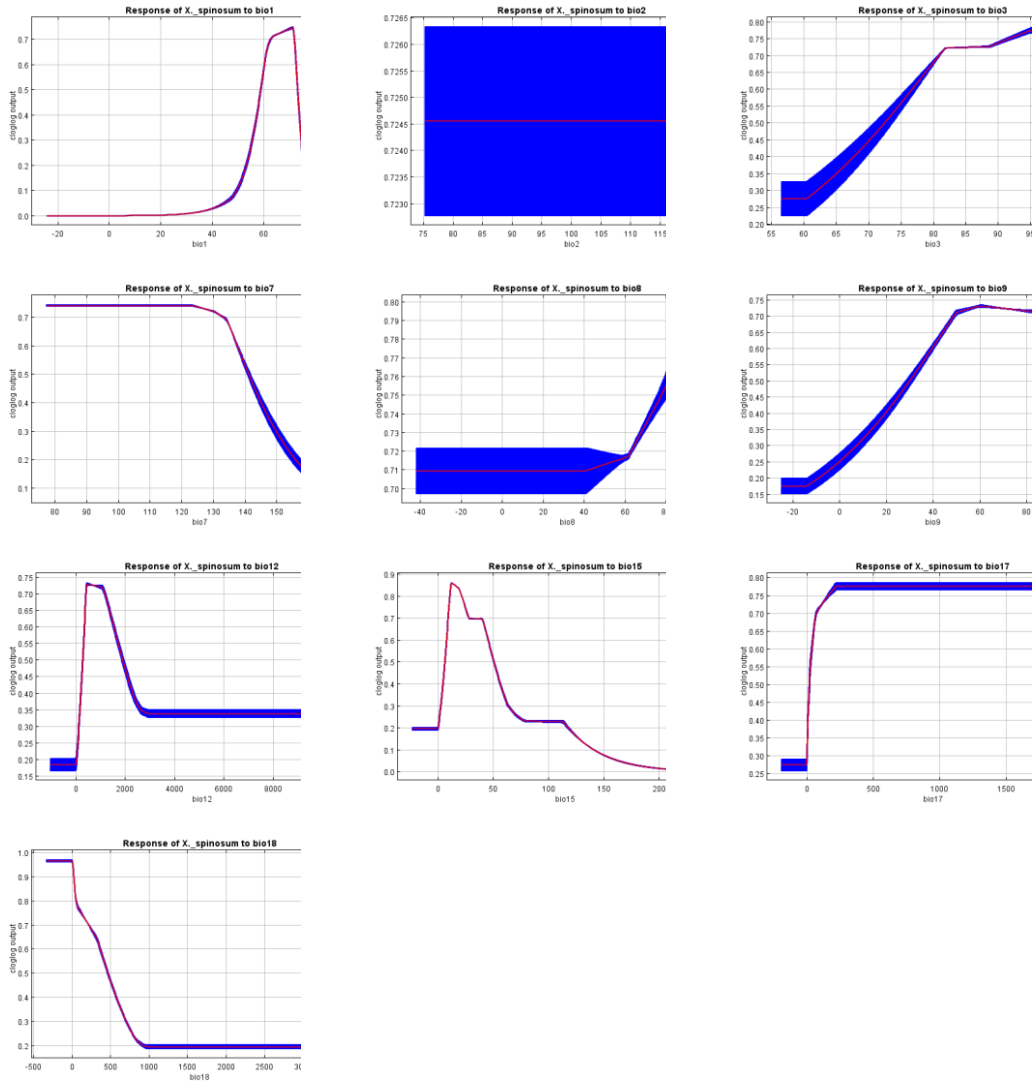
İklim parametre	Yüzde önemi	Premutasyon önemi
SSP1-2.6		
Yıllık Ortalama Sıcaklık	45.00	70.60
Ortalama Günışığı Aralığı	0.60	0.20
İzotermal Sıcaklık	10.30	0.80
Yıllık Sıcaklık Aralığı	0.40	4.70
En yağışlı Çeyreğin ortalama sıcaklık	0.10	0.10
En Kurak Çeyreğin Ortalama Sıcaklık	27.70	4.90
Yıllık Yağış Miktarı	3.50	6.60
Sezonluk Yağış	0.10	0.00
En Kurak Çeyreğin Yağış Miktarı	10.30	6.00
En Sıcak Çeyreğin Yağış Miktarı	2.10	6.00
SSP5-8.5		
Yıllık Ortalama Sıcaklık	46.30	73.80
Ortalama Günışığı Aralığı	0.00	0.00
İzotermal Sıcaklık	10.80	2.10
Yıllık Sıcaklık Aralığı	0.60	3.00
En yağışlı Çeyreğin ortalama sıcaklık	0.20	0.20
En Kurak Çeyreğin Ortalama Sıcaklık	24.80	2.70
Yıllık Yağış Miktarı	3.40	6.40
Sezonluk Yağış	0.30	0.30
En Kurak Çeyreğin Yağış Miktarı	10.50	5.40
En Sıcak Çeyreğin Yağış Miktarı	3.20	6.00

4.3.5. 2041-2060 iklim koşullarında SSP1-2.6 iklim değişiklik senaryo altında *Xanthium spinosum*'un habitat uygunluğunu tahmin etmek için MaxEnt modeline dahil edilen farklı iklim parametrelerinin tepki eğrileri

2041-2060 iklim koşullarında *X. spinosum*'un habitat uygunluğunu tahmin etmek için MaxEnt modeline dahil edilen farklı iklim parametrelerinin tepki eğrileri Şekil 4.20'de verilmiştir. ROC değerlerine göre bitkinin dağılımı belli bir değereler kadar artmış ve sonrasında da düşüş gözlemlenmiştir. Bu durum bitkinin hangi iklim aralığında dağılacağı ortaya koymaktadır.



Şekil 4.20. 2041-2060 iklim koşullarında SSP1-2.6 iklim değişiklik senaryo *Xanthium spinosum*'un habitat uygunluğunu tahmin etmek için MaxEnt modeline dahil edilen farklı iklim parametrelerinin tepki eğrileri



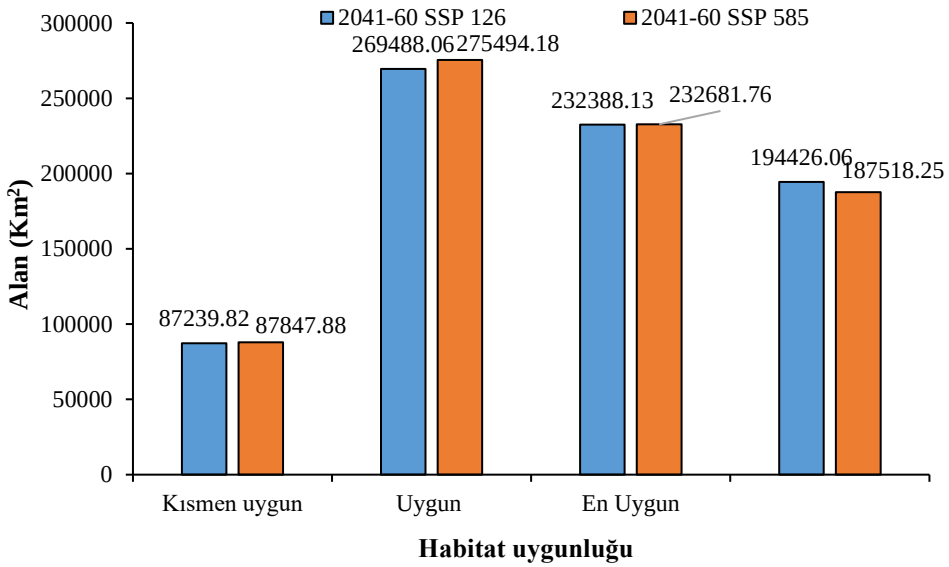
Şekil 4.21. 2041-2060 iklim koşullarında SSP5-8.5 iklim değişiklik senaryo altında *Xanthium spinosum*'un habitat uygunluğunu tahmin etmek için MaxEnt modeline dahil edilen farklı iklim parametrelerinin tepki eğrileri

4.3.6. Türkiye'deki *Xanthium spinosum*'un MaxEnt modeli tarafından tahmin edilen 2041-2060 iklim ve farklı iklim değişlik senaryolar altında habitat uygunluğu

MaxEnt model tarafından 2041-2060 iklim ve SSP1-2.6 iklim değişiklik senaryo altında Türkiye'deki habitat uygunluğu alan olarak Şekil 4.23'te verilmiştir. Model 87239.82 km^2 alan uygun olmadığı, 269488.06 km^2 ise kısmen uygun olduğu, 232388.13 km^2 uygun ve 194426.06 km^2 ise en uygun olduğu tahmin etmiştir.

Türkiye'nin yüzölçümü oranı baktığımızda, sırasıyla %11.13, %34.39, %29.66 ve %24.81'i uygun değil, kısmen uygun, uygun ve en uygun kategorilerde yer almıştır.

MaxEnt model tarafından 2041-2060 iklim ve SSP5-8.5 iklim değişiklik senaryosu altında Türkiye'deki habitat uygunluğu alan olarak Şekil 4.22'de verilmiştir. Model 87847.88 km^2 alan uygun olmadığı, 275494.18 km^2 ise kısmen uygun olduğu, 232681.76 km^2 uygun ve 187518.25 km^2 ise en uygun olduğu tahmin etmiştir. Türkiye'nin yüzölçümü oranı baktığımızda, sırasıyla %11.13, %34.39, %29.66 ve %24.81'i uygun değil, kısmen uygun, uygun ve en uygun kategorilerde yer almıştır.



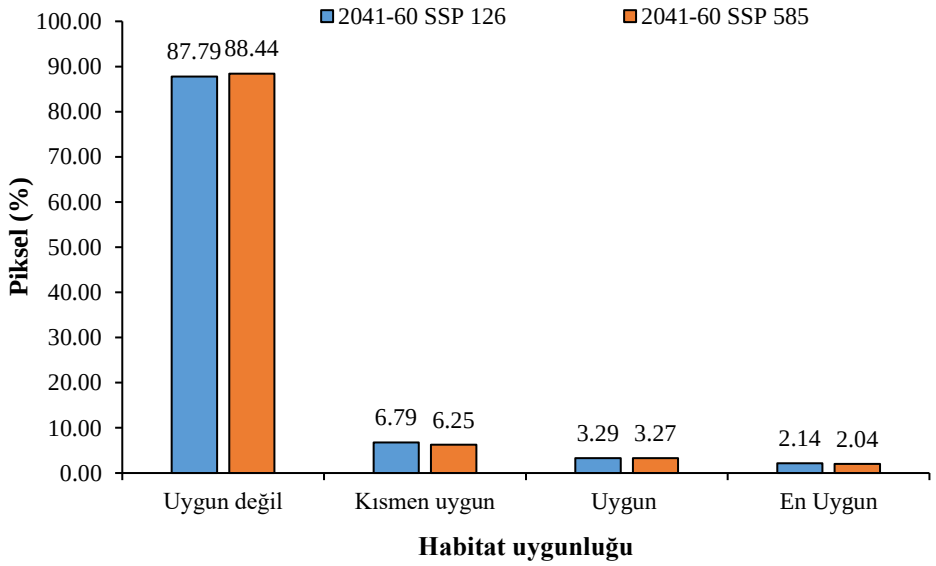
Şekil 4.22. Türkiye'deki *Xanthium spinosum*'un MaxEnt modeli tarafından tahmin edilen 2041-2060 iklim ve farklı iklim değişlik senaryolar altında habitat uygunluğu

4.3.7. Dünya'da 2041-2060 iklim ve farklı iklim değişlik senaryolar altında *Xanthium spinosum*'un habitat uygunluğu

Global düzeyde baktığımızda 2041-2060 iklim ve SSP1-2.6 iklim değişiklik senaryo altında dünyanın %87 alanı model tarafından *X. spinosum* için uygun olmadığı tahmin edilmiştir. Farklı habitat uygunluğu kategoriler ele aldığımızda, %87.79

pikseller uygun olamadığı tahmin edilirken, %6.79 kısmen uygun, %3.29 uygun ve %2.14 pikseller en uygun kategori de tahmin edilmiştir (Şekil 4.23.).

Global düzeyde baktığımızda 2041-2060 iklim ve SSP5-8.5 iklim değişiklik senaryosu altında dünyanın %88 alanı model tarafından *X. spinosum* için uygun olmadığı tahmin edilmiştir. Farklı habitat uygunluğu kategoriler ele aldığımızda, %88.44 pikseller uygun olamadığı tahmin edilirken, %6.25 kısmen uygun, %3.27 uygun ve %2.04 pikseller en uygun kategori de tahmin edilmiştir (Şekil 4.23.).



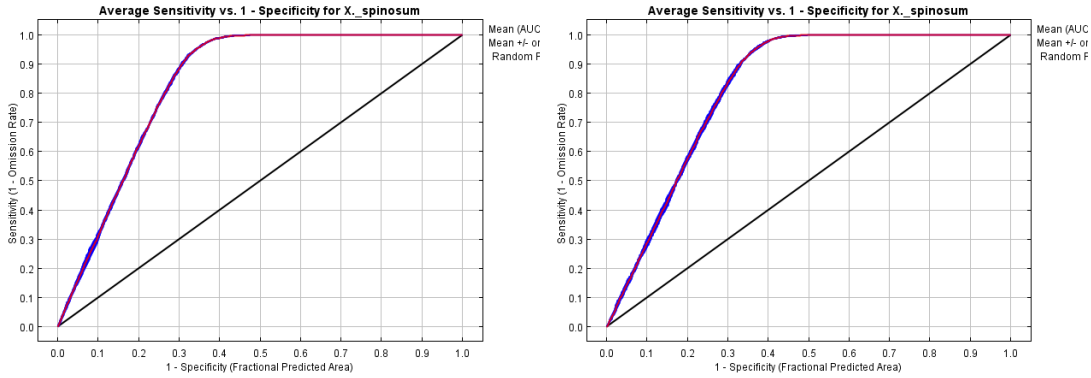
Şekil 4.23. Dünya'daki *Xanthium spinosum*'un MaxEnt modeli tarafından tahmin edilen 2041-2060 iklim ve farklı iklim değişlik senaryolar altında habitat uygunluğu

4.4. 2061-2080 iklime göre farklı iklim değişlik senaryolar altında *Xanthium spinosum*'un Dünya ve Türkiye'deki habitat uygunluğu

4.4.1. 2061-2080 iklim koşulları altında *Xanthium spinosum*'un habitat uygunluğunu tahmin etmek amacıyla kullanılan MaxEnt modelinin tahmin gücü

Xanthium spinosum'un 2061-2080'teki dağılım alanlarının tahmininde modelin tahmin gücüne ilişkin sonuçlar Şekil 4.24'te verilmiştir. MaxEnt modeli ile yapılan değerlendirmede *X. spinosum* bitki türünün 2061-2080 iklim ve SSP1-2.6 iklim

değişiklik senaryo altında modelin AUC değeri 0.833 olmuştur (Şekil 4.24.). Benzer şekilde 2061-2080 iklim ve SSP5-8.5 iklim değişiklik senaryo altında modelin AUC değeri %0.819 olmuştur (Şekil 4.24.). Bu durum MaxEnt modelin mevcut iklim altında olduğu gibi 2061-2080 iklim ve farklı iklim değişiklik senaryolar altında *X. spinosum*'un dağılım alanlar yüksek tahmin gücü ile ortaya koyduğu saptanmıştır.

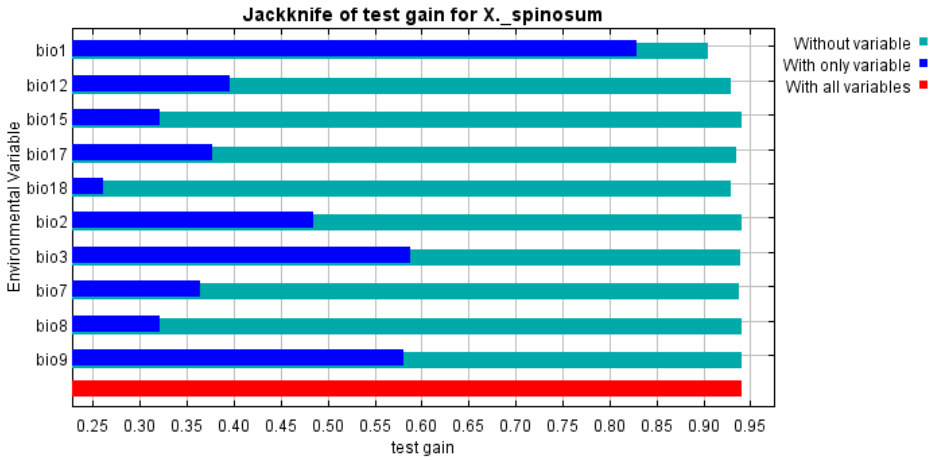


SSP1-2.6 **SSP5-8.5**

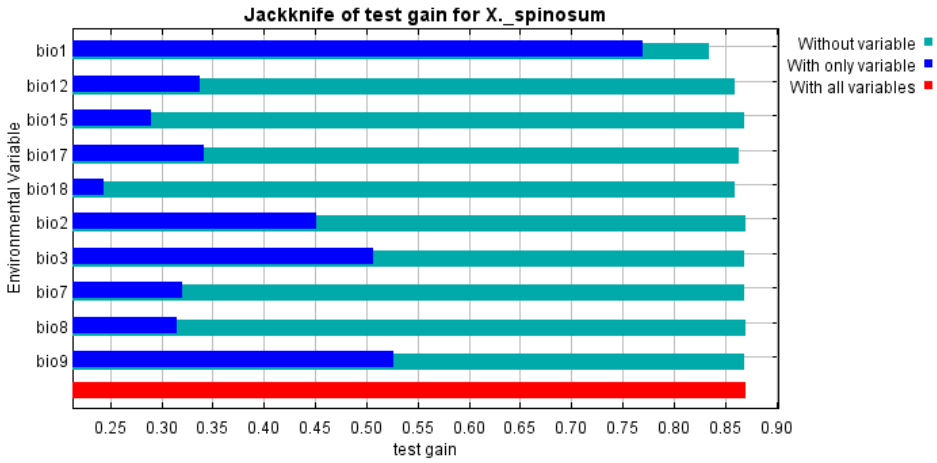
Şekil 4.24. MaxEnt modeli tarafından tahmin edilen 2021-2040 iklim koşullarında *Xanthium spinosum*'un dünyadaki habitat uygunluğu

4.4.2. *Xanthium spinosum*'un 2061-2080 iklim koşulları altında habitat uygunluğunu tahmin etmek amacıyla MaxEnt modelinde kullanılan iklim parametrelerinin Jackknife analizi

Jackknife testine göre modele dahil edilen dokuz farklı iklim parametrelerinden mevcut iklim altında *X. spinosum*'un habitat uygunluğu tahmininde en fazla modele katkı sağlayan parametreleri yıllık ortalama sıcaklık (%49.20), izotermal sıcaklık (%15.10), ve en kurak çeyreğin yağış miktarı olmuştur (%10.80) (Şekil 4.25. ve Çizelge 4.4.). Benzer şekillinde bu dört parametre en yüksek premütasyon önemine sahip olmuştur. Yıllık ortalama sıcaklık, izotermal sıcaklık, en kurak çeyreğin ortalama sıcaklık ve en kurak çeyreğin yağış miktarı'nın premütasyon önem değerleri sırasıyla %73.70, %2.10, %8.80 ve %4.30 olmuştur. Sonuçlar, *X. spinosum* dağılımını kontrol etmede sıcaklığın baskın bir faktör olacağını göstermiştir.



SSP1-2.6



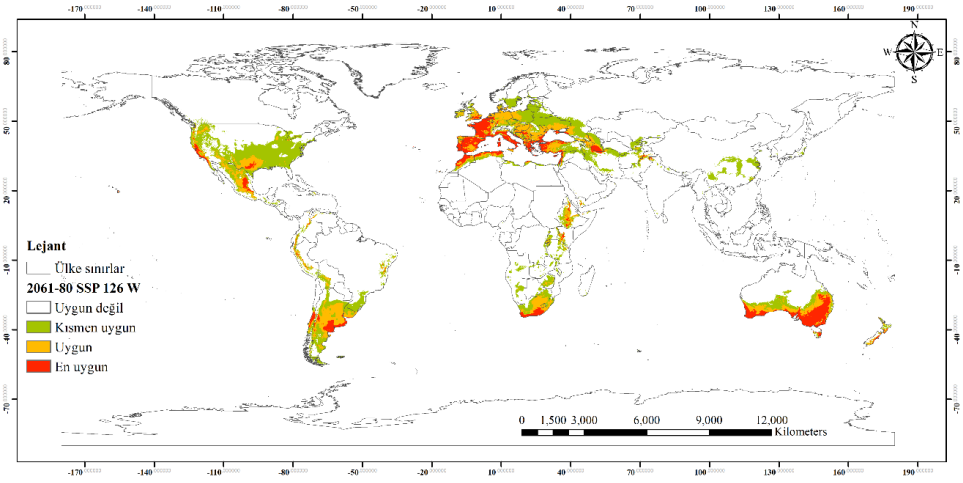
SSP5-8.5

Şekil 4.25. *Xanthium spinosum*'un 2061-2080 iklim koşulları altında habitat uygunluğunu tahmin etmek amacıyla MaxEnt modelinde kullanılan iklim parametrelerinin Jackknife analizi

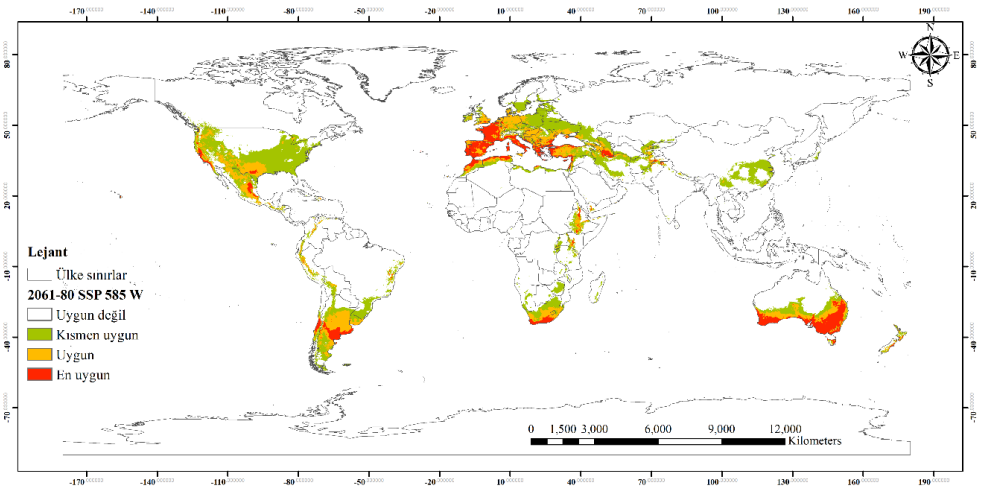
4.4.3. Dünyada 2061-2080 iklim koşullarında *Xanthium spinosum*'un habitat uygunluğu

Mevcut iklim koşullarında MaxEnt modeli 2061-2080 yılları arasında SSP1-2.6 iklim değişikliği senaryoları altında, *X. spinosum*'un genel olarak dünyada, Avrupa ülkelerinde kısmen uygun alanların artışını tahmin etmiştir. Benzer şekilde model bitkinin Türkiye'de de farklı bölgelerde en uygun alan olduğunu ortaya koymuştur (Şekil 4.26.).

Mevcut iklim koşullarında MaxEnt modeli 2061-2080 yılları arasında SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında, *X. spinosum*'un genel olarak dünyada, Kuzey Amerika ülkelerinde kısmen uygun alanların artışını tahmin etmiştir. Benzer şekilde model bitkinin Türkiye'de de farklı bölgelerde en uygun alan olduğunu ortaya koymuştur (Şekil 4.26.).



SSP1-2.6



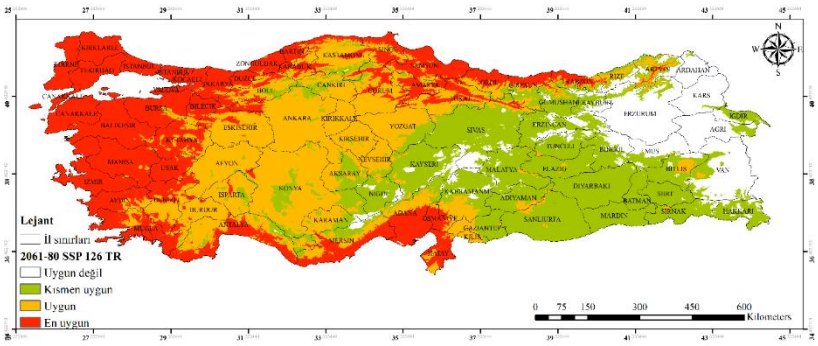
SSP5-8.5

Şekil 4.26. MaxEnt modeli tarafından tahmin edilen 2061-2080 iklim koşullarında *Xanthium spinosum*'un dünyadaki habitat uygunluğu

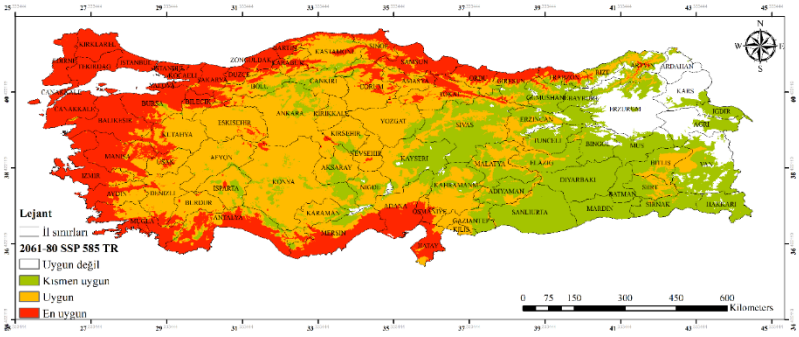
4.4.4. Türkiye'de 2061-2080 iklim koşullarında *Xanthium spinosum*'un habitat uygunluğu

Mevcut iklim koşullarında MaxEnt modeli 2061-2080 yılları arasında SSP1-2.6 iklim değişikliği senaryoları altında, *X. spinosum*'un genel olarak Türkiye'de, Karadeniz, Marmara, Ege ve Akdeniz'de en uygun olduğu Güneydoğu Anadolu bölgesi ve İç Anadolu bölgesinde kısmen uygun olacağı belirlenmiştir. (Şekil 4. 27.).

Mevcut iklim koşullarında MaxEnt modeli 2061-2080 yılları arasında SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında, *X. spinosum*'un genel olarak Türkiye, Türkiye'de, Karadeniz, Marmara, Ege ve Akdeniz'de en uygun olduğu Güneydoğu Anadolu bölgesi ve İç Anadolu bölgesinde kısmen uygun olacağı belirlenmiştir (Şekil 4.27.).



SSP1-2.6



SSP5-8.5

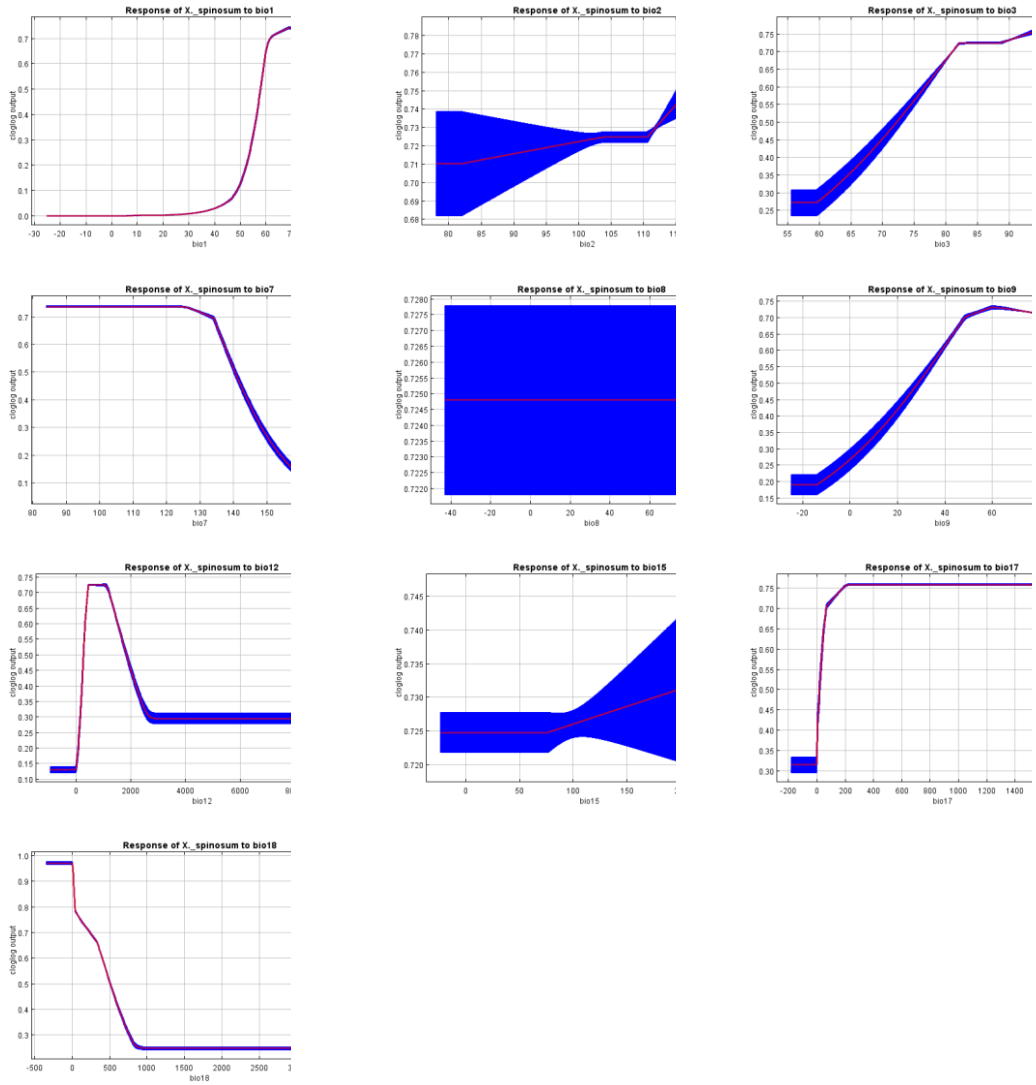
Şekil 4.27. MaxEnt modeli tarafından tahmin edilen 2061-2080 iklim koşullarında *Xanthium spinosum*'un Türkiye'deki habitat uygunluğu

Çizelge 4.4. *Xanthium spinosum*'un 2061-2080 iklim ve farklı iklim değişlik senaryolar altında habitat uygunluğunu tahmin etmek amacıyla MaxEnt modeline dahil edilen farklı iklim parametrelerinin yüzde önemi ve permütasyon önemi

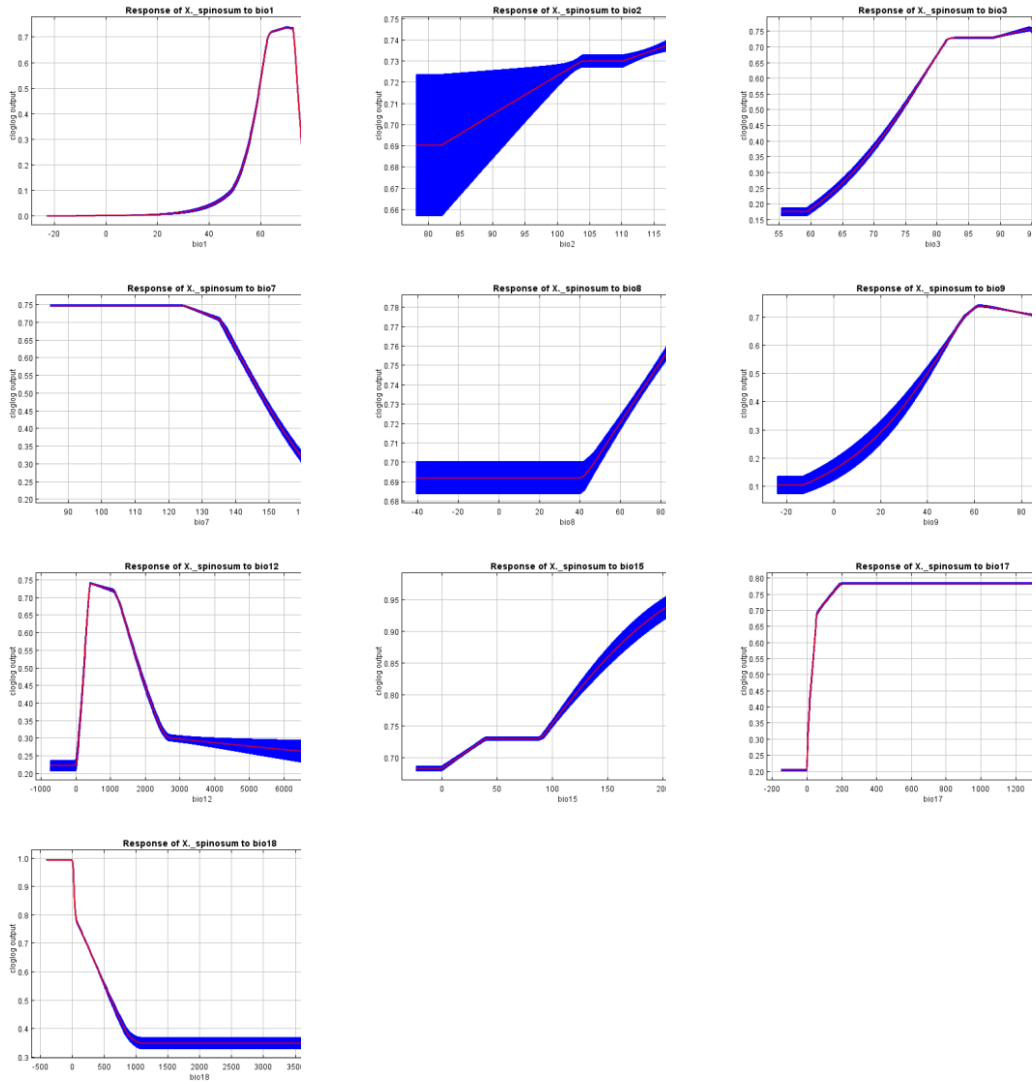
İklim parametre	Yüzde önemi	Premutasyon önemi
SSP1-2.6		
Yıllık Ortalama Sıcaklık	49.20	73.70
Ortalama Günışığı Aralığı	0.00	0.00
İzotermal Sıcaklık	15.10	2.10
Yıllık Sıcaklık Aralığı	0.50	3.40
En yağışlı Çeyreğin ortalama sıcaklık	0.20	0.00
En Kurak Çeyreğin Ortalama Sıcaklık	17.80	2.50
Yıllık Yağış Miktarı	3.90	8.80
Sezonluk Yağış	0.10	0.00
En Kurak Çeyreğin Yağış Miktarı	10.80	4.30
En Sıcak Çeyreğin Yağış Miktarı	2.30	5.30
SSP5-8.5		
Yıllık Ortalama Sıcaklık	36.00	67.10
Ortalama Günışığı Aralığı	6.40	0.10
İzotermal Sıcaklık	8.80	3.60
Yıllık Sıcaklık Aralığı	0.20	1.70
En yağışlı Çeyreğin ortalama sıcaklık	0.10	0.20
En Kurak Çeyreğin Ortalama Sıcaklık	32.60	4.80
Yıllık Yağış Miktarı	3.40	6.80
Sezonluk Yağış	0.30	0.50
En Kurak Çeyreğin Yağış Miktarı	10.70	8.90
En Sıcak Çeyreğin Yağış Miktarı	1.50	6.30

4.4.5. 2061-2080 iklim koşullarında SSP1-2.6 iklim değişiklik senaryo altında *Xanthium spinosum*'un habitat uygunluğunu tahmin etmek için MaxEnt modeline dahil edilen farklı iklim parametrelerinin tepki eğrileri

2061-2080 iklim koşullarında *X. spinosum*'un habitat uygunluğunu tahmin etmek için MaxEnt modeline dahil edilen farklı iklim parametrelerinin tepki eğrileri Şekil 4.28'de verilmiştir.



Şekil 4.28. 2061-2080 iklim koşullarında SSP1-2.6 iklim değişiklik senaryo altında *Xanthium spinosum*'un habitat uygunluğunu tahmin etmek için MaxEnt modeline dahil edilen farklı iklim parametrelerinin tepki eğrileri



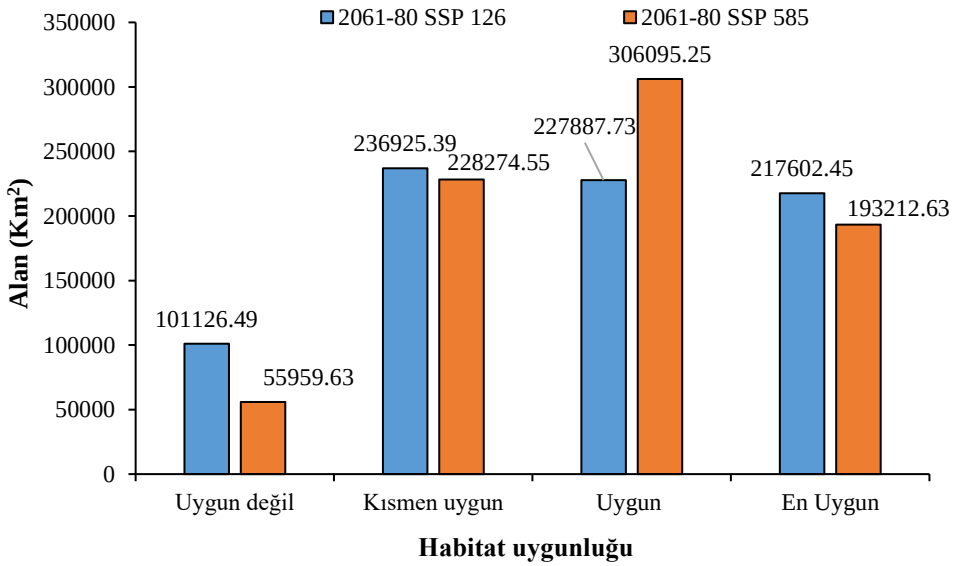
Şekil 4.29. 2061-2080 iklim koşullarında SSP5-8.5 iklim değişiklik senaryo altında *Xanthium spinosum*'un habitat uygunluğunu tahmin etmek için MaxEnt modeline dahil edilen farklı iklim parametrelerinin tepki eğrileri

4.4.6. Türkiye'de 2061-2080 iklim ve farklı iklim değişlik senaryolar altında *Xanthium spinosum*'un habitat uygunluğu

MaxEnt model tarafından 2061-2080 iklim ve SSP1-2.6 iklim değişiklik senaryosu altında Türkiye'deki habitat uygunluğu alan olarak Şekil 4.30'da verilmiştir. Model 101126.49 km^2 alan uygun olmadığı, 2369245.39 km^2 ise kısmen uygun olduğu, 227887.73 km^2 uygun ve 217602.54 km^2 ise en uygun olduğu tahmin etmiştir. Türkiye'nin yüzölçümü oranı baktığımızda, sırasıyla %11.21, %35.16,

%29.70 ve %23,93'i uygun değil, kısmen uygun, uygun ve en uygun kategorilerde yer almıştır.

MaxEnt model tarafından 2041-2060 iklim ve SSP5-8.5 iklim değişiklik senaryo altında Türkiye'deki habitat uygunluğu alan olarak Şekil 4.30'da verilmiştir. Model 55959.63 km^2 alan uygun olmadığı, 228274.55 km^2 ise kısmen uygun olduğu, 306095.25 km^2 uygun ve 193212.63 km^2 ise en uygun olduğu tahmin etmiştir. Türkiye'nin yüzölçümü oranı baktığımızda, sırasıyla %11.13, %34.39, %29.66 ve %24.81'i uygun değil, kısmen uygun, uygun ve en uygun kategorilerde yer almıştır.

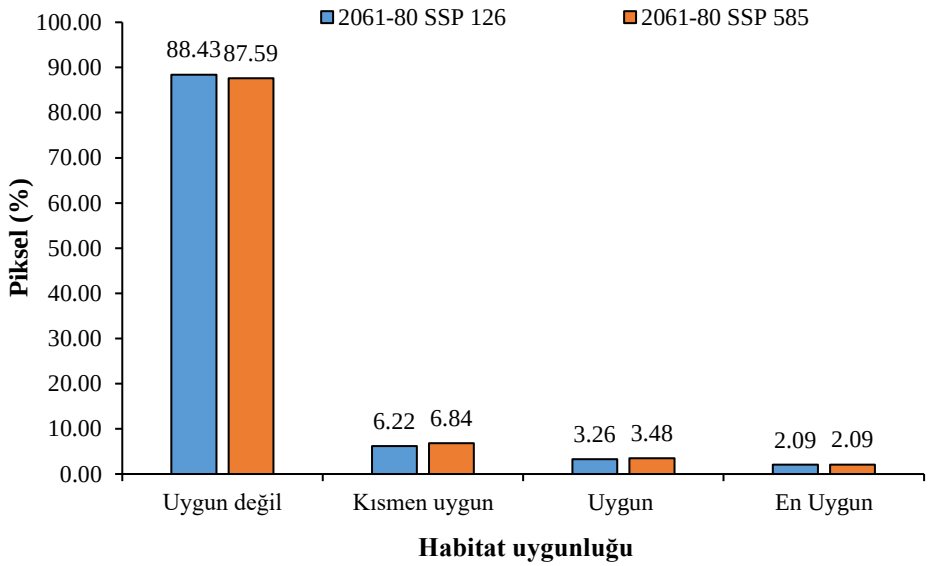


Şekil 4.30. Türkiye'deki *Xanthium spinosum*'un MaxEnt modeli tarafından tahmin edilen 2061-2080 iklim ve farklı iklim değişlik senaryolar altında habitat uygunluğu

4.4.7. Dünya'daki *Xanthium spinosum*'un MaxEnt modeli tarafından tahmin edilen 2061-2080 iklim ve farklı iklim değişlik senaryolar altında habitat uygunluğu

Global düzeyde baktığımızda 2041-2060 iklim ve SSP1-2.6 iklim değişiklik senaryo altında dünyanın %88 alanı model tarafından *X. spinosum* için uygun olmadığı tahmin edilmiştir. Farklı habitat uygunluğu kategoriler ele aldığımızda, %88.43 pikseller uygun olamadığı tahmin edilirken, %6.22 kısmen uygun, %3.26 uygun ve %2.09 pikseller en uygun kategori de tahmin edilmiştir (Şekil 4.31.).

Global düzeyde baktığımızda 2041-2060 iklim ve SSP5-8.5 iklim değişiklik senaryo altında dünyanın %87 alanı model tarafından *X. spinosum* için uygun olmadığı tahmin edilmiştir. Farklı habitat uygunluğu kategoriler ele aldığımızda, %87.59 pikseller uygun olamadığı tahmin edilirken, %6.84 kısmen uygun, %3.48 uygun ve %2.09 pikseller en uygun kategori de tahmin edilmiştir (Şekil 4.31.).



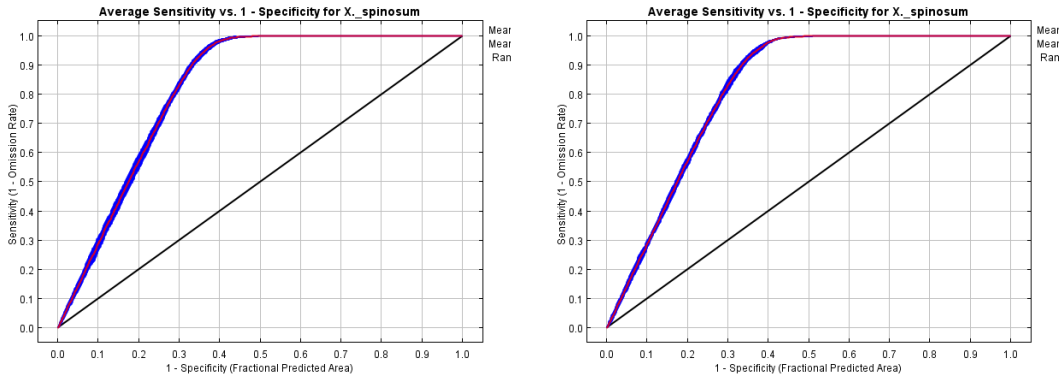
Şekil 4.31. Dünya'daki *Xanthium spinosum*'un MaxEnt modeli tarafından tahmin edilen 2061-2080 iklim ve farklı iklim değişlik senaryolar altında habitat uygunluğu

4.5. 2081-2100 İklime Göre Farklı İklim Değişlik Senaryolar Altında *Xanthium spinosum*'un Dünya ve Türkiye'deki Habitat Uygunluğu

4.5.1. 2081-2100 iklim koşulları altında *Xanthium spinosum*'un habitat uygunluğunu tahmin etmek amacıyla kullanılan MaxEnt modelinin tahmin gücü

Xanthium spinosum'un 2081-2100'teki dağılım alanlarının tahmininde modelin tahmin gücüne ilişkin sonuçlar Şekil 4.32'te verilmiştir. MaxEnt modeli ile yapılan değerlendirmede *X. spinosum* bitki türünün 2061-2080 iklim ve SSP1-2.6 iklim değişiklik senaryo altında modelin AUC değeri 0.819 olmuştur (Şekil 4.32.). Benzer şekilde 2061-2080 iklim ve SSP5-8.5 iklim değişiklik senaryo altında modelin AUC değeri % 0.818 olmuştur (Şekil 4.32.). Bu durum MaxEnt modelin mevcut iklim

altında olduğu gibi 2061-2080 iklim ve farklı iklim değişiklik senaryolar altında *X. spinosum*'un dağılım alanlar yüksek tahmin gücü ile ortaya koyduğu saptanmıştır.

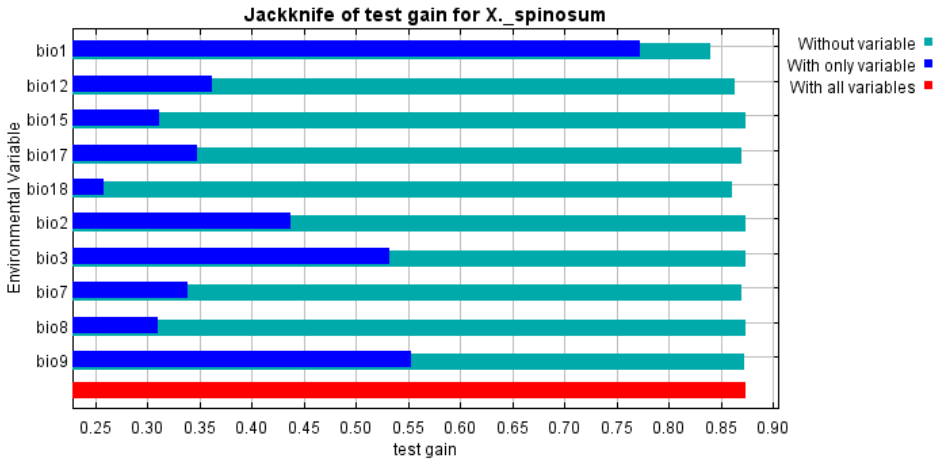


SSP1-2.6 **SSP5-8.5**

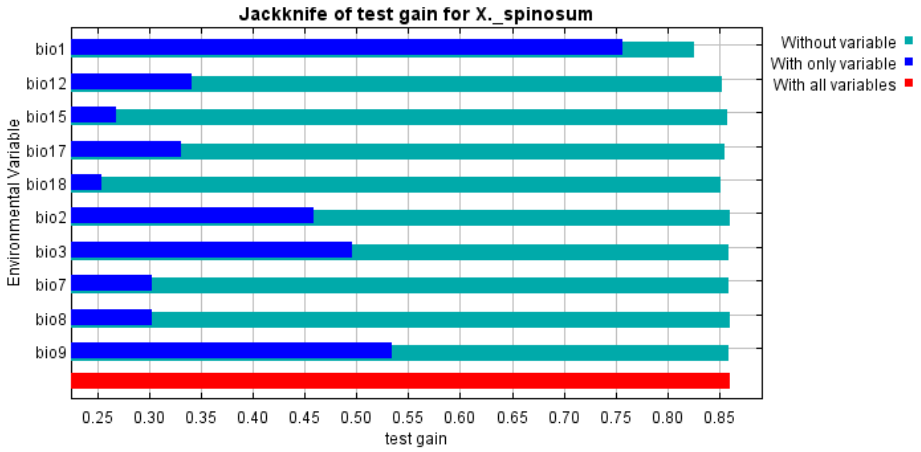
Şekil 4.32. 2081-2100 iklim koşulları altında *Xanthium spinosum*'un habitat uygunluğunu tahmin etmek amacıyla kullanılan MaxEnt modelinin tahmin gücü

4.5.2. *Xanthium spinosum*'un 2081-2100 iklim koşulları altında habitat uygunluğunu tahmin etmek amacıyla MaxEnt modelinde kullanılan iklim parametrelerinin Jackknife analizi

Jackknife testine göre modele dahil edilen dokuz farklı iklim parametrelerinden mevcut iklim altında *X. spinosum*'un habitat uygunluğu tahmininde en fazla modele katkı sağlayan parametreleri yıllık ortalama sıcaklık (%48.70), izotermal sıcaklık (%14.00), ve en kurak çeyreğin yağış miktarı olmuştur (%20.20) (Şekil 4.33. ve Çizelge 4.5.). Benzer şekillinde bu dört parametre en yüksek premütasyon önemine sahip olmuştur. Yıllık ortalama sıcaklık, izotermal sıcaklık, en kurak çeyreğin ortalama sıcaklık ve en kurak çeyreğin yağış miktarı'nın premütasyon önem değerleri sırasıyla %71.10, %1.10 ve %5.40 olmuştur. Sonuçlar, *X. spinosum* dağılımını kontrol etmede sıcaklığın baskın bir faktör olacağını göstermiştir.



SSP1-2.6



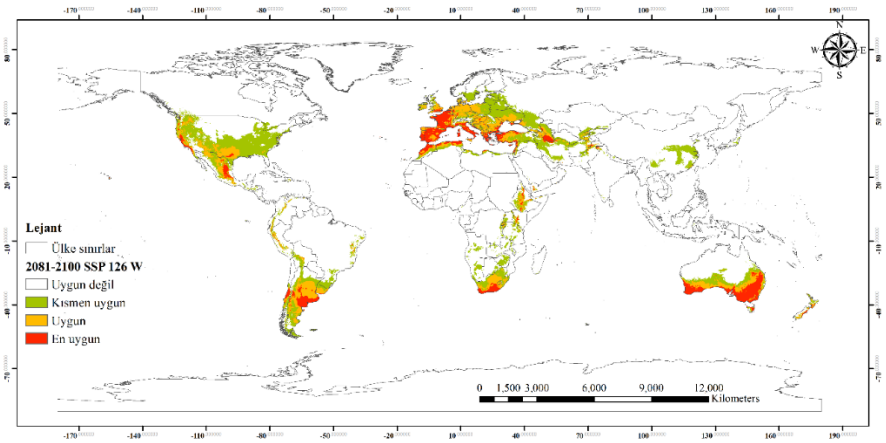
SSP5-8.5

Şekil 4.33. *Xanthium spinosum*'un 2081-2100 iklim koşulları altında habitat uygunluğunu tahmin etmek amacıyla MaxEnt modelinde kullanılan iklim parametrelerinin Jackknife analizi

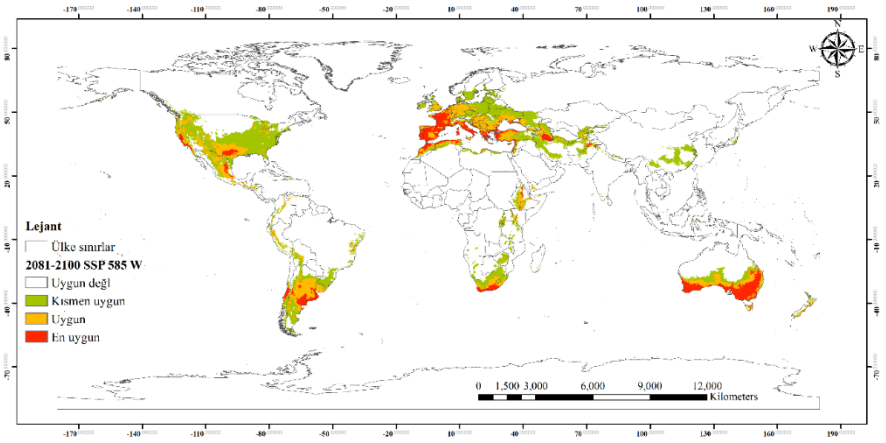
4.5.3. MaxEnt modeli tarafından tahmin edilen 2081-2100 iklim koşullarında *Xanthium spinosum*'un Dünyadaki habitat uygunluğu

Mevcut iklim koşullarında MaxEnt modeli 2081-2100 yılları arasında SSP1-2.6 iklim değişikliği senaryoları altında, *X. spinosum*'un genel olarak dünyada, Avrupa ülkelerinde kısmen uygun alanların artışını tahmin etmiştir. Benzer şekilde model bitkinin Türkiye'de de farklı bölgelerde en uygun alan olduğunu ortaya koymuştur (Şekil 4.34.).

Mevcut iklim koşullarında MaxEnt modeli 2081-2100 yılları arasında SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında, *X. spinosum*'un genel olarak dünyada, Kuzey Amerika ülkelerinde kısmen uygun alanların artışını tahmin etmiştir. Benzer şekilde model bitkinin Türkiye'de de farklı bölgelerde en uygun alan olduğunu ortaya koymuştur (Şekil 4.34.).



SSP1-2.6



SSP5-8.5

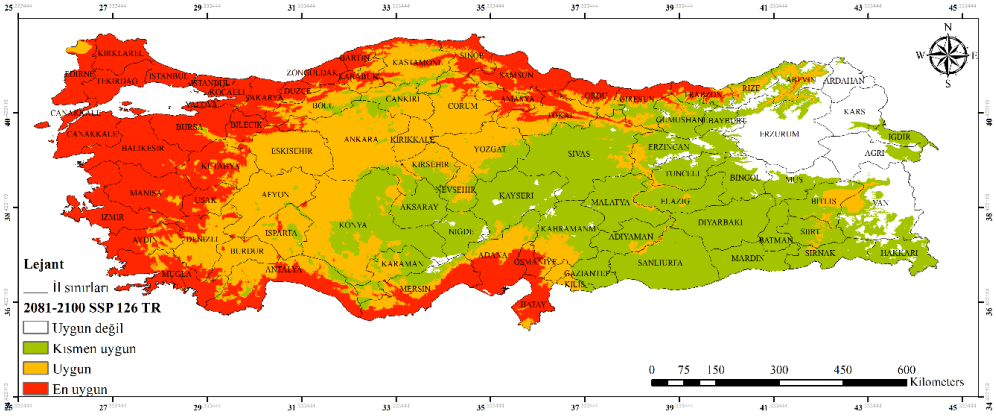
Şekil 4.34. MaxEnt modeli tarafından tahmin edilen 2081-2100 iklim koşullarında *Xanthium spinosum*'un dünyadaki habitat uygunluğu

4.5.4. MaxEnt modeli tarafından tahmin edilen 2081-2100 iklim koşullarında *Xanthium spinosum*'un Türkiye'deki habitat uygunluğu

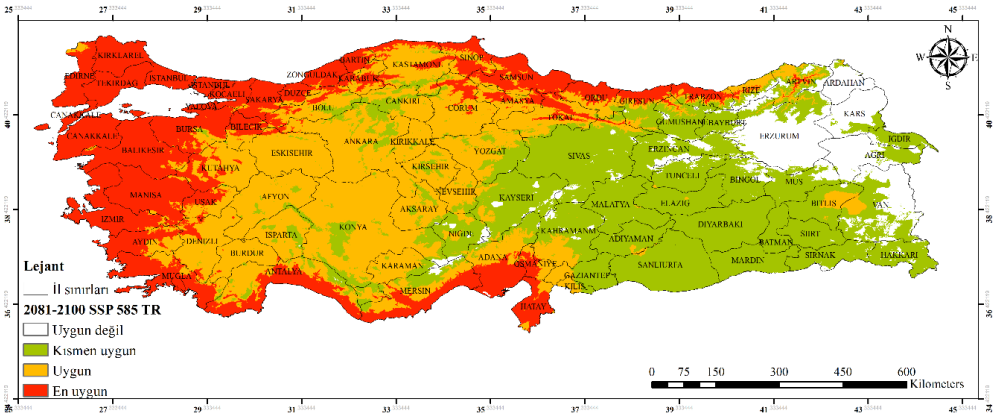
Mevcut iklim koşullarında MaxEnt modeli 2061-2080 yılları arasında SSP1-2.6 iklim değişikliği senaryoları altında, *X. spinosum*'un genel olarak Türkiye'de,

Karadeniz, Marmara, Ege ve Akdeniz'de en uygun olduğu Güneydoğu Anadolu bölgesi ve İç Anadolu bölgesinde kısmen uygun olacağı belirlenmiştir. (Şekil 4.35.).

Mevcut iklim koşullarında MaxEnt modeli 2061-2080 yılları arasında SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları altında, *X. spinosum*'un genel olarak Türkiye, Türkiye'de, Karadeniz, Marmara, Ege ve Akdeniz'de en uygun olduğu Güneydoğu Anadolu bölgesi ve İç Anadolu bölgesinde kısmen uygun olacağı belirlenmiştir. (Şekil 4.35.).



SSP1-2.6



SSP5-8.5

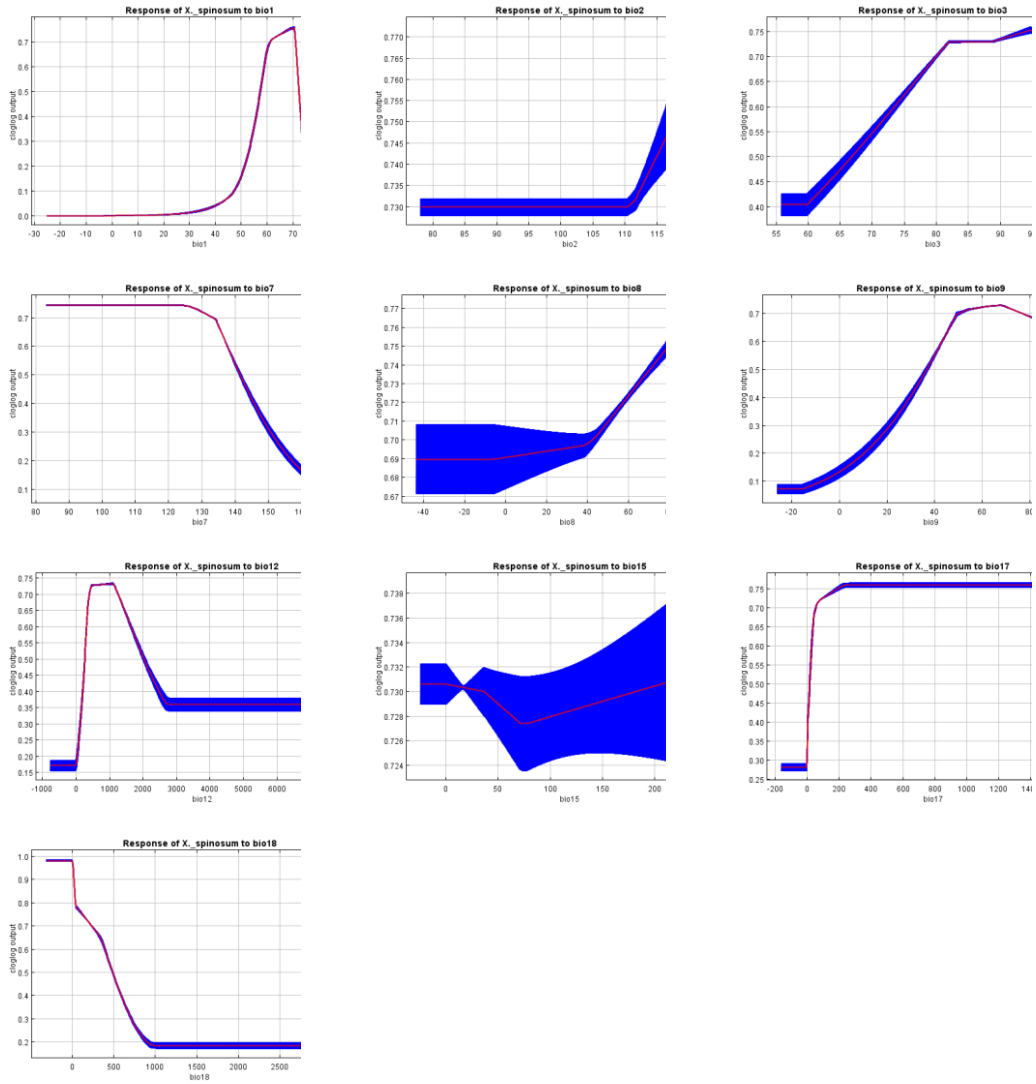
Şekil 4.35. MaxEnt modeli tarafından tahmin edilen 2081-2100 iklim koşullarında *Xanthium spinosum*'un Türkiye'deki habitat uygunluğu

Çizelge 4.5. *Xanthium spinosum*'un 2081-2100 iklim ve farklı iklim değişlik senaryolar altında habitat uygunluğunu tahmin etmek amacıyla MaxEnt modeline dahil edilen farklı iklim parametrelerinin yüzde önemi ve permütasyon önemi

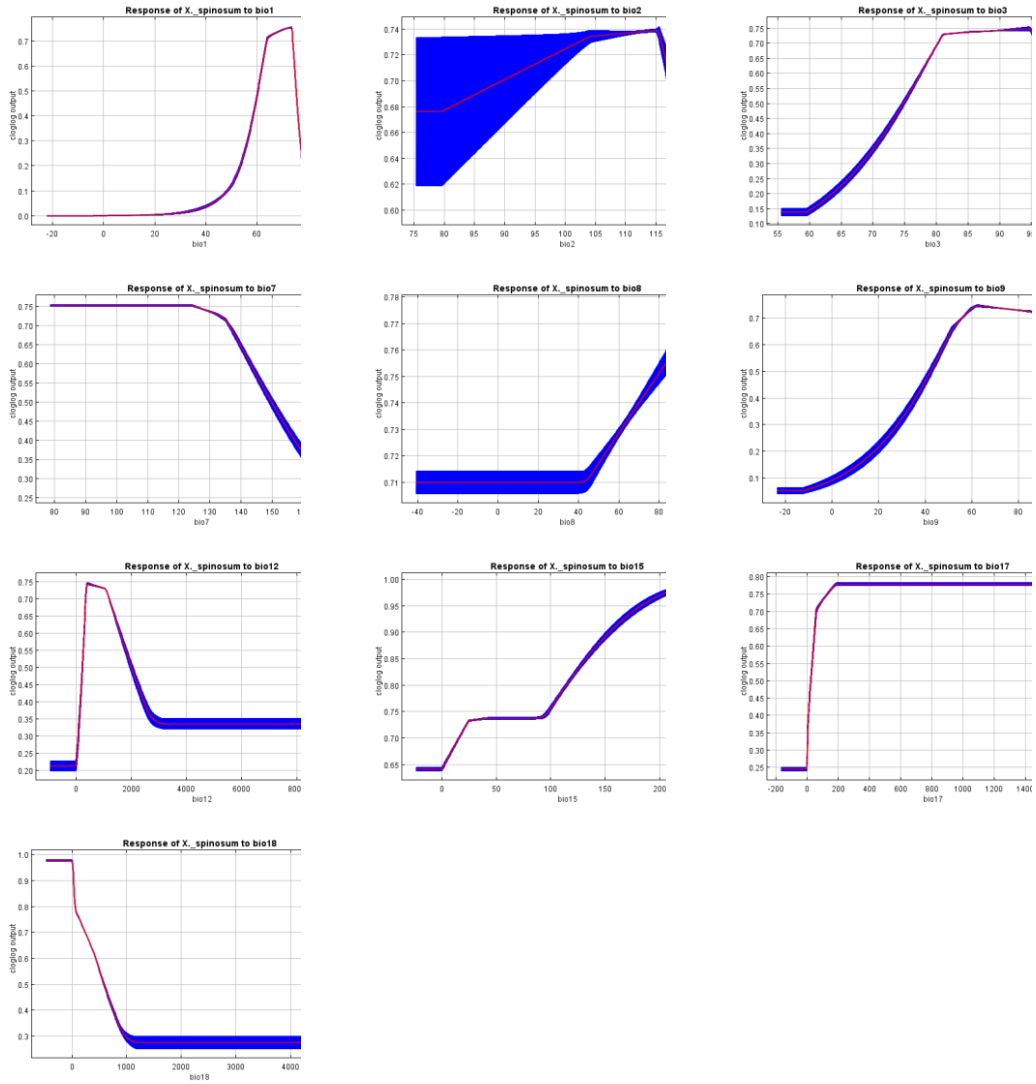
İklim parametre	Yüzde önemi	Premutasyon önemi
SSP1-2.6		
Yıllık Ortalama Sıcaklık	48.70	71.10
Ortalama Günışığı Aralığı	0.20	0.00
İzotermal Sıcaklık	14.00	1.10
Yıllık Sıcaklık Aralığı	0.80	3.10
En yağışlı Çeyreğin ortalama sıcaklık	0.10	0.20
En Kurak Çeyreğin Ortalama Sıcaklık	20.20	5.30
Yıllık Yağış Miktarı	4.00	7.20
Sezonluk Yağış	0.00	0.00
En Kurak Çeyreğin Yağış Miktarı	10.00	5.40
En Sıcak Çeyreğin Yağış Miktarı	1.90	6.60
SSP5-8.5		
Yıllık Ortalama Sıcaklık	43.20	66.30
Ortalama Günışığı Aralığı	0.60	0.10
İzotermal Sıcaklık	6.80	4.40
Yıllık Sıcaklık Aralığı	0.50	1.40
En yağışlı Çeyreğin ortalama sıcaklık	0.30	0.10
En Kurak Çeyreğin Ortalama Sıcaklık	33.60	7.00
Yıllık Yağış Miktarı	3.90	6.50
Sezonluk Yağış	0.70	0.80
En Kurak Çeyreğin Yağış Miktarı	8.50	7.40
En Sıcak Çeyreğin Yağış Miktarı	1.90	6.00

4.5.5. 2081-2100 iklim koşullarında SSP1-2.6 iklim değişiklik senaryo altında *Xanthium spinosum*'un habitat uygunluğunu tahmin etmek için MaxEnt modeline dahil edilen farklı iklim parametrelerinin tepki eğrileri

2081-2100 iklim koşullarında *X. spinosum*'un habitat uygunluğunu tahmin etmek için MaxEnt modeline dahil edilen farklı iklim parametrelerinin tepki eğrileri Şekil 4.36'da verilmiştir.



Şekil 4.36. 2081-2100 iklim koşullarında SSP1-2.6 iklim değişiklik senaryo altında *Xanthium spinosum*'un habitat uygunluğunu tahmin etmek için MaxEnt modeline dahil edilen farklı iklim parametrelerinin tepki eğrileri

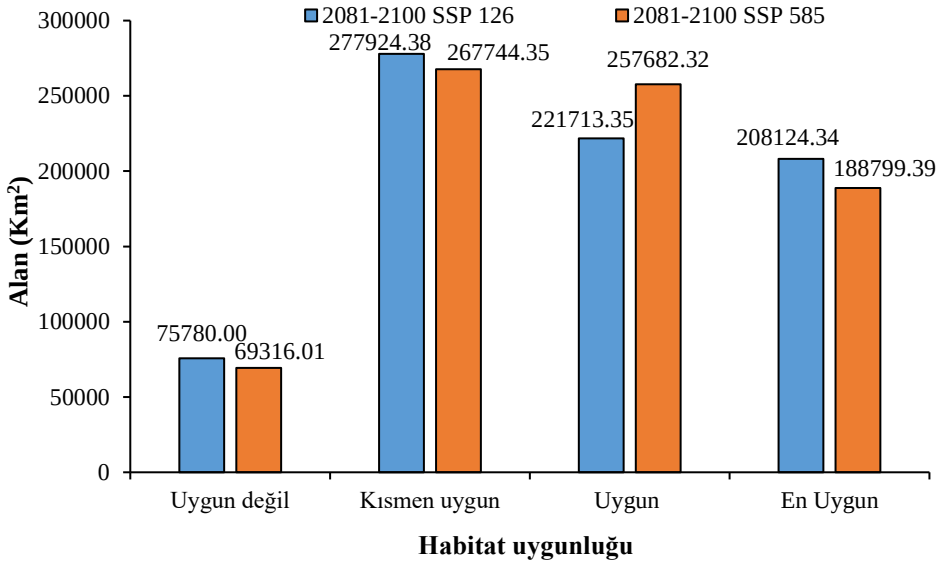


Şekil 4.37. 2081-2100 iklim koşullarında SSP5-8.5 iklim değişiklik senaryo altında *Xanthium spinosum*'un habitat uygunluğunu tahmin etmek için MaxEnt modeline dahil edilen farklı iklim parametrelerinin tepki eğrileri

4.5.6. Türkiye'de 2081-2100 iklim ve farklı iklim değişlik senaryolar altında *Xanthium spinosum*'un habitat uygunluğu

MaxEnt model tarafından 2081-2100 iklim ve SSP1-2.6 iklim değişiklik senaryosu altında Türkiye'deki habitat uygunluğu alan olarak Şekil 4.38'te verilmiştir. Model 75780.00 km^2 alan uygun olmadığı, 277924.38 km^2 ise kısmen uygun olduğu, 221713.35 km^2 uygun ve 208124.34 km^2 ise en uygun olduğu tahmin etmiştir. Türkiye'nin yüzölçümü oranı baktığımızda, sırasıyla %9.67, %35.47, %28.30 ve %26.56'i uygun değil, kısmen uygun, uygun ve en uygun kategorilerde yer almıştır.

MaxEnt model tarafından 2081-20100 iklim ve SSP5-8.5 iklim değişiklik senaryosu altında Türkiye'deki habitat uygunluğu alan olarak Şekil 4.38'de verilmiştir. Model 69316.01 km^2 alan uygun olmadığı, 267744.35 km^2 ise kısmen uygun olduğu, 257682.32 km^2 uygun ve 188799.39 km^2 ise en uygun olduğu tahmin etmiştir. Türkiye'nin yüzölçümü oranı baktığımızda, sırasıyla %9.67, %35.47, %28.30 ve %26.56'i uygun değil, kısmen uygun, uygun ve en uygun kategorilerde yer almıştır.



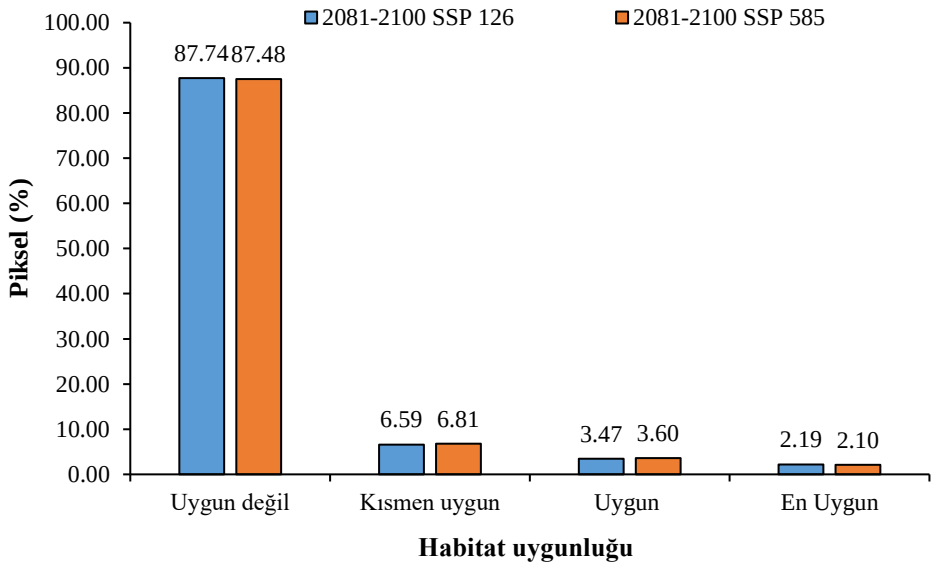
Şekil 4.38. Türkiye'deki *Xanthium spinosum*'un MaxEnt modeli tarafından tahmin edilen 2081-2100 iklim ve farklı iklim değişlik senaryolar altında habitat uygunluğu

4.5.7. Dünya'daki *Xanthium spinosum*'un MaxEnt modeli tarafından tahmin edilen 2081-2100 iklim ve farklı iklim değişlik senaryolar altında habitat uygunluğu

Global düzeyde baktığımızda 2081-20100 iklim ve SSP1-2.6 iklim değişiklik senaryosu altında dünyanın %87 alanı model tarafından *X. spinosum* için uygun olmadığı tahmin edilmiştir. Farklı habitat uygunluğu kategoriler ele aldığımızda, %87.74 pikseller uygun olamadığı tahmin edilirken, %6.59 kısmen uygun, %3.47 uygun ve %2.19 pikseller en uygun kategori de tahmin edilmiştir (Şekil 4.39.).

Global düzeyde baktığımızda 2041-2060 iklim ve SSP5-8.5 iklim değişiklik senaryosu altında dünyanın %87 alanı model tarafından *X. spinosum* için uygun olmadığı tahmin edilmiştir. Farklı habitat uygunluğu kategoriler ele aldığımızda,

%87.48 pikseller uygun olamadığı tahmin edilirken, %6.81 kısmen uygun, %3.60 uygun ve %2.10 pikseller en uygun kategori de tahmin edilmiştir (Şekil 4.39.).



Şekil 4.39. Dünya'daki *Xanthium spinosum*'un MaxEnt modeli tarafından tahmin edilen 2081-2100 iklim ve farklı iklim değişlik senaryolar altında habitat uygunluğu

Çizelge 4.6. Türkiye'de farklı iklim değişiklik senaryolar altında *Xanthium spinosum*'un habitat uygunluğundaki değişimi

	SSP1-2.6	SSP5-8.5	SSP1-2.6	SSP5-8.5
	2021-40	2021-40	2041-60	2041-60
Uygun değil	-31.30	-27.17	-27.06	-26.55
Kısmen uygun	7.30	1.36	10.59	13.06
Uygun	7.36	5.86	1.69	1.82
En Uygun	1.48	8.23	1.40	-2.20
	2061-80	2061-80	2081-2100	2081-2100
Uygun değil	-15.45	-53.21	-36.64	-42.05
Kısmen uygun	-2.77	-6.32	14.05	9.88
Uygun	-0.28	33.95	-2.98	12.76
En Uygun	13.49	0.77	8.55	-1.53

İstilacı yabancı türlerin istilasını önlemede erken uyarılar mücadele yöntemlerinden daha uygulanabilir ve ekonomik olmaktadır (Waage ve ark., 2001). Bu nedenle, erken uyarıları ve mücadele yöntemlerinin daha iyi planlanması ve karar verilmesi için hedef türlerinin potansiyel dağılım alanlarının bilinmesi gerekmektedir. Mevcut çalışmada MaxEnt modeli kullanarak global düzeyinde *X. spinosum*'un potansiyel dağılım alanlar hem mevcut hem de gelecekteki iklim koşullar altında tahmin edilmiştir. Sonuçları, *X. spinosum*'un dünyada çok geniş alanlarda dağılamayacağını göstermiştir. *X. spinosum*'un en uygun habitat alanlara sahip ülkeleri Avustralya, Kazakistan, Güney Afrika, Avrupa ülkeleri ve Türkiye olmuştur. Bu sonuçlara göre türün istila potansiyeli yüksek olan ülkelerde mücadele yöntemlerinin uygulanması gerekmektedir (Lee ve ark., 2012; Shao ve ark., 2012).

ROC eğrisi analizi son yıllarında istilacı türlerin potansiyel dağılım tahmin modellerinin değerlendirilmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Balceniuk ve ark., 2021; Mamun ve ark., 2018; Park ve ark., 2020; Yan ve ark., 2019). Bu çalışmada, MaxEnt modelinin performansı ROC eğrisi ile ortaya konulurken, iklim parmetrelerin yüzde katkı ise jackknife testi ile belirlenmiştir (Bhandari ve ark., 2021). Sonuçlarımız, MaxEnt modeli *X. spinosum*'un dağılımı alanlarını doğru bir şekilde simüle edildiğini göstermektedir. İstilacı türlerin niş kayması bazen meydana gelmektedir (Peterson ve ark., 2005; Svensson ve ark., 2018). Ancak mevcut çalışamda *X. spinosum*'un nişinde kaymalar gözlemlenmemiştir. Ayrıca, yabancı türler genellikle belirli bir zamanda ilk istilanın bir veya birkaç yerinden yayıldığından, giriş alanındaki yabancı istilacı türlerin ekolojik özelliklerinin türlerin tüm ekolojik ihtiyaçlarını yansıtması zordur. İstila altında olan bölgelerdeki dağılım verilerini, özellikle erken istila dönemlerindeki dağılım verilerini kullanarak dağılım alanlarının tahmini hatalı sonuçlar verebilmektedir (Broennimann ve ark., 2007; Dufour ve ark., 2020). Bu yüzden hedef türlerin potansiyel dağılım alanlarının tahmininde hem istila bölgeler hem de türlerin yerleşik bölgelerdeki dağılım verilerin kullanılması gerekmektedir.

İstilacı bitkiler değişen iklime tepkiler göstermektedir (Kariyawasam ve ark., 2021). Bu nedenle, iklimdeki uzun vadeli değişiklikler, uygun iklim koşullarının

sınırlandırılması nedeniyle *X. spinosum* habitatlarının dağılımı üzerinde potansiyel dağılım alanlara etki edebilir. Şu anda, tahmin edilen mevcut potansiyel dağılım alanlar yüksek olduğundan, bitki'ye karşı mücadele yönetimlerine gerek duyulmaktadır. Sonuçlarımız ayrıca, iklim değişikliği altında mevcut ve gelecekteki bu istilacı bitkinin potansiyel olarak uygun alanları ile ilgili ayrıntılı bilgiler sağlamaktadır. Potansiyel dağılım alanlarının tahmini kısa ve uzun vadeli mücadele yönetimi stratejilerinin geliştirmesinde önemli bilgiler sağlamaktadır. Çalışma, mevcut ve gelecekteki iklim senaryoları altında dünya düzeyinde *X. spinosum*'un potansiyel dağılım alanları tahmin edilmiştir. İdari yöneticiler, bu haritaları yüksek riskli alanları belirlemek ve böylece mücadele yöntemlerini bu alanlara göre önceliklendirmek için kullanabilirler.

Bir türün coğrafi dağılımını etkileyen çevresel faktörlerin ekolojik açıdan tanınması çok önemlidir. Sonuçlarımız Bio1 (%46.22), Bio2 (%0.07), 2020 yılındaki nüfus yoğunluğu Bio3 (%17.64), Bio7 (%3.62), Bio8 (%0.04), Bio9 (%9.68), Bio12 (%4.68), Bio15 (%0.68), Bio17 (%14.77), Bio18 (%2.59) olduğunu göstermiştir. Sıcaklık *X. spinosum*'un dağılımını etkileyen ana faktörlerden biri olmuştur. Sıcaklık ile ilişkili biyoklimatik değişkenler, *X spinosum*'un habitat uygunluk tahmininde %60'den fazla katkı sağlamış ve bu paramtreler bitkinin potansiyel dağılımında önemli olacağı kanaatine varılmıştır (Nagel ve Poorter, 2000).

Artan kanıtlar, kısmen artan sera gazı emisyonuna yanıt olarak küresel ortalama sıcaklığın arttığını göstermektedir (Muñoz ve ark., 2013). Birçok türün dağılımı küresel iklim değişikliğinden etkilenmiştir. Örneğin, Zhang ve ark. (2021), *X. italicum*'un dağılımının gelecekte iklim değişikliğine bağlı olarak küçülmesi beklenen bir durum olmuştur. Bir başka araştırmada, iklim değişikliğinin altı türden dördünün dağılımını olumlu etkilediğini ortaya koymaktadır (Della Rocca ve Milanesi, 2020). MaxEnt modeli, *X. spinosum*'un oldukça uygun habitatlarının 2021–2040'ta azalmasının beklendiğini ortaya koymaktadır. Bununla birlikte, SSP1-2.6 kapsamında, *X. spinosum*'un 2041–2060'ta dağılım alanlar artacağı tahmin edilmiştir. İklim değişikliği, bazı bölgelerde farklı türlerin yerel olarak yok olmasına neden

olabilmektedir. Bununla birlikte, diğer türlerininde farklı bölgelerde istilaya yol açmasına yardımcı olacaktır (Deb ve ark., 2017a).

Birçok çalışma, egzotik türlerin dağılımını ve yaşama uygunluğunu ve tür zenginliğini dağılım dizilerini önceden belirlemek için MaxEnt yöntemini kullanırken, 19 biyoklimatik parametreler kullanmıştır (Abdelaal ve ark., 2019; Yan ve ark., 2020; Zhang ve ark., 2019). Modelleme aşaması sırasında, birkaç çalışma, tahmin performansı üzerinde olumsuz bir etkiye sahip olan ilişkiler parametrelerini dikkate almamaktadır (Duflot ve ark., 2018; Xu ve ark., 2019). Bu çalışmada, iklim paramtreleri arasındki korelasyonu hesaplanmış ve en az korelasyona sahip 10 paramtreler modele dahil edilmiştir (Yan ve ark., 2020). Tahmin gücüne artırmak amacıyla 10 iklim paramtreli seçilmiş ve MaxEnt modeli kalibre edilmiştir. Çalışma socuncuda modelin tahmin gücü %84 olmuş ve doğru iklim paramtrelerinin kullanıldığı ortaya konulmuştur.

Türlerin coğrafi dağılımlarını ve ekolojik istikleri araştırırken, iklim ve türler arasındaki ilişkisi araştırmalarının ana konusudur (Hengl ve ark., 2009; Leung ve ark., 2002; Majeed ve ark., 2021; Majeed ve ark., 2022). Mevcut çalışmada iklim özellikleri ile *X. spinosum* istila riski altında olan bölgeler tahmin edilmiştir. Veriler, iklim değişikliği *X. spinosum*'un dağılımına önemli derecede etki edeceğini göstermektedir. Dağılımı etkileyen en önemli değişkenler sıcaklığı, özellikle yıllık ortalama sıcaklık ve en kurak çeyreğin ortalama sıcaklık olmuştur.

Diğer birçok araştırmacı, incelenen tüm küresel ısınma tahminlerinin, çeşitli türler için habitat uygunluğunda dikkate değer bir kayıp olacağını öngörmektedir. (Bradley ve ark., 2012; Herniman ve ark., 2020; Razgour ve ark., 2011; Remya ve ark., 2015; Sharma ve ark., 2018; Tourne ve ark., 2019). Dolayısıyla biyolojik çeşitliliğin korunması ve değerli türlerin kurtarılması için sürekli izleme önerilmektedir (Duflot ve ark., 2018; Gamal ve ark., 2020; Ali ve ark., 2014; Wilson ve ark., 2011). Bir sonraki adım, tahminlerin daha güvenilir olması için gelecekteki tür dağılımlarını tahmin etmek için ek çalışmalar yapılması gerekmektedir. Ek bilgi teknikleri, örneğin

kaba küme ve çoklu ayrıntı düzeyi yöntemi, gelecekteki çalışmalarda yapılan bu model çalışmasının sunduğu bulgularla karşılaştırılabilir.

Xanthium spinosum istilasına uygun bölgelerde gerekli mücadele yöntemlerinin uygulanması gerekmektedir. Bu kapsamlı araştırma, en yüksek istila riskiyle karşı karşıya olan bölgelerdeki alanlara odaklanmıştır. Ek olarak, istila riskleri için ekolojik risk değerlendirmeleri ve erken uyarı önlemleri alınmalıdır (Iqbal ve ark., 2020).

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Mevcut çalışma, Türkiye'de *X. spinosum*'un mevcut ve gelecekteki iklim değişikliği koşulları altında istila risklerini ve ekolojik niş modellemesini ilk örneği nitelliğini taşımaktadır. ArcGIS ve MaxEnt modelini kullanarak *X. spinosum*'un potansiyel dağılım alanlar tahmin edilmiştir. Sonuçlara göre;

- *X. spinosum*'un mevcut iklim altında Türkiye'de 191.736 km^2 alanda dağılabileceği tahmin edilmiştir.
- 2020-2041 yıllarında SSP1-2.6 iklim değişikliği senaryo altında 194.578 km^2 ve SSP5-8.5 senaryoda ise 207.509 km^2'de dağılım göstereceği tahmin etmiştir.
- Benzer şekilde 2041-2060 yıllarında SSP1-2.6 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoda ise 194.426 km^2 ve 187.578 km^2' de dağılım göstereceği tahmin etmiştir.
- Aynı şekilde 2061-2080 yıllarında SSP126 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoda ise 217.602 ve 193.212 km^2'de dağılım göstereceği tahmin etmiştir.
- Benzer şekilde 2081-2100 yıllarında SSP126 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoda ise 208.124 km^2 ve 188.799 km^2'de dağılım göstereceği tahmin etmiştir.
- Sonuç olarak belirlenen yıllar arasında sadece 2081-2100 yılları arasında SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryosunda azalış göstereceği onun dışında *X. spinosum*'un sürekli olarak artış göstereceği tahmin etmiştir.

Tezin sonuçlarına göre Türkiye'de *X. spinosum*'un en yoğun olarak dağılabileceği bölgeler Karadeniz, Marmara, Ege ve Akdeniz (Deniz kıyılarına yakın bölgeler) olarak belirlenirken Güneydoğu Anadolu bölgesi ve İç Anadolu bölgesinde dağılmayacağı tahmin edilmiştir. Dolayısıyla bitkiye karşı mücadele çalışmaları yoğun olarak dağılabileceği bölgelerde yapılması gerekmektedir. Ayrıca bu bölgelerde detaylı survey çalışmaları ihtiyaç olduğu ortaya konulmuştur.

Dünya da *X. spinosum* hafif bir alana dağılım göstereceği tahmin edilirken habitat uygun alanlarda kaymalar saptanmamıştır.

KAYNAKLAR

ABDELAAL, M., Fois, M., Fenu, G., and Bacchetta, G. 2019. Using MaxEnt Modeling to Predict The Potential Distribution of the Endemic Plant Rosa Arabica Crép. in Egypt. Ecological Informatics, 50:68–75. https://doi.org/10.1016/ j.ecoinf.2019.01.003

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

ALEXANDER, J. F., and PARSONS, B. V. 1973. Short-Term Behavioral Intervention with Delinquent Families: Impact on Family Process and Recidivism. Journal of Abnormal Psychology, 81(3):219.

ALI, K., AHMAD, H., KHAN, N., and JURY, S. 2014. Future of Abies Pindrow in Swat District, Northern Pakistan. Journal of Forestry Research, 25(1):211–214. https://doi.org/10. 1007/s11676-014-0446-1

AMIN, S., and KHAN, H. 2016. Revival of Natural Products: Utilization of Modern Technologies. Current Bioactive Compounds, 12(2):103-106.

ANDREWS JA, 1993. Control of Bathurst Burr (*Xanthium Spinosum*) in Irrigated Soybeans in Southern New South Wales. Plant Protection Quarterly, 8(1):15-18.

ARSHAD, F., WAHEED, M., FATIMA, K., HARUN, N., IQBAL, M., FATIMA, K., and UMBREEN, S. 2022. Predicting the Suitable Current and Future Potential Distribution of the Native Endangered Tree Tecomella Undulata (Sm.) Seem. in Pakistan. Sustainability, 14(12):7215. https://doi.org/10. 3390/su14127215

AULD, B. A., and SAY, M. M. 1999. Comparison of Isolates of *Colletotrichum orbiculare* From Argentina and Australia as Potential Bioherbicides for *Xanthium Spinosum* in Australia. Agriculture, Ecosystems and Environment, 72(1):53-58.

AUSTIN, D. J., KRISTINSSON, K. G., and ANDERSON, R. M. 1999. The Relationship Between the Volume of Antimicrobial Consumption in Human Communities and the Frequency of Resistance. Proceedings of the National Academy of Sciences, 96(3):1152-1156.

AUSTIN, M. P. 1999. A Silent Clash of Paradigms: Some Inconsistencies in Community Ecology. Oikos, 170-178.

AUSTIN, M. P. 2002. Spatial Prediction of Species Distribution: an Interface Between Ecological Theory and Statistical Modelling. Ecological modelling, 157(2-3): 101-118.

BAASCH, D. M., TYRE, A. J., MILLSPAUGH, J. J., HYGNSTROM, S. E., and VERCAUTEREN, K. C. 2010. An Evaluation of Three Statistical Methods Used to Model Resource Selection. Ecological Modelling, 221(4):565-574.

BALCENIUK, M. D. Motyl, C. M., Ayers, B. C., Geiger, J. T., Sebastian, A., Doyle, A. J., and Stoner, M. C. 2021. Association Between the Atherosclerotic Disease Risk Score and Carotid Artery Stenosis. Journal of Surgical Research 257: 189–194.

BASCO, A. I., BELIZ, G., COATZ, D., and GARNERO, P. 2018. Industria 4.0: Fabricando El Futuro (Vol. 647). Inter-American Development Bank.

BATEMAN, B. L., VANDERWAL, J., and JOHNSON, C. N. 2012. Nice Weather for Bettongs: Using Weather Events, Not Climate Means, in Species Distribution Models. Ecography, 35(4):306-314.

BEISERT, N., HERNANDEZ, R., and LOPEZ, E. 2006. A Crossing–Symmetric Phase For Ads5× S5 Strings. Journal Of High Energy Physics, 2006(11):070.

BETHUNE, S., GRIFFIN, M., and JOUBERT, D. 2004. National Review Of Invasive Alien Species Namibia. Ministry of Environment and Tourism Directorate of Environmental Affairs. Consultancy Report on Information Collected Regarding Invasive Alien Species in Namibia For The SABSP.

BHANDARI, M. S., SHANKHWAR, R. and MAIKHURI, S. 2021. Prediction of Ecological and Geological Niches of *Salvadora oleoides* in Arid Zones of India: Causes and Consequences of Global Warming. Arabian Journal of Geosciences 14:524–542

BI, L., HU, J., JIANG, P., KIM, D. H., DIONNE, G. F., KIMERLING, L. C., and ROSS, C. A. 2011. On-chip Optical Isolation in Monolithically Integrated Non-Reciprocal Optical Resonators. Nature Photonics, *5*(12):758-762.

BLACKBURN, T. M., BELLARD, C., and RICCIARDI, A. 2019. Alien Versus Native Species as Drivers of Recent Extinctions. Frontiers in Ecology and the Environment, 17(4):203-207.

BLANK, R. R. 2010. Intraspecific and Interspecific Pair-Wise Seedling Competition Between Exotic Annual Grasses and Native Perennials: Plant–Soil Relationships. Plant and Soil, 326:331-343.

BOSCO, A., and GOLSTEYN, R. M. 2017. Emerging Anti-Mitotic Activities and Other Bioactivities of Sesquiterpene Compounds Upon Human Cells. Molecules, *22*(3):459.

BRADLEY, B. A., OLSSON, A. D., WANG, O., DICKSON, B. G., PELECH, L., SESNIE, S. E., and ZACHMANN, L. J. 2012. Species Detection vs. Habitat Suitability: are We Biasing Habitat Suitability Models with Remotely Sensed Data Ecological Modelling, 244:57–64. Https://Doi.Org/10.1016/J.Ecological Modelling Del.2012.06.019

BROENNIMANN, O., THUILLER, W., HUGHES, G., MIDGLEY, G. F., ALKEMADE, J. R., and GUISAN, A. 2006. Do Geographic Distribution, Niche Property and Life Form Explain Plants' Vulnerability to Global Change. Global Change Biology, 12(6):1079-1093.

BROENNIMANN, O., TREIER, U. A., TUILLER, W., PETERSON, A. T. and GUISAN, A. Evidence of Climatic Niche Shif During Biological Invasion. Ecological Modelling. Letters 10:701–709 2007.

BROWN, B. J., and R. J. MITCHELL. 2001. Competition for Pol-Lination: Effects of Pollen of an Invasive Plant on Seed Setof a Native Congener. Oecologia 129:43–49.

BURGIEL, S. W., and MUIR, A. A. 2010. Invasive Species, Climate Change and Ecosystem-Based Adaptation: Addressing Multiple Drivers of Global Change. Global Invasive Species Program (GISP): Washington, DC, USA, 2010; ISBN 9789290592877

CHAPMAN, A. D. 2005. Principles of Data Quality. GBIF.

CLEMENTS, G. R., RAYAN, D. M., AZIZ, S. A., KAWANISHI, K., TRAEHOLT, C., MAGINTAN, D., and TINGLEY, R. 2012. Predicting The Distribution of

The Asian Tapir in Peninsular Malaysia Using Maximum Entropy Modeling. Integrative Zoology, 7(4):400-406.
COLLETOTRICHUM Orbiculare to Control *Xanthium spinosum*. Agriculture, Ecosystems and Environment, 32(3-4):315-323.
DAVIS P.H. 1975. Flora of Turkey and The East Aegean Islands. Edinburgh University Press, 22 George Square, Edition 5:48 pp, Edinburgh, ISBN: 0-85224-280-8.
DEB, J. C., PHINN, S., BUTT, N., and MCALPIN, C. A. (2017a). Climatic-Induced Shifts in The Distribution of Teak (*Tectona grandis*) in Tropical Asia: Implications for Forest Management and Planning. Environmental Management, 60(3):422–435. https://doi.org/10.1007/s0026 7-017-0884-6
DEB, J. C., PHINN, S., BUTT, N., and MCALPIN, C. A. 2017b. The Impact of Climate Change on the Distribution of Two Threatened Dipterocarp Trees. Ecology and Evolution, 7:2238–2248. https://doi. org/10.1002/ece3.2846
DELLA ROCCA, F., and MILANESI, P. 2020. Combining Climate, Land use Change And Dispersal to Predict the Distribution of Endangered Species with Limited Vagility. Journal of Biogeography, 47:1427–1438. https://doi. org/10.1111/jbi.13804
DORCAS, M. E., WILLSON, J. D., REED, R. N., SNOW, R. W., ROCHFORD, M. R., MILLER, M. A., and HART, K. M. 2012. Severe Mammal Declines Coincide with Proliferation of Invasive Burmese Pythons in Everglades National Park. Proceedings of the National Academy of Sciences, 109(7):2418-2422.
DORMANN F., C., M. MCPHERSON, J., B. ARAÚJO, M., BIVAND, R., BOLLGER, J., CARL, G., and WILSON, R. 2007. Methods to Account for Spatial Autocorrelation in the Analysis of Species Distributional Data: a Review. Ecography, 30(5):609-628.
DUFLOT, R., AVON, C., ROCHE, P., and BERGÈS, L. 2018. Combining Habitat Suitability Models and Spatial Graphs for More Effective Landscape Conservation Planning: an Applied Methodological Framework and A Species Case Study. Journal for Nature Conservation, 46:38–47. https://doi.org/10.1016/j.jnc.2018.08.005
DUFOUR, C. M. S., CLARK, D. L., HERREL, A. and LOSOS, J. B. 2020. Recent Biological Invasion Shapes Species Recognition and Aggressive Behaviour in a Native Species: a Behavioural Experiment using Robots in The Field Journal of Animal Ecology 89:1604–1614
DUKES, J.S., MOONEY, H.A., 1999. Does Global Chang Increase the Success of Biological Invaders Trends in Ecology Evolution, 14:135-139.
EDRÉN, S. M., WISZ, M. S., TEILMANN, J., DIETZ, R., and SÖDERKVIST, J. 2010. Modelling Spatial Patterns in Harbour Porpoise Satellite Telemetry Data Using Maximum Entropy. Ecography, 33(4):698-708.
ELITH, J., and LEATHWICK, J. R., 2009. Species Distribution Models: Ecological Explanation and Prediction Across Space and Time. Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics. 40:677-697
FAN, W., FAN, L., PENG, C., ZHANG, Q., WANG, L., LI, L., and WU, C. 2019. Traditional Uses, Botany, Phytochemistry, Pharmacology, Pharmacokinetics and Toxicology of *Xanthium spinosum* L.: A review. Molecules, 24(2):359.

FANTLE-LEPCZYK, J. E., HAUBROCK, P. J., KRAMER, A. M., CUTHBERT, R. N., TURBELİN, A. J., CRYSTAL-ORNELAS, R., and COURCHAMP, F. 2022. Economic Costs of Biological Invasions in The United States. Science Of The Total Environment, 806:151318.

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., ÖNEN, H., 2017. Restricting the Species Distrubution Models to Regional Setting May Leat to Wrong Projections, in: Proceedings of 26th Asian-Pacificweed Science Society Confrence. Kyoto, P. 285.

FRANKLIN, J. 1995. Predictive Vegetation Mapping: Geographic Modelling of Biospatial Patterns in Relation to Environmental Gradients. Progress in Physical Geography, 19(4):474-499.

GAMAL, E., KHDERY, G., MORSY, A., ALI, M., HASHIM, A., and SALEH, H. 2020. GIS Based Modelling to Aid Conservation of Two Endangered Plant Species (*Ebenus armitagei* and *Periploca angustifolia*) at Wadi Al-Afreet, Egypt. Remote Sensing Applications: Society and Environment, 19:100336. https://doi.org/10.1016/j.rsase.2020.100336

GARDNER C.A. 1942. The Bathurst Burr. a Serious Noxious Weed Introduced with Stock. Gence From Soil. Field Crops Research, 34(2):147-157.

GORMLEY, A. M., FORSYTH, D. M., GRIFFIOEN, P., LINDEMAN, M., RAMSEY, D. S., SCROGGIE, M. P., and WOODFORD, L. 2011. Using Presence-Only and Presence–Absence Data to Estimate the Current and Potential Distributions of Established Invasive Species. Journal of Applied Ecology, 48(1):25-34.

GÖNEN, O., and UYGUR, F. N. 1999. Determination of Germination Biology and Morphologic Characteristic to use Practical Identification with Computer of Summer Growing Weed Species in Çukurova Region Oo Turkey. and Ap. Science. Unvivercity. of Çukurova, Phd Thesis, Adana.

GRAHAM, C. H., ELITH, J., HIJMANS, R. J., GUISAN, A., TOWNSEND PETERSON, A., LOISELLE, B. A., and NCEAS PREDICTING SPECIES DISTRIBUTIONS WORKING GROUP. 2008. The Influence of Spatial Errors in Species Occurrence Data Used in Distribution Models. Journal of Applied Ecology, 45(1):239-247.

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

GUISAN, ANTOINE, THOMAS C. EDWARDS JR, and TREVOR HASTIE. 2002. Generalized Linear and Generalized Additive Models in Studies of Species Distributions: Setting The Scene. Ecological Modelling 157.2-3 2002:89-100.

GÜNER, A.; ASLAN, S.; EKİM, T.; VURAL, M.; BABAÇ, M.T. 2012. Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler) [Turkey Plant List (Vascular Plants)]. Nezahat Gökyiğit Bot. Bahçesi ve Flora Araştırmaları Derneği

HENGL, T., SIERDSEMA, H., RADOVIĆ, A., and DILO, A. 2009. Spatial Prediction Of Species' Distributions from Occurrence-Only Records: Combining Point Pattern Analysis, ENFA and Regression-Kriging. Ecological Modelling, 220 (24): 3499–3511. https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel. 2009.06.038

HERNIMAN, S., COOPS, N. C., MARTIN, K., THOMAS, P., LUTHER, J. E., and VAN LIER, O. R. 2020. Modelling Avian Habitat Suitability in Boreal Forest Using Structural and Spectral Remote Sensing Data. Remote Sensing Applications: Society and Environment, 19:100344. https://doi.org/10.1016/j.rsase.2020.100344

HOLM L.R.G., PLUCKNETT D.L., PANCHO J.V., HERBERGER J.P. 1977. The World's Worst Weeds. Distribution and Biology. Honolulu, Hawaii, USA: University Press of Hawaii,

IQBAL, I. M., SHABBIR, A., SHABBIR, K., BARKWORTH, M. E., E-BAREEN, F., and KHAN, S. M. 2020. *Evolvulus nummularius* (L.) l. (convolvulaceae): a New Alien Precord for Pakistan. BioInvasions Records, 9(4):702–711. https:// doi.org/10.3391/bir.2020.9.4.04

JABRAN K., DOĞAN MEHMET N., FAROOQ S., ONEN H. 2015. İklim Değişikliği ve İstilacı Bitkiler – Genel Bakış. in Onen H, eds. Türkiye İstilacı Bitkiler Kataloğu. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü Bitki Sağlığı Araştırmaları Daire Başkanlığı

JENNINGS, A. P., and VERON, G. 2011. Predicted Distributions and Ecological Niches of 8 Civet And Mongoose Species in Southeast Asia. Journal of Mammalogy, 92(2):316-327.

JOYCE, D., and SONG, Y. 2012. A Theory of Generalized Donaldson–Thomas Invariants (Vol. 217, No. 1020). American Mathematical Society.

KALKVIK, H. M., STOUT, I. J., and PARKINSON, C. L. 2012. Unraveling Natural Versus Anthropogenic Effects on Genetic Diversity Within the Southeastern Beach Mouse (*Peromyscus polionotus* Niveiventris). Conservation Genetics, 13:1653-1664.

KAMBOJ, A., and SALUJA, A. K. 2010. Phytopharmacological review of *Xanthium spinosum* L. (Cocklebur). International Journal of Green Pharmacy, 4(3):129-139.

KARIYAWASAM, C. S., KUMAR, L. and RATNAYAKE, S. S. 2021. Potential Distribution of Aquatic Invasive Alien Plants, Eichhornia Crassipes and Salvinia Molesta Under Climate Change in Sri Lanka. Wetl. Ecological Modelling Manag. 1:1–15

KEKEÇ, M. 2018. *Xantium strumarium* L.un Farklı Popülasyonlarının Fenotipik Varyasyonları ve İklim Değişikliğine Bağlı Olarak Gelecekte Dağılım Alanlarının Belirlenmesi. MS thesis. Fen Bilimleri Enstitüsü.

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.

KHADOM, A. A., ABD, A. N., and AHMED, N. A. 2018. *Xanthium spinosum* Leaves Extracts as a Friendly Corrosion Inhibitor of Low Carbon Steel in Hydrochloric Acid: Kinetics and Mathematical Studies. South African Journal of Chemical Engineering, 25:13-21.

KHAMPARIA, S., and JASPAL, D. K. 2017. Adsorption in Combination with Ozonation for the Treatment of Textile Waste Water: a Critical Review. Frontiers of Environmental Science and Engineering, 11:1-18.

KREMEN, C., CAMERON, A., MOILANEN, A., PHILLIPS, S. J., THOMAS, C. D., BEENTJE, H., and ZJHRA, M. L. 2008. Aligning Conservation Priorities

Across Taxa in Madagascar with High-Resolution Planning Tools. Science, 320(5873):222-226.
KUMAR, P. V., KALA, S. M. J., and PRAKASH, K. S. 2019. Green Synthesis Derived Pt-Nanoparticles Using *X. Spinosum* Leaf Extract and Their Biological Studies. Journal of Environmental Chemical Engineering, 7(3):103146.
KUMAR, V., GUNDAMPATI, R. K., SINGH, D. K., JAGANNADHAM, M. V., SUNDAR, S., and HASAN, S. H. 2016. Photo-Induced Rapid Biosynthesis of Silver Nanoparticle Using Aqueous Extract of *Xanthium spinosum* and Its Antibacterial and Antileishmanial Activity. Journal of Industrial and Engineering Chemistry, 37:224-236.
KÜHN, B., DEL MONTE, F., HAJJAR, R. J., CHANG, Y. S., LEBECHE, D., ARAB, S., and KEATING, M. T. 2007. Periostin Induces Proliferation of Differentiated Cardiomyocytes and Promotes Cardiac Repair. Nature Medicine, 13(8):962-969.
LEACH, J., and SCOTT, P. 2002. Designing and Evaluating Science Teaching Sequences: an Approach Drawing Upon the Concept of Learning Demand and a Social Constructivist Perspective on Learning.
LEE, S., KA, J. O. and SONG, H. G. 2012. Growth Promotion Of *Xanthium Spinosum* by Application of Rhizobacterial Isolates of *Bacillus aryabhattai* in Microcosm Soil. the Journal of Microbiology. 50:45–49
LEFFLER, A. JOSHUA, and RONALD J. RYEL. 2012. "Resource Pool Dynamics: Conditions That Regulate Species Interactions and Dominance." Invasive Plant Ecology and Management: Linking Processes to Practice. Wallingford UK: CABI, 2012:57-78.
LEHMANN, A., OVERTON, J. M., and AUSTIN, M. P. 2002. Regression Models for Spatial Prediction: Their Role for Biodiversity and Conservation. Biodiversity and Conservation, 11:2085-2092.
MAMUN, M., KIM, S. and AN, K. G. Distribution Pattern Prediction of on Invasive Alien Species Largemouth Bass Using a Maximum Entropy Model (MaxEnt) in The Korean Peninsula. J. Asia-Pac. Biodivers. 11:516–524 2018
MEADLEY, G. R. W. 1956. Weeds of Western Australia. Bathurst Burr (*Xanthium spinosum L.*). Journal of the Department of Agriculture for Western Australia, 5(2):161-3.
MEDAL, J. C., CHARUDATTAN, R., MULLAHEY, J. J., and PITELLI, R. A. 1996. an Exploratory Insect Survey of Tropical Soda Apple in Brazil and Paraguay. the Florida Entomologist, 79(1):70–73. https://doi.org/10.2307/3495757
MIRSHEKARI, B., FARAHVASH, F., SIYAMI, R., HOSSEINZADEH MOGHBELI, A., and SOTUDEH KHIABANI, A. 2013. Ultrasonic Irradiation Could Increase Germination and Seedling Vigor of Common Yarrow (*Achillea millefolium*), as a Medicinal Plant. Life Science Journal, *10*(5s):302-305.
MITCH LW, 1987. Cockleburs. Weed Technology, 1(4):359-360
MUÑOZ, A. R., MÁRQUEZ, A. L., and REAL, R. 2013. Updating Known Distribution Models for Forecasting Climate Change Impact on Endangered Species. PLoS One, 8(6):e65462. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0065462

NASA. 2022. National Aeronautics and Space Administration Goddard, GISS Surface Temperature Analysis (GISTEMP V4). Retrieved from https://data.giss.nasa.gov/gistemp/

NURSEY R.W. 1959. Bathurst burr control. Past. Rev, 69(3):255

ORCHARD HE, 1949. Bathurst burr (*Xanthium spinosum*). Journal of the Department of Agriculture of South Australia, 58:218-20.

ÖNEN H., OZCAN S. 2010. İklim Değişikliğine Bağlı Olarak Yabancı Ot Mücadelesi. İklim Değişikliğinin Tarıma Etkileri ve Alınabilecek Önlemle. pp 336–357.

ÖNEN, H. (2021). Yabancı Otların Üreme Biyolojisi: Aseksüel (Vejetatif) Üreme, 5. Bölüm, 1.Kısım. "Herboloji (Yabancı Ot Bilimi): İlkeler, Kavramlar ve Uygulamalar / Weed Science: Theory and Practice" içinde (61). Adana, Doi: 10.13140/RG.2.2.35669.96480

ÖNEN, H. (Ed)., 2015. Türkiye İstilacı Bitkiler Kataloğu. T.C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü. Ankara

ÖNEN, H., FAROOQ, S., GÜNAL, H., ÖZASLAN, C., ERDEM, H., 2017. Higher Tolarance to Abiotic Stresses and Soil Types May Accelerate Common Ragweed (Ambrosia Artemisiifolia) Invasion. Weed Sci, 65:115-127.

ÖZTÜRK T., TURP MT., TÜRKEŞ M., KURNAZ ML. 2017. Projected Changes in Temperature and Precipitation Climatology of Central Asia CORDEX Region 8 By Using Regcm4. 3.5. Atmospheric Research, 183:296–307.

PADALIA, H., SRIVASTAVA, V., and KUSHWAHA, S. P. S. 2014. Modeling Potential Invasion Range of Alien Invasive Species, Hyptis Suaveolens (L.) Poit. in India: Comparison of MaxEnt and GARP. Ecological Informatics, 22: 36-43.

PARK, J. U., LEE, T., DONG, G. K. and SHIN, S. 2020. Prediction of Potential Habitats and Distribution of the Marine Invasive Sea Squirt, Herdmania Momus. Environ. Biol. Res. 38:179–188

PARSONS, W. T., and CUTHBERTSON, E. G. 2001. Noxious Weeds of Australia. CSIRO Publishing.

PECL, G. T., ARAÚJO, M. B., BELL, J. D., BLANCHARD, J., BONEBRAKE, T. C., CHEN, I. C., ... and WILLIAMS, S. E. 2017. Biodiversity Redistribution Under Climate Change: Impacts on Ecosystems and Human Well-Being. Science, 355:(6332), Eaai9214.

PENG, Q., and CHEN, R. 2019. Biosynthesis of Gold Nanoparticles Using Caffeoylxanthiazonoside, Chemical Isolated from *Xanthium spinosum* L. Fruit and Their Anti-Allergic Rhinitis Effect-A Traditional Chinese Medicine. Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology, 192:13-18.

PETERSON, K. J. 2005. Macroevolutionary Interplay Between Planktic Larvae and Benthic Predators. Geology, 33(12):929-932.

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

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

PHILLIPS, S. J., DUDIK, M., ELITH, J., GRAHAM, C. H., LEHMANN, A., LEATHWİCK, J., and FERRİER, S. 2009. Sample Selection Bias and

Presence-Only Distribution Models: Implications for Background and Pseudo-Absence Data. Ecological Applications, 19(1):181-197.
PIER, 2013. Pacific Islands Ecosystems at Risk. Honolulu, USA: HEAR, University of Hawaii. http://www.hear.org/pier/index.html
PITCHER D, 1989. *Xanthium spinosum*, Spiny Cocklebur. Element Stewardship Abstract. Arlington, USA: The Nature Conservancy, 10 pp.
PITCHER D, 1989. *Xanthium spinosum*, Spiny Cocklebur. Element Stewardship Abstract. Arlington, USA: The Nature Conservancy, 10 Pp.
POORTER, H., and Nagel, O. 2000. The Role of Biomass Allocation in the Growth Response of Plants to Different Levels of Light, CO2, Nutrients And Water: a Quantitative Review. Functional Plant Biology, 27:597–607. https://doi.org/10.1071/PP99173_CO
POUDEL, A. S., SHRESTHA, B. B., JOSHI, M. D., MUNIAPPAN, R., ADIGA, A., VENKATRAMANAN, S., and JHA, P. K. 2020. Predicting the Current and Future Distribution of the Invasive Weed *Ageratina adenophora* in the Chitwan–Annapurna Landscape, Nepal. Mountain Research and Development, 40(2):R61-R71.
PYŠEK, P., HULME, P. E., SIMBERLOFF, D., BACHER, S., BLACKBURN, T. M., CARLTON, J. T., and RICHARDSON, D. M. 2020. Scientists' Warning on Invasive Alien Species. Biological Reviews, 95(6):1511-1534.
QIN, Z., ZHANG, J. E., DITOMMASO, A., WANG, R. L., and WU, R. S. 2015. Predicting Invasions of Wedelia Trilobata (L.) Hitchc. with MaxEnt and GARP Models. Journal of Plant Research, 128:763-775.
RAZGOUR, O., HANMER, J., and JONES, G. 2011. Using Multi-Scale Modelling to Predict Habitat Suitability for Species of Conservation Concern: The Grey Long-Eared Bat as a Case Study. Biological Conservation, 144(12):2922–2930. https://doi.org/10.1016/j.biocon.2011.08.010
REDDY, S., and DÁVALOS, L. M. 2003. Geographical Sampling Bias and Its Implications for Conservation Priorities in Africa. Journal of Biogeography, 30(11):1719-1727.
REMYA, K., RAMACHANDRAN, A., and JAYAKUMAR, S. 2015. Predicting the Current and Future Suitable Habitat Distribution of *Myristica dactyloides* Gaertn. Using MaxEnt Model in the Eastern Ghats, India. Ecological Engineering, 82:184–188. https://doi.org/10.1016/j.eco leng.2015.04.053
RONDININI, C., WILSON, K. A., BOITANI, L., GRANTHAM, H., and POSSINGHAM, H. P. 2006. Tradeoffs of Different Types of Species Occurrence Data for Use in Systematic Conservation Planning. Ecology Letters, *9*(10):1136-1145.
ROYLE, J. A., CHANDLER, R. B., YACKULIC, C., and NICHOLS, J. D. 2012. Likelihood Analysis of Species Occurrence Probability from Presence-Only Data For Modelling Species Distributions. Methods in Ecology and Evolution, 3(3):545-554.
RUIZ-GUTIÉRREZ, V., and ZIPKIN, E. F. 2011. Detection Biases Yield Misleading Patterns of Species Persistence and Colonization in Fragmented Landscapes. Ecosphere, 2(5):1-14.
SASTRE, P., and LOBO, J. M. 2009. Taxonomist Survey Biases and the Unveiling of Biodiversity Patterns. Biological Conservation, 142(2), 462-467.

SAWICKI, J. P., PETIT, P., ZÉGAOUI, A., AILLERIE, M., and CHARLES, J. P. 2012. High Efficiency Step-Up HVDC Converter for Photovoltaic Generator. Energy Procedia, *18*:1593-1600.

SCHLOSSTEIN, L., TERASAKI, P. I., BLUESTONE, R., and PEARSON, C. M. 1973. High Association of an HL-A Antigen, W27, with Ankylosing Spondylitis. New England Journal of Medicine, *288*(14):704-706.

SHAO, H., SHI, K., HAN, C. X., LI, W. J. and ZHANG, C. 2019. Allelopathic Plants 27: *Xanthium spinosum* Moretti. Allelopathy Journal of Medicine. 48:139–153

SHARMA, S., ARUNACHALAM, K., BHAVSAR, D., and KALA, R. 2018. Modeling Habitat Suitability of Perilla Frutescens with MaxEnt in Uttarakhand a Conservation Approach. Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants, 10:99–105. https://doi.org/10.1016/j.jarmap.2018. 02.003

SILVA, L. D., ELIAS, R. B., ve SILVA, L. 2021. Modelling Invasive Alien Plant Distribution: a Literature Review of Concepts and Bibliometric Analysis. Environmental Modelling ve Software, 145: 105203. https://doi. org/10.1016/j.envso ft.2021.105203

SIMBERLOFF, D. 2015. Non-Natıve Invasive Species And Novel Ecosystems. F1000prime reports, 7.

SIRRI, M. 2019. Siirt İli Fıstık Bahçelerinde Görülen Yabancı Otların Yaygınlık ve Yoğunluklarının Belirlenmesi. Bitki Koruma Bülteni, 59(3): 3-14.

SIRRI, M. 2022. Changes in Weed Populations Due to Land Use and Ecological Parameters in the Yüksekova Basin, Dicle University, Diyarbakir, Turkey,

SVENSSON, E. I., GÓMEZ-LLANO, M. A., TORRES, A. R. and BENSCH, H. M. 2018. Frequency Dependence and Ecological Drif Shape Coexistence of Species with Similar Niches. the American Naturalist. 191:691–703

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

THUILLER, W., ALBERT, C., ARAUJO, M.B., BERRY, P.M., CABEZA, M., GUISAN, A., HICKLER, T., MIDGLEY, G.F., PATERSON, J., SCHURR, F.M., SYKES, M.T., ZIMMERMANN, N.E., 2008. Predicting Global Change Impacts on Plant Species' distrubions: Future challenges. Perspect Plant Ecology Evolution Systematics, 9:137-152.

THUILLER, W., LAVOREL, S., ARAUJO, M., SYKES, M.T., PRENTICE, I.C., 2005. Climate Change Threats to Plant Diversity in Europe. Proc Natl Acad., USA The Steel Construction Institute. 102:8245-50.

TOMASELLO, S. 2018. How Many Names for a Beloved Genus Coalescent-Based Species Delimitation in *X. spinosum* (Ambrosiinae, Asteraceae). Molecular Phylogenetics and Evolution, 127:135-145.

TOURANI, M., ÇAĞLAYAN, A., IŞIK, V., ve SABER, R. 2022. İran'da İklim Değişikliğinin, Klimatolojik, Meteorolojik ve Hidrolojik Afetlere Etkisi. Türk Coğrafya Dergisi, (80):97−114.

TOURNE, D. C. M., BALLESTER, M. V. R., JAMES, P. M. A., MARTORANO, L. G., GUEDES, M. C., and THOMAS, E. 2019. Strategies to Optimize Modeling Habitat Suitability of Bertholletia Excelsa in the Pan-Amazonia. Ecology and Evolution, 9(22):12623–12638. https://doi.org/10.1002/ ece3.5726

USDA-NRCS, 2013. The PLANTS Database. Baton Rouge, USA: National Plant Data Center. http://plants.usda.gov/

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.

VELOZ, S. D. 2009. Spatially Autocorrelated Sampling Falsely Inflates Measures of Accuracy for Presence-Only Niche Models. Journal of Biogeography, 36(12): 2290-2299.

VERLINDEN, M., VAN KERKHOVE, A., and NIJS, I. 2013. Effects of Experimental Climate Warming and Associated Soil Drought on The Competition Between Three Highly Invasive West European Alien Plant Species and Native Counterparts. Plant Ecology, 214:243-254.

VILA, M., BASNOU, C., PYSEK, P., JOSEFSSON, M., GENOVESI, P., GOLLASCH, S., NENTWIG, W., OLENIN, S., ROQUES, A., ROY, D., HULME, P., PARTNERES DAISIE, 2010. How Well Do We Understand the Impacts of Alien Species on Ecosystem Services a Pan-European Cross-Taxa Assessment. Front Ecol Environ., 8:135- 144.

WAAGE, J. K. and REASER, J. K. 2001. A Global Strategy to Defeat Invasive Species. Science 292:1477–1486

WALSH, J. R., CARPENTER, S. R., and VANDER ZANDEN, M. J. 2016. Invasive Species Triggers a Massive Loss of Ecosystem Services Through a Trophic Cascade. Proceedings of the National Academy of Sciences, 113(15):4081-4085.

WEBER E, 2003. Invasive Plant Species of the World: A Reference Guide to Environmental Weeds. Wallingford, UK: CAB International, 548 pp.

WILHELM S, and BENSON LC. 1955. Weeds as Important Interim Hosts of Broomrape. Plant Disease Reporter, 39(3):273.

WILSON, P. D., DOWNEY, P. O., LEISHMAN, M., GALLAGHER, R., HUGHES, L., and O'DONNELL, J. 2009. Weeds in a Warmer World: Predicting The Impact of Climate Change on Australia's Alien Plant Species Using MaxEnt. Plant Protection Quarterly, 24(3):84-87.

WILTING, A., CORD, A., HEARN, A. J., HESSE, D., MOHAMED, A. TRAEHOLDT, C. and Hofer, H. 2010. Modelling the Species Distribution of Flat-Headed Cats (*Prionailurus planiceps*), an Endangered South-East Asian Small Felid. PloS one, 5(3):9612.

WISZ, M. S., HIJMANS, R. J., LI, J., PETERSON, A. T., GRAHAM, C. H., GUISAN, A. and NCEAS Predicting Species Distributions Working Group. 2008. Effects of Sample Size on The Performance of Species Distribution Models. Diversity and Distributions, 14(5):763-773.

WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2020. Coronavirus Disease 2019 (COVID-19). Situation Report, 51. World Health Organization. https://apps.who.int/iris/handle/10665/331475

YAN, H. Y. ve ark., 2019. Predicting The Potential Distribution of an Invasive Species, *Erigeron canadensis* L. in China With a Maximum Entropy Model. Global Ecology Conservation. 21:00822

YAN, H., FENG, L., ZHAO, Y., FENG, L., WU, D., and ZHU, C. 2020. Prediction of the Spatial Distribution of Alternanthera Philoxeroides in China Based on Arcgıs and MaxEnt. Global Ecology and Conservation, 21:1–15. https://doi.org/10.1016/j.gecco.2019.e00856

YATES, K. L., BOUCHET, P. J., CALEY, M. J., MENGESEN, K., RANDIN, C. F., PARNELL, S., FIELDING, A. H., BAMFORD, A. J., BAN, S., BARBOSA, A. M., DORMANN, C. F., ELITH, J., EMBLING, C. B., ERVIN, G. N., FISHER, R., GOULD, S., GRAF, R. F., GREGR, E. J., HALPIN, P. N., SEQUEIRA, A. M. M. 2018. Outstanding Challenges in the Transferability of Ecological Models. Trends in Ecology ve Evolution, 33(10):790–802. https://doi. org/10.1016/j.tree.2018.08.00.

YUAN, Z., ZHENG, X., ZHAO, Y., LIU, Y., ZHOU, S., WEI, C. and Shao, H. 2018. Phytotoxic Compounds Isolated from Leaves of the Invasive Weed *Xanthium spinosum*. Molecules, 23(11): 2840.

ZHANG, K., YAO, L., MENG, J., and TAO, J. 2018. MaxEnt Modeling for Predicting the Potential Geographical Distribution of Two Peony Species Under Climate Change. Science of The Total Environment, 634:1326– 1334. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.04.112

ZHANG, Y., TANG, J., REN, G., ZHAO, K. X., and WANG, X. F. 2021. Global Potential Distribution Prediction of *Xanthium spinosum* Based on MaxEnt Model. Scientific Reports, 11(1):1–10. https://doi.org/10.1038/s41598-021-96041-z

ZIMDAHL RL 2018. Fundamentals of Weed Science. Academic Press, San Diego

ZISKA, L. H., REEVES III, J. B., and BLANK, B. 2005. The Impact of Recent Increases in Atmospheric CO_2 on Biomass Production and Vegetative Retention of Cheatgrass (*Bromus tectorum*): Implications for Fire Disturbance. Global Change Biology, 11(8):1325-1332.

ZISKA, L., KNOWLTON, K., ROGERS, C., DALAN, D., TIERNEY, N., ELDER, M. A., ... and FRENZ, D. 2011. Recent Warming by Latitude Associated with Increased Length of Ragweed Pollen Season in Central North America. Proceedings of The National Academy of Sciences, 108(10):4248-4251.