

Random Forest regresyon algoritması ile *Pistacia terebinthus* L.'nin mevcut ve gelecek potansiyel yayılış alanlarının tahmini

Estimation of current and future potential distribution areas of *Pistacia terebinthus* L. by random forest regression algorithm

Almira UZUN¹ , Ayşe Gül SARIKAYA² 

¹Bursa Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Orman Mühendisliği, Bursa

²Bursa Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Orman Botaniği Anabilim Dalı, Bursa

Eser Bilgisi / Article Info

Araştırma makalesi / Research article

DOI: 10.17474/artvinofd.1298275

Sorumlu yazar / Corresponding author

Ayşe Gül SARIKAYA

e-mail: aysegul.sarikaya@btu.edu.tr

Geliş tarihi / Received

17.05.2023

Düzeltilme tarihi / Received in revised form

05.09.2023

Kabul Tarihi / Accepted

06.09.2023

Elektronik erişim / Online available

15.10.2023

Anahtar kelimeler:

Menengiç

Pistacia terebinthus L.

Tür dağılım modeli

Random Forest

Keywords:

Terebinth

Pistacia terebinthus L.

Species distribution model

Random Forest

Özet

Anacardiaceae familyası üyelerinden biri olan *Pistacia terebinthus* (Menengiç) L. ülkemizde şifalı bitkiler arasında yer almakta kahve, sabun vb. kullanım şekilleri bulunmaktadır. Değişik amaçlardaki kullanımı ile ülkede ekonomik değere sahip olan bu türün iklim değişikliği ile birlikte ülkemizde nasıl bir dağılım göstereceği merak konusudur. Bu çalışmada, iklim değişikliğinin *Pistacia terebinthus* L.'nin Türkiye'deki yayılış alanları üzerine etkisini belirlemek için Random Forest regresyon algoritmasından yararlanılmıştır. Model için, Menengiç'e ait varlık verileri ve günümüz ve gelecek biyo-iklimsel değişkenler kullanılmıştır. Gelecek yayılış alanlarını belirlemek için HadGEM3-GC31-LL iklim değişikliği modeli ve SSP2 4.5 SSP5 8.5 senaryolarına ait 2041-2060 (~2050) ve 2081-2100 (~2090) periyotları tercih edilmiştir. Menengiç'in günümüz ve iki farklı senaryoya göre gelecek yayılış alanları karşılaştırıldığında, türe ait yayılış alanlarında daralmalar olacağı ve günümüzde 118245 km² olarak hesaplanmış çok uygun olarak değerlendirilen yayılış alanlarının gelecek koşullarda olmayacağı tahmin edilmektedir. Günümüzde uygun ve çok uygun yayılış alanları toplamda 288896.243 km² iken bu sayının, SSP2 4.5 senaryosu ~2050 ve ~2090 periyotlarında sırası ile yaklaşık %50 ve %40'lara kadar gerileyeceği ve SSP5 8.5 senaryosu ~2050 ve ~2090 periyotlarında yine sırasıyla yaklaşık %45 ve %15'ine kadar gerileceği görülmektedir.

Abstract

Pistacia terebinthus L. (Terebinth), one of the members of the Anacardiaceae family, is among the medicinal plants in our country, and it is used in coffee, soap, etc. There are usage patterns. It is a matter of curiosity how this species, which has economic value in the country with its use for different purposes, will show in our country with climate change. In this study, Random Forest regression algorithm was used to determine the effect of climate change on the distribution areas of *Pistacia terebinthus* L. in Türkiye. For the model, asset data of Terebinth and current and future bioclimatic variables were used. In order to determine the future distribution areas, 2041-2060 (~2050) and 2081-2100 (~2090) periods of the HadGEM3-GC31-LL climate change model SSP2 4.5 and SSP5 8.5 scenarios were preferred. When the current and future distribution areas of *Pistacia terebinthus* L. are compared according to two different scenarios, it is estimated that there will be narrowing in the distribution areas of the species and the distribution areas considered very suitable will not be in the future. Today, while the suitable and very suitable distribution areas are 288896.243 km² in total, this number will decrease to approximately 50% and 40% in the SSP2 4.5 scenario ~2050 and ~2090 periods, and in the SSP5 8.5 scenario ~2050 and ~2090 periods, respectively 45% and 15% it is seen that it will decrease approximately.

GİRİŞ

Türkiye, üç tarafı denizlerle çevrili yarımada konumunda ve topografik özelliklerinden dolayı karmaşık iklim yapısıyla küresel iklim değişikliğinden en çok etkiyi görecektir (Öztürk 2002, Uzun ve Sarıkaya 2021). Ormanlar ve iklim arasında çıkar ilişkisi bulunur, yani ormanlar iklimden etkilenmekle birlikte iklimi de değiştirmektedir. Geçmişten günümüze olan bütün iklim

değişiklikleri ormanları çok uzun vadede genişlemeye, daralmaya veya yer değiştirmeye yani göç etmeye yöneltmiştir. Bu yönelim iklimin soğumasıyla güneye, iklimin ısınmasıyla da kuzeye doğru olmuştur (Tolunay 2013, Uzun ve Sarıkaya 2021).

Ormanlardan elde edilen odun dışı orman ürünleri (ODOÜ) bazı kesimlerde kırsal fakirliği azaltma ve yerel ekonomiyi canlandırma gibi faydaları olmakla beraber,

küresel ölçekte Dünya'nın %80'i özellikle sağlık ve gıda giderlerini ODOÜ'den karşıladıkları bilinmektedir (DPT 2001, Killmann ve ark. 2003, Kurt ve ark. 2016).

Tür dağılım modelleri, bölgesel biyolojik çeşitlilik değerlendirmeleri, mekansal koruma önceliklendirmeleri, evrimsel biyoloji, epidemiyoloji, küresel değişim biyolojisi ve yaban hayatı yönetimi dahil olmak üzere bir çok disiplin ve uygulamalarda yaygın olarak kullanılmaktadır (Araújo ve Peterson 2012, Naimi ve Araújo 2016).

RStudio, istatistiksel analiz ve grafiksel görselleştirme için yaygın olarak kullanılmaktadır ve son zamanlarda matematiksel hesaplama, manipülasyon ve karmaşık uzamsal veri kümelerinin analizi ve modelleme için de uygunluğu artmıştır (Bivand ve ark. 2008, Soetaert ve ark. 2010, Naimi ve Araújo 2016). R, yeni ve özel analitik tekniklerin, grafik aygıtların, içe/dışa aktarma kapasitelerinin, raporlama araçlarının vb. geliştirilmesine izin veren, kullanıcı tarafından oluşturulan paketler aracılığıyla genişletilebilir bir yazılımdır (Naimi ve Voinov 2012, Naimi ve Araújo 2016).

Anacardiaceae familyasının önemli bitki taksonlarından Menengiç (*Pistacia terebinthus* L.), Akdeniz havzası ve Asya'ya özgü bir bitki olup, Türkiye'de genellikle Güney ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde doğal olarak yetişmektedir. Bodur ve yaprağını döken bir bitki olan Menengiç (*Pistacia terebinthus* L.), mart ve nisan aylarında çiçek açar, Ağustos-Eylül aylarında olgunlaşan meyveleri kırmızı-pembe olup, olgunlaştığı zaman kahverengine dönüşür (Özcan 2004, Polat 2016). Menengiç meyveleri protein, yağ, lif ve doymamış yağ asitleri bakımından zengin olup, insanlar için önemli bir besin kaynağıdır. Güneydoğuda binlerce senedir çerez olarak tüketilmektedir (Özcan 2004, Polat 2016). Son

senelerde ülkemizde menengiç kahvesi de çokça tüketilmektedir (Çınar 2012, Polat 2016). Ayrıca menengiçin şekerleme sektöründe tat ve aroma verici olarak kullanılabilme olanakları da olduğu bilinmektedir (Hayoğlu ve ark. 2010, Polat 2016).

Bu çalışmanın temel amacını ülkemizde doğal olarak yetişmekte olan, alternatif tıp, gıda ve kişisel bakım gibi kullanım alanları olan menengiç (*Pistacia terebinthus* L.)'in Random forest ile mevcut potansiyel yayılış alanı ile HadGEM3-GC31-LL iklim değişikliği modeli ile SSP2 4.5 ve SSP5 8.5 senaryolarına göre 2041-2060 ve 2081-2100 periyotlarına ait potansiyel gelecek yayılış alanlarının modellenmesi oluşturmaktadır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Materyal

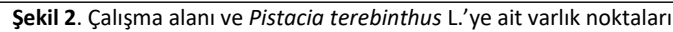
Çalışma materyalini ülkemizde doğal olarak yetişen ve ekonomik değeri bakımından da önemli bir yere sahip *Pistacia terebinthus* L. (Menengiç) türü oluşturmaktadır (Şekil 1).

Yöntem

Çalışmada kullanılmak üzere ülkemizdeki yayılış alanlarını temsilen seçilen var verileri, çeşitli literatür taramaları, TUBIVES, açık kaynaklı çevrimiçi platformlar ve Biyolojik Çeşitlilik ve Odun Dışı Orman Ürünleri Veri Tabanı'ndan elde edilmiştir. (TUBIVES 2004, Aladı ve ark. 2008, Aydınöz 2009, Bulut 2010, Özyavuz 2011, Aslan ve Karaca 2012, Yıldız 2013, Kaya ve Özer 2015, BİYOD 2020, Akpulat ve ark. 2021, GBIF 2021, Çetinkaya 2022). Elde edilen varlık verileri ve çalışma alanı Şekil 2'de, verilere ait öznitelik bilgileri ise Çizelge 1'de görülmektedir.



Şekil 1. *Pistacia terebinthus* L. (Doğan 2022)



<i>Distacia torquithus</i> l	v	v	il	ilce	Ortalama	Yükseklik (m)	Ortalama yağış (mm)
------------------------------	---	---	----	------	----------	---------------	---------------------

162 / A. Uzun, A.G. Sarıkaya / AÇÜ Orman Fak. Derg. 24 (2): 160-169 (2023)

olacak değişkenler seçilerek tahminlerde kullanılmıştır (Sillero 2011, Cao ve ark. 2016, Akyol ve ark. 2023).

Gelecek potansiyel yayılış alanı modelleri için Hükümetler Arası İklim Değişikliği Panelinde yayınlanan CMIP6'daki HadGEM3-GC31-LL modeline ait SSP5-8.5 ve SSP2-4.5 senaryolarından 2041-2060 ve 2081-2100 yıllarının biyo-iklimsel verileri yine WorldClim'in veri servisi üzerinden çalışma dosyasına getirilmiştir. HadGEM3-GC31-LL modeli, sera gazları, aerosoller, güneş ışınımı, volkanik aerosoller, arazi kullanımı, ozon konsantrasyonları ve antropojenik aerosoller gibi tarihsel olarak gelişen zorlamalara yanıt vermektedir (Andrews ve ark. 2020). İndirilen biyo-iklimsel veriler tahminleyici olarak kullanılmak üzere Türkiye koordinatlarına göre kesilmiş ve BrickLayer formatına dönüştürülmüştür. Biyo-iklimsel verilerin içerikleri Çizelge 2'de verilmiştir.

Varlık verilerinin %25'i test verisi olarak kullanılmış ve 1000 nokta arka planda çalıştırılmıştır. Bu aşamada AUC, TSS ve önem grafikleri elde edilmektedir. 0 ile 1 arasında değişen AUC değeri 1'e ne kadar yakında modelin başarısı o kadar yüksek anlamını taşımaktadır (Phillips ve ark. 2006, Wang ve ark. 2007, Phillips ve Dudik 2008, Gassó ve ark. 2012, Hosmer Jr ve ark. 2013, Özü 2019, Uzun ve Özü 2020). TSS değerleri ise şu şekilde sınıflandırılmaktadır; 0–0.4=zayıf, 0.4–0.5=orta, 0.5–0.7=iyi, 0.7–0.85=çok iyi, 0.85–0.9=mükemmel ve 0.9–1=mükemmel (Duan ve ark. 2014, Zhang ve ark. 2019). Jackknife (çek-çıkart) testi olarak da bahsedilen önem grafiği her bir biyo-iklimsel verinin ilgili tür için etki düzeyini göstermektedir (Pearson ve ark. 2007, Shcheglovitova ve Anderson 2013). Tahminleyici olarak kullanılan biyo-iklimsel verileri içeren modellerin her biri (mevcut, SSP2-4.5 ~2050, SSP2-4.5 ~2090, SSP5.85 ~2050 ve SSP5-8.5 ~2090) teker teker predict komutu ile çalıştırılarak.grd formatında dışa aktarılmışlardır. Dışa aktarılan modeller analiz ve görselleştirme için QGIS programında işlenmiştir. 0 ile 1 arasında oluşan yayılış alanı haritalarını sınıflandırmak için Çizelgeye göre sınıflandırma yapılmış ve 0-0.25=0 (uygun değil), 0.25-0.5=1 (az uygun), 0.5-0.75=2 (uygun) ve 0.75-1=3 (çok uygun) olmak üzere 3 sınıfa ayrılmıştır (Özü ve ark.

2023). Alansal hesapları yapabilmek için vektör veriye dönüştürülmüş ve 0, 1, 2, 3 değerleri için toplam alanları çıkarılmıştır.

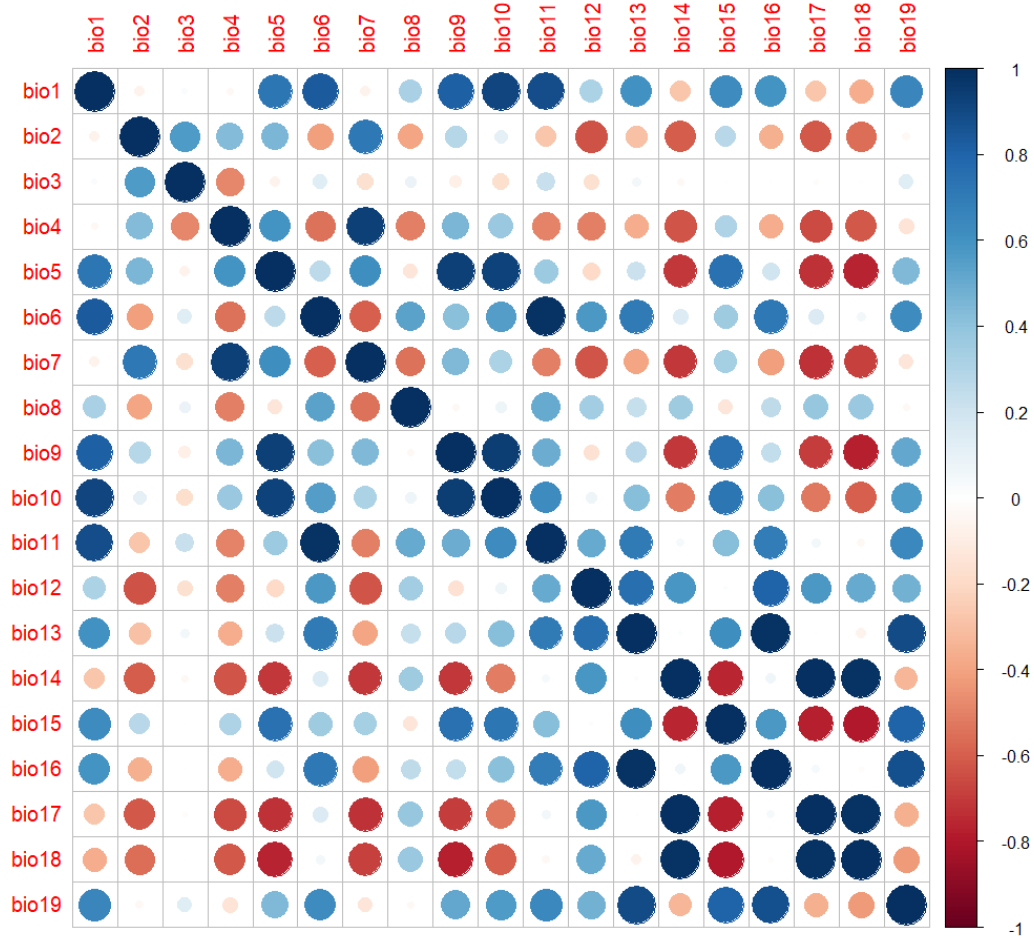
Çizelge 2. Biyo-iklimsel değişkenler (WorldClim 2020)

Kodlar Açıklamalar	
Bio 1	Yıllık ortalama sıcaklık
Bio 2	Günlük ortalama değişim aralığı (ortalama aylık sıcaklık)
Bio 3	İzotermalite
Bio 4	Mevsimsel sıcaklık (standart sapma x100)
Bio 5	En sıcak ayın en yüksek sıcaklığı
Bio 6	En soğuk ayın en az sıcaklığı
Bio 7	Yıllık sıcaklık değişim aralığı (Bio 5-Bio 6)
Bio 8	En nemli çeyreğin ortalama sıcaklığı
Bio 9	En kurak çeyreğin ortalama sıcaklığı
Bio 10	En sıcak çeyreğin ortalama sıcaklığı
Bio 11	En soğuk çeyreğin ortalama sıcaklığı
Bio 12	Yıllık yağış miktarı
Bio 13	En nemli ayın yağış miktarı
Bio 14	En kurak ayın yağış miktarı
Bio 15	Mevsimsel yağış miktarı
Bio 16	En nemli çeyreğin yağış miktarı
Bio 17	En kurak çeyreğin yağış miktarı
Bio 18	En sıcak çeyreğin yağış miktarı
Bio 19	En soğuk çeyreğin yağış miktarı

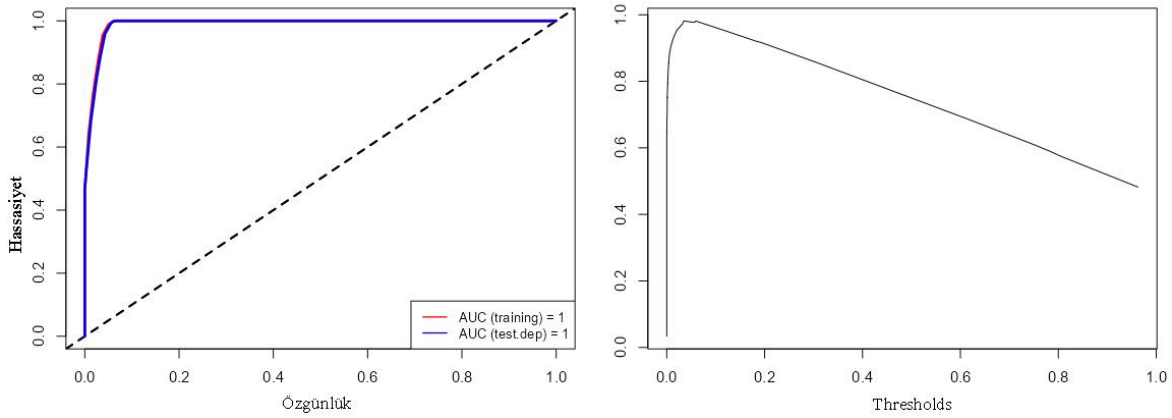
BULGULAR

Modelde çalıştırılmak üzere yapılan Pearson korelasyon analizi sonucunda *Pistacia terebinthus* L.'nin potansiyel yayılışını belirlemek için 19 değişkenin 10'u kullanılmıştır. Korelasyona giren değişkenler elenirken, değişkenin korelasyona girdiği diğer değişkenlere ve tür için önem sıralamasına bakılmıştır (Şekil 3). Bu değişkenler, sıcaklık verileri için, Bio1, Bio2, Bio3, Bio 7, Bio 8, Bio 10 ve yağış verileri için ise Bio 12, Bio 15, Bio 18, Bio 19'dur.

ROC eğrisi altında kalan AUC değerlerine bakıldığında eğitim (training) ve test değerinin 1 olduğu görülmektedir. Bu değerler oluşturulan modelin rastgele bir tahminden çok daha güçlü bir model oluşturduğunu göstermektedir. TSS (true skill statistic) değerinin ise yine 1 olması modelin doğru çalıştığını kanıtlar niteliktedir (Şekil 4).



Şekil 3. Pearson korelasyon analiz değerleri

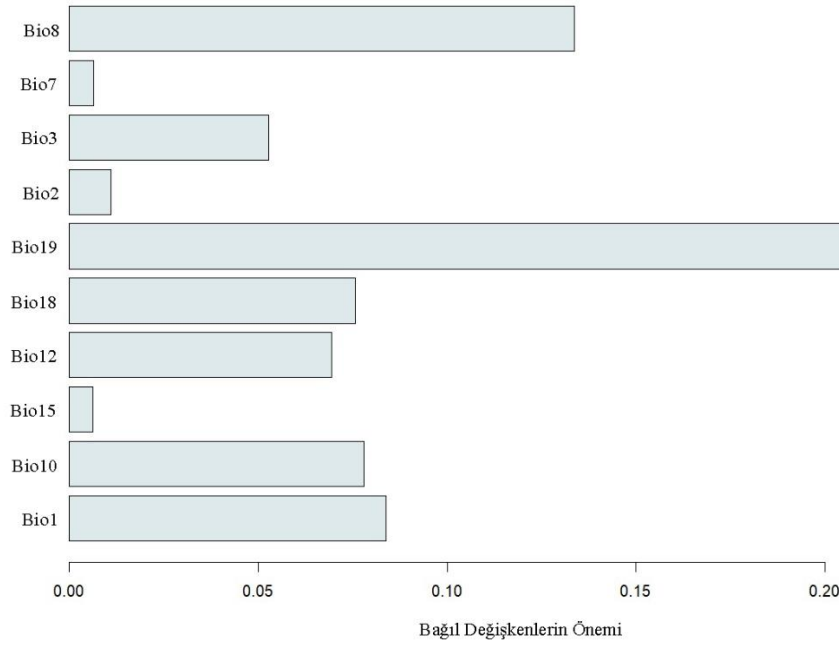


Şekil 4. AUC ve TSS grafiği

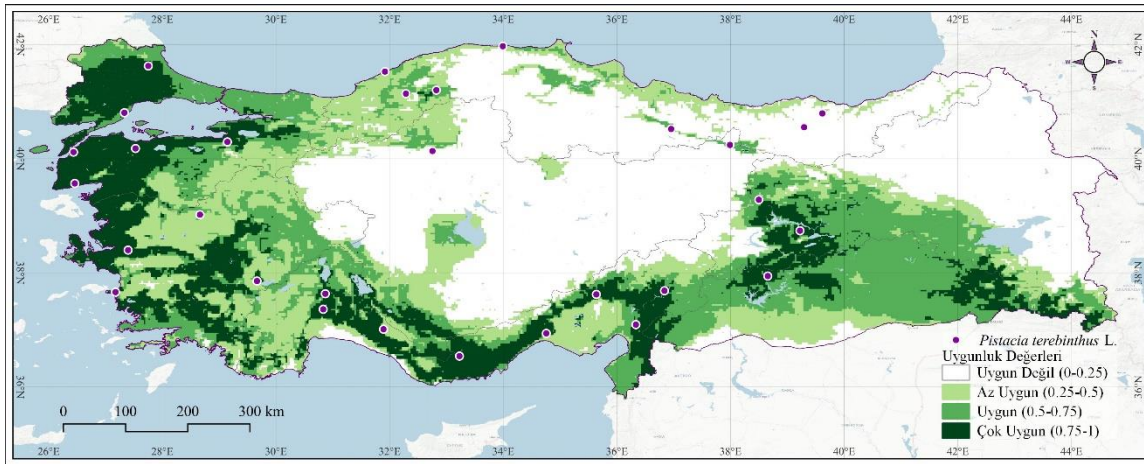
Pistacia terebinthus L. için oluşturulan biyo-iklimsel değişkenlerin önem grafiğine bakıldığında, en önemli ilk 3 değişkenin Bio 19 (en soğuk çeyreğin yağış miktarı), Bio 8 (en nemli çeyreğin ortalama sıcaklığı) ve Bio 1 (yıllık ortalama sıcaklık) olduğu görülmektedir (Şekil 5).

Pistacia terebinthus L.'nin mevcuttaki yayılış alanları Şekil 6'da, HadGEM3-GC31-LL iklim değişikliği modeli SSP2 4.5 senaryosuna göre ~2050 ve ~2090 yılları yayılış alanı Şekil 7'de ve SSP5 8.5 senaryosuna göre ~2050 ve ~2090 yılları yayılış alanı ise Şekil 8'de görülmektedir. Haritalarda yayılış alanları yeşilin tonları ile temsil edilmiş ve az uygun yayılış alanları açık yeşil, uygun yayılış alanları yeşil, çok

uygun yayılış alanları koyu yeşil ve uygun olmayan yayılış alanları ise beyaz olarak temsil edilmiştir.



Şekil 5. Modele etki eden biyo-iklimsel değişkenlerin önem grafiği



Şekil 6. *Pistacia terebinthus* L.'nin potansiyel mevcut yayılış alanı

Varlık verileri ile model sonucu oluşturulan mevcut potansiyel yayılış alanlarının uyumlu olduğu, aynı zamanda model literatür ile karşılaştırıldığında da büyük oranda benzerlik gösterdiği görülmektedir (Caudullo ve ark. 2017). Akdeniz şeridinden Ege bölgesine, oradan da Karadeniz'in sahil bandına doğru *Pistacia terebinthus* L.'nin yayılış alanları değişmektedir. Ayrıca Doğu

Anadolu'nun Güney ve orta kesimlerinde de uygun yayılış alanları olduğu görülmektedir.

İlman senaryolardan biri olan SSP2 4.5'e ve en katı olarak değerlendirilen SSP5-8.5'e bakıldığında mevcut duruma göre yayılış alanlarında azalmaların olduğu özellikle Ege bölgesinde yayılış alanlarının çok az kalma ihtimali olduğu görülmektedir. Bununla beraber Karadeniz'in Orta ve Batı kesimlerinde potansiyel yayılış alanlarının artacağını söylemek mümkündür. Yine *Pistacia terebinthus* L.'nin

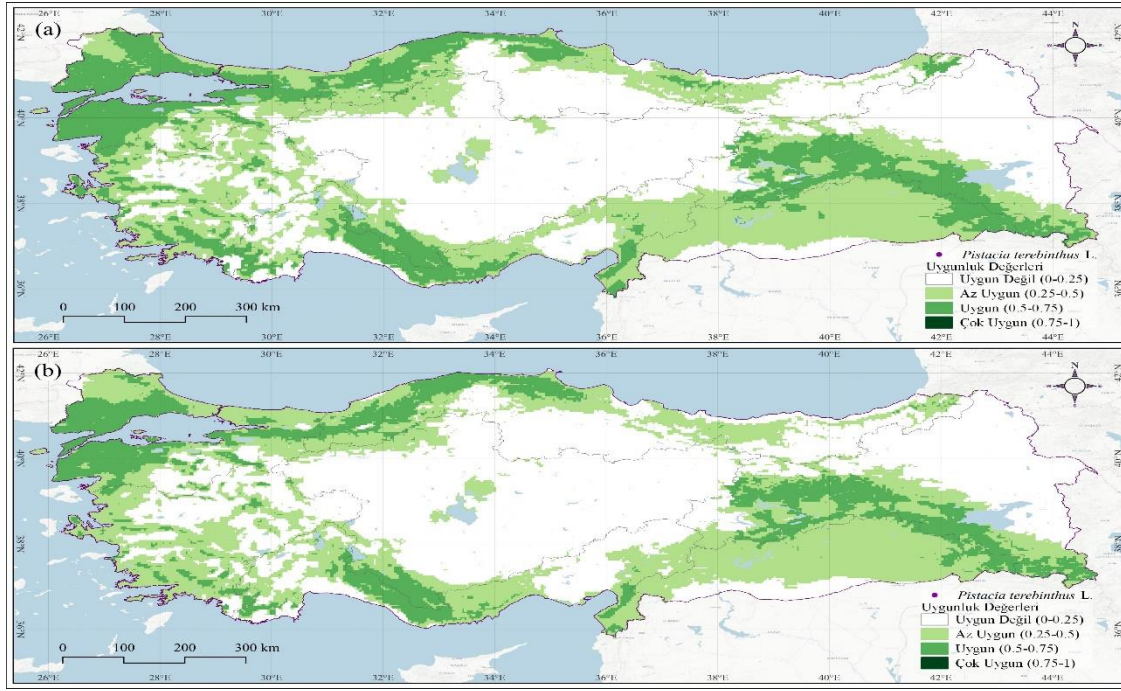
ilgili senaryo ve yollara göre günümüz ve gelecek potansiyel alansal dağılımları da Çizelge 3'te verilmiştir.

TARTIŞMA

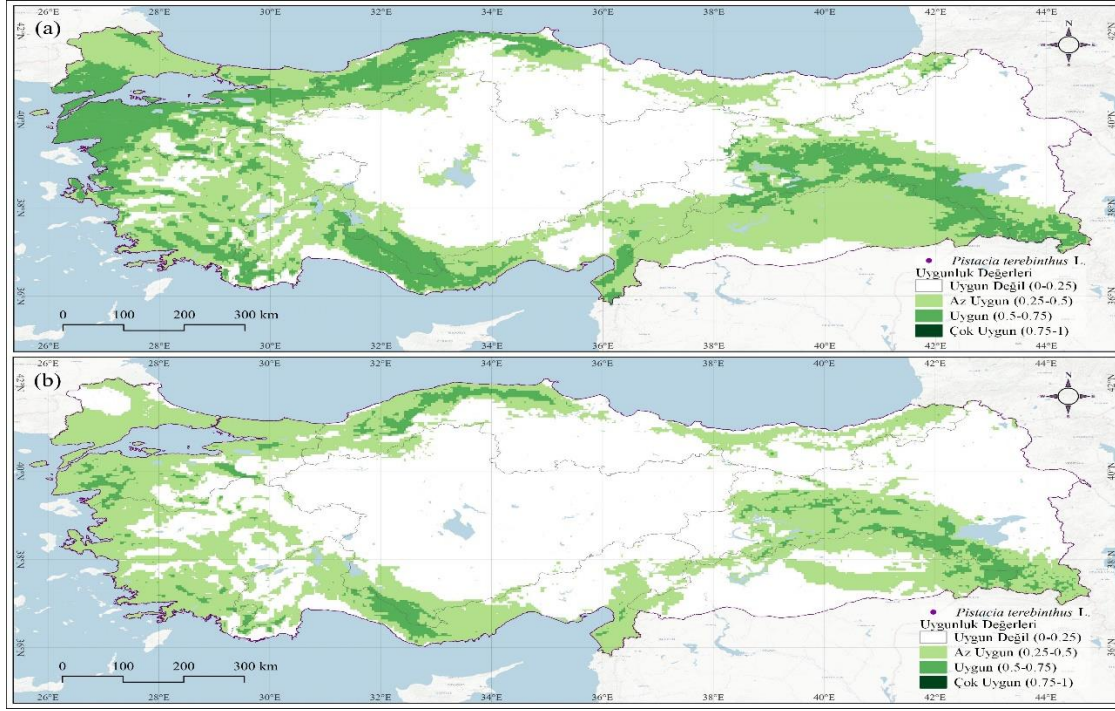
Kodhoridze ve ark. 2015 yılındaki *Pistachia* sp.'ler üzerine olan tüm Dünya'daki geçmiş, günümüz ve gelecek yayılış alanlarını modelledikleri çalışmalarında, türlerin

geçmişten günümüze dağılımlarını gelişen uygun çevre koşullarına doğru kaydırarak, iklim değişikliğiyle ilişkili hareket etmiş olabileceklerini söylemişlerdir.

Uzun ve ark. 2023'te *Pistacia lentiscus*'un günümüz ve gelecek yayılış alanlarını MaxEnt algoritması ile modellemiş ve model çıktılarında türün gelecek yayılış alanlarında ciddi azalmaların olacağını söylemişlerdir.



Şekil 7. *Pistacia terebinthus* L.'nin ~2050 (a) ve ~2070 (b) için SSP2-4.5 senaryosuna ait yayılış alanları

Şekil 8. *Pistacia terebinthus* L.'nin ~2050 (a) ve ~2070 (b) için SSP5-8.5 senaryosuna ait yayılış alanlarıÇizelge 3. *Pistacia terebinthus* L.'nin mevcut ve HadGEM3-GC31-LL modeline göre potansiyel yayılışının alansal dağılımı

<i>Pistacia terebinthus</i> L.	Mevcut	SSP2-4.5		SSP5-8.5	
Uygunluk değerleri		2041-2060	2081-2100	2041-2060	2081-2100
Uygun değil	320640.811	370498.685	390394.727	371705.974	471205.735
Az uygun	170509.774	259469.704	270591.618	273213.785	264076.083
Uygun	170651.437	150080.161	119058.919	135125.881	44768.595
Çok uygun	118244.806	0.000	0.000	0.000	0.000

Sarıkaya ve Örüçü 2021 yılında MaxEnt'te *Arbutus andrachne*'nin potansiyel yayılış alanlarını RCP senaryoları ile modellemiş ve türün Türkiye'nin Güney bölgelerinde dağılımının azalacağını, ancak yayılışını Batı ve Kuzey bölgelerde genişletilebileceği sonucuna varmışlardır.

Akyol ve Örüçü 2019 yılında odun dışı orman ürünlerinden biri olan *Cornus mas*'ın tür dağılım modelini MaxEnt ile yapmışlar ve çalışma sonucunda türün gelecekte büyük kayıplar yaşamayacağını fakat yayılış alanlarını Türkiye'nin Kuzey ve Kuzey Batı bölgelerine doğru değiştirme eğiliminde olacağını söylemişlerdir.

Aksu ve Örüçü 2022'deki çalışmalarında Gülgiller Familyasından *Crataegus microphylla* C. Koch türünün

yayılış alanının iklim değişiminden nasıl etkileneceğini GARP modeli kullanarak modellenmiş, çalışma sonucunda ise türün yayılışında genelde artışların olduğu, sadece SSP 2.5 senaryosuna ait periyotlarda azalmalar olduğu görülmüştür.

Uzun ve Örüçü 2020 yılında yaptıkları çalışmada özellikle hayvan beslenmesinde kullanılan *Adenocarpus complicatus* (L.) Gay'in yayılış alanlarını modellediklerinde türde ciddi azalmalar olacağını ve SSP5 8.5 senaryosuna göre ~2090 yılında Türkiye koşullarında türe artık rastlanmayacağını söylemişlerdir.

Örüçü ve Hoşgör 2022'deki MaxEnt çalışmalarında elde ettikleri bulgulara göre Karayemiş'in iklim değişiminden olumsuz yönde etkileneceği ve günümüzde zaten kısıtlı

yayılış alanına sahip olan türün gelecekteki yayılış alanlarının daha da azalacağı sonucuna varmışlardır.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Tüm elde edilen sonuçlar ışığında iklim değişikliğine bağlı olarak ülkemizde Menengiç'in yayılış alanlarında ciddi daralmalar ve yer değişimleri olacağı görülmektedir. Yalnızca Karadeniz bölgesinde yayılış alanlarında artış olacağı görülen Menengiç'in birçok tür gibi, iklim değişimiyle beraber kuzey enlemlere ve üst rakımlara çıkma eğiliminde olacağı görülmektedir. Senaryolara göre oluşturulan gelecek yayılış alanları tahminlerinde Türkiye genelinde çok uygun olarak sınıflandırılan alanların hiç olmayacağı görülmektedir. Özellikle Ege Bölgesi'nde mevcutta çok fazla yayılışa sahip olan Menengiç'in buradaki varlığını korumada zorluklar yaşayacağı görülmektedir. Katı olarak değerlendirilen ve dünya kaynaklarının en fazla kullanımı durumdaki iklimi temsilen oluşturulmuş olan SSP5 8.5 senaryosu ~2090 yılı modeline bakıldığında türün yayılışı için uygun alanların dahi artık ülkemizde çok az olacağı fark edilmektedir.

Odun dışı orman ürünü olarak yaygın kullanıma sahip olan bu türün kaybını en aza indirmeye yönelik koruma ve kullanma çalışmalarının yapılması gerekmektedir. Yapılacak olan çalışmaların yanı sıra, ülkemiz ve dünya kaynaklarının bilinçli kullanımının sağlanması ve her kaynağın bir sonu olduğu bilincinin aşılması da bu ve birçok türün geleceği için önem taşımaktadır.

BİLGİLENDİRME

Birinci yazar Almira UZUN, YÖK 100/2000 Doktora Projesi kapsamında Bursa Teknik Üniversitesi'nde "Sürdürülebilir Ormancılık ve Orman Afetleri" bilim dalında Doktora öğrencisidir.

KAYNAKLAR

- Akpolat S, Tıraş M, Şahinkaya MS, Akpolat HA (2021) *Pistacia terebinthus* (Menengiç) gallerinin antimikrobiyal etkisi ve GC-MS analizi. Turkish Journal of Biodiversity, 4 (2): 98-104.
- Aksu B, Örcü ÖK (2022) Garp modeline göre kocakarı armudunun (*Crataegus microphylla* C. Koch) günümüz ve gelecekteki potansiyel yayılışının tahmini. Ecological Perspective, 2: 72-92.
- Akyol A, Örcü ÖK, Arslan ES, Sarıkaya AG (2023) Predicting of the current and future geographical distribution of *Laurus nobilis* L. under the effects of climate change. Environmental Monitoring and Assessment, 195(4): 459.
- Akyol A, Örcü ÖK (2019) İklim değişimi senaryoları ve tür dağılımı modeline göre Kızılcağ türünün (*Cornus mas* L.) odun dışı orman ürünleri kapsamında değerlendirilmesi. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, 17: 224-233.
- Aladı Hİ, Satıl F, Selvi S (2008) Wild fruits sold in the public bazaars of Edremit Gulf (Balıkesir) and their medicinal uses. Biological Diversity and Conservation, 12 (1): 89-99.

- Andrews MB, Ridley JK, Wood RA, Andrews T, Blockley EW, Booth B, Burke E, Dittus AJ, Florek P, Gray LJ, Haddad S, Hardiman SC, Hermanson L, Hodson D, Hogan E, Jones GS, Knight JR, Kuhlbrodt T, Misios S, Sutton RT (2020) Historical simulations with HadGEM3-GC3.1 for CMIP6. Journal of Advances in Modeling Earth Systems, 12(6): e2019MS001995.
- Araújo MB, Peterson AT (2012) Uses and misuses of bioclimatic envelope modeling. Ecology, 93(7): 1527-1539.
- Aslan B, Karaca İ (2012) Kovada Gölü Milli Parkı (Isparta, Türkiye) Havzasının böcek faunası. Turkish Journal of Entomology, 36(4): 473-490.
- Aydınöz D (2009) Barındırdığı bitki varlığı açısından trakya'nın karasallık derecesi. Kastamonu Eğitim Dergisi, 17(1): 203-212.
- Bivand RS, Pebesma EJ, Gomez-Rubio V, Pebesma EJ (2008) Applied Spatial Data Analysis with R (C. 747248717), Springer Editions.
- BİYOD (2020) Biyolojik Çeşitlilik ve Odun Dışı Orman Ürünleri Veri Tabanı. Tarım ve Orman Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Breiman L (2001) Random forests. Machine Learning, 45(1): 5-32.
- Bulut İ (2010) Aybastı (Ordu) şelale ve çağlayanları. İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Dergisi, 20: 1-14.
- Cao B, Bai C, Zhang L, Li G, Mao M (2016) Modeling habitat distribution of *Cornus officinalis* with Maxent modeling and fuzzy logics in China. Journal of Plant Ecology, 9(6): 742-751.
- Caudullo G, Welk E, San-Miguel-Ayán J (2017) Chorological maps for the main European woody species. Data in Brief 12, 662-666. <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.22769678>.
- Çetinkaya D (2022) Menengiç'te (*Pistacia terebinthus*) Morfolojik Özelliklerin Tepe Tacı Gelişimine Etkisi. 10. Uluslararası Bilimsel Çalışmalar Kongresi, Elazığ, Türkiye, 28 - 30 Kasım 2022, ss.88-91.
- Çınar B (2012) Türk Antepfıstığı çeşitlerinin vitamin, mineral madde, yağ ve yağ asitleri bileşimi üzerinde araştırmalar. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- Doğan H (2022) *Pistacia terebinthus* (Menengiç)—Kocaeli Bitkileri. <https://kocaelibitkileri.com/pistacia-terebinthus/>. Erişim Tarihi: 30.03.2023.
- DPT V (2001) Beş Yıllık Kalkınma Planı, Ormancılık Özel İhtisas Komisyonu Raporu. DPT Yayın, 2531.
- Duan RY, Kong XQ, Huang MY, Fan WY, Wang ZG (2014) The predictive performance and stability of six species distribution models. PloS one, 9(11): e112764.
- Gassó N, Thuiller W, Pino J, Vilà M (2012) Potential distribution range of invasive plant species in Spain. NeoBiota, 12: 25.
- GBIF (2021) Global Biodiversity Information Facility. Free and Open Access to Biodiversity Data.
- Hayoğlu İ, İzol G, Gümüş A, Göncü B, Çevik GB (2010) Menengiçin şekerleme üretiminde kullanım olanakları. Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 14(4): 57-62.
- Hosmer Jr DW, Lemeshow S, Sturdivant RX (2013) Applied Logistic Regression (C. 398). John Wiley & Sons.
- Kaya F, Özer A (2015) Characterization of extracted oil from seeds of terebinth (*Pistacia terebinthus* L.) growing wild in Turkey. Turkish Journal of Science and Technology, 10(1): 49-57.
- Kho J (2019) Why Random Forest is My Favorite Machine Learning Model. Medium.
- Killmann W, Ndeckere F, Vantomme P, Walter S (2003) Developing inventory methodologies for the elaboration of national level statistics on NWFP: lessons learned from case studies and from a global assessment. Sustainable Production of Wood and Non-Wood Forest Products, 604(5): 83-87.
- Kozhoridze G, Orlovsky N, Orlovsky L, Blumberg DG, Golan-Goldhirsh A (2015) Geographic distribution and migration pathways of *Pistacia*-present, past and future. Ecography, 38: 1141-1154.
- Kurt R, Karayılmazlar S, İmren E, Cabuk Y (2016) Türkiye ormancılık sektöründe odun dışı orman ürünleri: ihracat analizi. Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 18(2): 158-167.
- Naimi B, Araújo MB (2016) SDM: a reproducible and extensible R platform for species distribution modelling. Ecography, 39(4): 368-375.
- Naimi B, Voinov A (2012) StellaR: a software to translate Stella models into R open-source environment. Environmental Modelling & Software, 38: 117-118.
- Örcü ÖK (2019) *Phoenix theophrasti* gr.'nin iklim değişimine bağlı günümüz ve gelecekteki yayılış alanlarının Maxent modeli ile tahmini ve bitkisel tasarımı kullanımı. Türkiye Ormancılık Dergisi, 20(3): 274-283.

- Örücü ÖK, Azadi H, Arslan E, Kamer Aksoy Ö, Choobchian S, Nooghabi S, Stefanie H (2023) Predicting the distribution of European Hop Hornbeam: application of MaxEnt algorithm and climatic suitability models. *European Journal of Forest Research*, 14 (2): 579-591.
- Örücü ÖK, Hoşgör E (2022) Karayemiş'in (*Prunus laurocerasus* L.) iklim değişikliği senaryolarına göre günümüz ve gelecekteki yayılış alanlarının analizi. *TÜCAUM* 2022, 455-467.
- Özcan M (2004) Characteristics of fruit and oil of Terebinth (*Pistacia terebinthus* L.) growing wild in Turkey. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 84: 517-520.
- Öztürk K (2002) Küresel iklim değişikliği ve Türkiye'ye olası etkileri. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 22(1).
- Özyavuz M (2011) Bitki örtüsünün ekolojik şartlarının coğrafi bilgi sistemleri ve uzaktan algılama teknikleri ile analizi, Ganos (Işıklar) Dağı, Tekirdağ. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 8 (2): 37-47.
- Pearson RG, Raxworthy CJ, Nakamura M, Townsend Peterson A (2007) Predicting species distributions from small numbers of occurrence records: a test case using Cryptic Geckos in Madagascar. *Journal of Biogeography*, 34(1): 102-117.
- Phillips SJ, Anderson RP, Schapire RE (2006) Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling*, 190 (3-4): 231-259.
- Phillips SJ, Dudik M (2008) Modeling of species distributions with Maxent: new extensions and a comprehensive evaluation. *Ecography*, 31(2): 161-175.
- Polat S (2016) Menengiç (*Pistacia terebinthus*), Buttum (*Pistacia khinjuk*) ve Antepfıstığı (*Pistacia vera*) meyvelerinde kurutmanın bazı meyve özellikleri üzerine etkisi. Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Şanlıurfa.
- RStudio (2022) Rstudio Open Source & Professional Software for Data.
- Sarıkaya AG, Örücü ÖK (2021) MaxEnt modeling for predicting the potential distribution of *Arbutus andrachne* L. in Turkey. *Kuwait Journal of Science*, 4(2): 1-13.
- Shcheglovitova M, Anderson RP (2013) Estimating optimal complexity for ecological niche models: a jackknife approach for species with small sample sizes. *Ecological Modelling*, 269: 9-17.
- Sillero N (2011) What does ecological modelling model? A proposed classification of ecological niche models based on their underlying methods. *Ecological Modelling*, 222(8): 1343-1346.
- Soetaert K, Petzoldt T, Setzer RW (2010) Solving differential equations in R: package deSolve. *Journal of Statistical Software*, 33: 1-25.
- SPSS (2022) SPSS Statistics 28.0.1. IBM.
- Tolunay D (2013) Ormanlar ve İklim Değişikliği. Portakal Baskı A.Ş.
- TUBİVES (2004) Turkish Plants Data Service.
- Uzun A, Örücü ÖK (2020) *Adenocarpus complicatus* (L.) Gay türünün iklim değişkenlerine bağlı günümüz ve gelecekteki yayılış alanlarının tahmini. *Turkish Journal of Forestry*, 21(4).
- Uzun A, Sarıkaya AG (2021) Effects of climate change on main forest tree species in Turkey. *Ecological Perspective*, 1(1): 29-36.
- Uzun A, Sarıkaya AG, Göze G (2023) Modeling of present and future potential distribution areas of Mastic Tree (*Pistacia lentiscus* L.). ISARC. 1. International Trakya Scientific Research Congress, Edirne.
- Wang Y, Xie B, Wan F, Xiao Q, Dai L (2007) Application of ROC Curve Analysis in Evaluating The Performance of Alien Species Potential Distribution Models. *Biodiversity Science*, 15 (4): 365-372.
- WorldClim (2020) Global climate and weather data—WorldClim. <https://worldclim.org/data/index.html>.
- Yıldız E (2013) *Pistacia terebinthus* (menengiç) meyve ekstraktlarının ve menengiç kahvesinin total fenolik ve flavonoid madde kompozisyonlarının ve antioksidan etkilerinin karşılaştırılması. Erciyes Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Farmakognozi Anabilim Dalı Bitirme Ödevi, Kayseri.
- Zhang Z, Capinha C, Weterings R, McLay CL, Xi D, Lü H, Yu L (2019) Ensemble forecasting of the global potential distribution of the invasive Chinese mitten crab, *Eriocheir sinensis*. *Hydrobiologia*, 826(1): 367-377.