

İzmir Yalıçapkını (*Halcyon smyrnensis*) iklim değişikliğine direnebilecek mi?

Can the White-throated Kingfisher (*Halcyon smyrnensis*) be able to resist climate change?

Özkan EVCİN^{1*} 

¹Kastamonu Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Kastamonu

Eser Bilgisi / Article Info

Araştırma makalesi / Research article

DOI: 10.17474/artvinofd.1529475

Sorumlu yaz ar / Corresponding author

Özkan EVCİN

e-mail: oevcin@kastamonu.edu.tr

Geliş tarihi / Received

07.08.2024

Düzeltilme tarihi / Received in revised form

07.09.2024

Kabul Tarihi / Accepted

09.09.2024

Elektronik erişim / Online available

15.10.2024

Anahtar kelimeler:

İklim değişikliği

Yaban hayatı

Ornitoloji

Su kaynakları

Ekolojik modelleme

Yalıçapkını

Türkiye

Keywords:

Climate change

Wildlife

Ornithology

Water resources

Ecological modeling

Kingfisher

Türkiye

Özet

İklim değişikliği, kuş göç modellerinin, fenolojilerinin ve tür dağılımlarının değişmesine neden olarak yaban hayatı ve kuş popülasyonları için küresel bir tehdit oluşturmaktadır. İklim değişikliği, sulak alanların azalmasına ve sulak alanlardaki habitat kalitesinin düşmesine neden olarak su kuşlarının yaşam alanlarını tehdit etmektedir. Bu çalışma, Türkiye'deki İzmir yalıçapkını (*Halcyon smyrnensis*) popülasyonunun iklim değişikliklerine karşı gelecekteki potansiyel dağılımını tahmin etmek amacıyla yapılmıştır. Maxent modelleme yaklaşımı kullanılarak, biyoiklim değişkenleri ve iki farklı senaryo (RCP 2.6 ve RCP 8.5) altında türün dağılım potansiyeli değerlendirilmiştir. Modelleme sonuçları, düşük emisyon senaryosu olan RCP 2.6 altında, İzmir yalıçapkını'nın mevcut uygun habitat alanlarının korunabileceğini, ancak yüksek emisyon senaryosu olan RCP 8.5 altında, uygun habitatların önemli ölçüde azalacağını göstermektedir. İklim değişikliğinin etkisiyle, türün dağılım alanlarında önemli bir daralma ve habitat kalitesinde düşüş beklenmektedir. Özellikle sulak alanların azalması ve habitatların parçalanması, türün gelecekteki varlığını tehdit etmektedir. Çalışma İzmir yalıçapkını popülasyonunun korunması için iklim değişikliği senaryolarının dikkate alınarak, habitat koruma ve yönetim stratejilerinin geliştirilmesi gerektiğini vurgulamaktadır.

Abstract

Climate change poses a global threat to wildlife and bird populations by causing changes in bird migration patterns, phenologies and species distributions. Climate change threatens wetland habitats by causing a reduction of wetlands and deterioration of habitat quality in wetlands. This study was conducted to estimate the potential distribution of the white-throated kingfisher (*Halcyon smyrnensis*) population in Türkiye against future climate changes. Using the Maxent modeling approach, bioclimatic variables and the distribution potential of the species were evaluated under two different scenarios (RCP 2.6 and RCP 8.5). Modeling results show that under the low-emission scenario RCP 2.6, the currently suitable habitat areas of the white-throated kingfisher can be preserved, but under the high-emission scenario RCP 8.5, the suitable habitats will be significantly reduced. A significant contraction in the distribution areas of the species and a decrease in habitat quality are expected under the impact of climate change. Particularly, the reduction of wetlands and habitat fragmentation threaten the future existence of the species. The study emphasizes that habitat protection and management strategies should be developed by taking into account climate change scenarios in order to protect the white-throated kingfisher population.

GİRİŞ

İklim değişikliği, yaban hayatına yaptığı olumsuz etkilerin yanı sıra, kuş ekolojisi ve davranışlarını da çeşitli yönlerle etkileyerek küresel olarak kuş popülasyonlarının dağılımlarında önemli değişikliklere neden olmaktadır (Evcin 2023). Bu değişikliklere kuş göç modellerinin değişmesi, tür fenolojilerinin değişmesi, tür dağılımlarının değişmesi örnek verilebilir (Patterson ve Guerin 2013, Arab ve ark. 2016). Sıcaklıkların artması ve ekstrem iklim koşulları sonucunda kuş türleri yeni koşullara uyum sağlamak zorunda kalmakta olup bu durum kuş türlerinin davranışlarında ve hareket modellerinde değişikliklere yol

açmaktadır (Huntley ve ark. 2006, Senapathi 2010). Büyük ölçekte bu etkiler, biyolojik çeşitliliği ve ekosistem işleyişini etkileyebilmektedir (Grinde ve Niemi 2016, Miranda ve ark. 2019, Evcin 2023). İklim değişikliğinin kuş türleri üzerindeki etkilerini anlamak ve olası olumsuz etkilerini azaltmak için kapsamlı araştırmalar ve etkili koruma stratejilerinin geliştirilmesi gereklidir (Tellería ve ark. 2016).

İklim değişikliği, tüm kuş türleri için tehdit oluşturmakla beraber, belki de en büyük etkilerini ekstrem iklim olayları sonucu habitatlarını doğrudan etkileyerek su kuşları için oluşturmaktadır. Çalışmalar, su kuşu popülasyonlarının

iklim değişikliğinin etkilerine karşı savunmasız olduğunu, sıcaklık, yağış düzenleri ve aşırı hava olaylarının su kuşlarının habitatlarını ve davranışlarını etkilediğini göstermiştir (Pearce-Higgins 2013). Su kuşları, sulak alan habitatlarına büyük ölçüde bağımlı olduğundan iklim değişikliğinin sulak alanlar üzerindeki etkisi, bunların korunması ve yönetimi için çok önemli hale gelmektedir (Dutta ve ark. 2021). Özellikle kontrolsüz tarım ve kentleşme gibi antropojenik faaliyetler nedeniyle sulak alanların kaybı, yalıçapkını gibi türler de dâhil olmak üzere su kuşu popülasyonlarındaki düşüşlerle doğrudan ilişkilendirilmiştir (Yang ve ark. 2017).

Yalıçapkınıgiller (Alcedinidae), Coraciiformes (Gökkuzgunları) takımına ait, canlı renklere sahip bir kuş familyasıdır. Bu familya Nehir Yalıçapkınıgiller (Alcedininae), Ağaç Yalıçapkınıgiller (Halcyoninae) ve Su Yalıçapkınıgiller (Cerylinae) olmak üç alt familyaya ayrılmaktadır (Gill ve ark. 2017). Morfolojik olarak yalıçapkınları büyük başları, uzun, keskin, sivri gagaları, kısa bacakları ve kısa kuyrukları ile dikkat çekmektedir. Parlak tüylere sahip olan yalıçapkınıgillerde eşeyssel dimorfizm oldukça azdır. Yalıçapkınıgillerin çoğu türü sulak alanlarda ve tropik ortamlarda yaşamakta olup, küçük bir çoğunluk yalnızca ormanlarda bulunmaktadır (Fry ve Fry 2010).

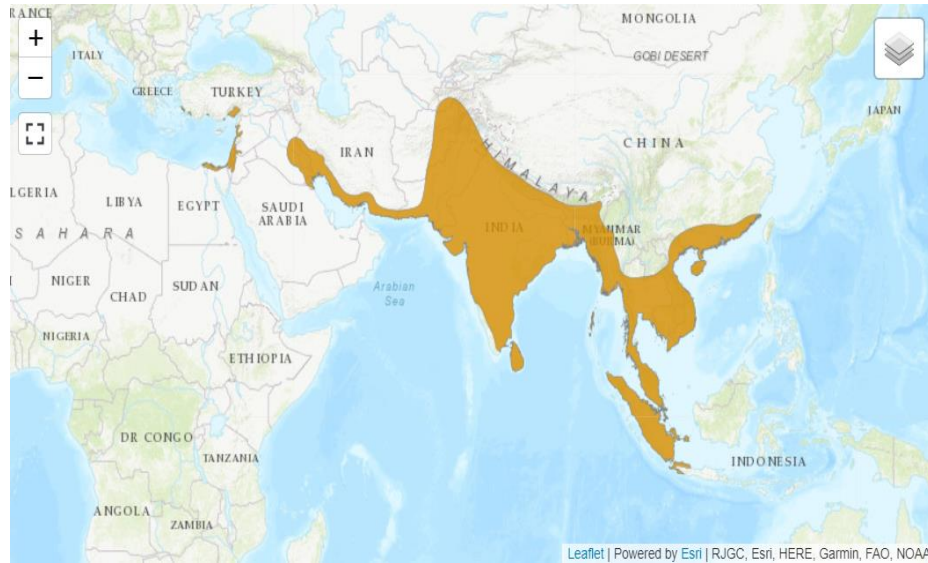
Türkiye’de yayılış gösteren en büyük yalıçapkını türü olan İzmir yalıçapkını (*Halcyon smyrnensis*), özellikle ağaçlar ve tüneler bulunan açık kırsal ovalarda olmak üzere çeşitli

yaşam alanlarında bulunabilen bir kuş türüdür (Naher ve Sarker 2016). Gagası kırmızı, sırt ve kuyruğu mavi, boynu ve göğsü beyazdır. Türün uzunluğu 26-29 cm arasındadır. Dişiler erkek bireylere çok benzemekte fakat kahverengi kısımlarının daha soluk olmasıyla ayrılmaktadır (Fry ve Fry 2010) (Şekil 1).



Şekil 1. Antalya Boğazkent kuş halkalama istasyonunda halkalanan bir İzmir yalıçapkını bireyi (Fotoğraf: Charles J. Sharp)

Tür Türkiye’den başlayıp, İran’dan Hindistan’a kadar ve güneydoğu Asya’dan Filipinler ve Endonezya’ya kadar olan alanda dağılım göstermektedir (Legge ve Heinsohn 2001). IUCN (2024), bu türün yayılışını Türkiye’de Ege ve Akdeniz kıyıları olarak göstermiştir. Türkiye’de çok sayıda farklı bölgelerde rastlantısal kayıt olsa da esas popülasyonlarının Ege ve Akdeniz kıyılarında olduğu bilinmektedir. Dünya üzerindeki yayılımının en kuzeybatı uç noktası İzmir’dir (Trakus 2024) (Şekil 2).



Şekil 2. İzmir yalıçapkını’nın Dünyadaki yayılış alanını gösteren harita (IUCN 2024)

Tür rüzgarlardan ve yırtıcılardan koruma sağlayan kumlu veya tınlı setlerdeki deliklerde yuva yapmaktadır (Mo ve ark. 2013). Bir üreme dönemindeki yumurta sayısı üç ile beş arasında değişmektedir. Nadiren yediye de çıkabilmektedir (Altundağ ve Karataş 2021). Küçük su birikintilerinde, tarım alanlarında, sazlık ve ağaçlıklarda gözlemlenebilir. Besin diyetini çoğunlukla balıklar, eklembacaklılar, amfibiler, sürüngenler, toprak solucanları oluşturmakta, ayrıca fare ve kuşlarla da beslendiği kayıt altına alınmıştır (Altundağ ve Karataş 2021). İnsan faaliyetlerinin türün ölüm oranlarını artırdığı tespit edilmiştir. Su kirliliği, balıklarda toksinlerin biyolojik birikimi ve su yaşam alanlarındaki değişiklikler, yalıçapkınları arasında daha yüksek ölüm oranlarıyla ilişkilendirilmiştir. Yavrular ayrıca yuvalarının su altında kalması nedeniyle ölüm riski altındadır (Kelly ve Horne 1997).

Ekolojik modellemeler, çevresel değişkenlere dayalı türlerin coğrafi dağılımlarını tahmin etmek ve çevresel değişimlere yanıt olarak meydana gelen değişiklikleri değerlendirmek için değerli bir araç olarak ortaya çıkmıştır (Evcin ve ark. 2019, Venne ve Currie 2021). Çok çeşitli algoritma ve modeller kullanılarak yapılabilen ekolojik modellemelerin son yıllarda en çok kullanılan çeşidi MaxEnt'tir. MaxEnt (Maksimum Entropi Modellemesi) türlere ait coğrafi "var" verilerini ve çevresel verileri kullanarak habitat uygunluğu ve potansiyel dağılım aralıkları hakkında öngörüler sağlayabilen bir modeldir (Elith ve ark. 2010, Cuadros ve Angulo 2023). Son yıllarda MaxEnt türlerin dağılımını tahmin etmek ve çevresel değişikliklerin habitatları üzerindeki etkilerini değerlendirmek için kullanılmıştır (Kıraç 2021, Bai ve ark. 2022, Wang ve ark. 2023).

Yapılan bu çalışmada Türkiye kıyılarında yayılış gösteren İzmir Yalıçapkını (*Halcyon smyrnensis*) türünün 2021-2040, 2041-2060 ve 2061-2080 yılları arasında iklim değişikliği senaryolarına göre yarı iyimser ve kötümser senaryolar (RCP 4.5 ve RCP 8.5) dikkate alınarak muhtemel yayılışları belirlenecek ve bu yayılışları hangi iklim faktörlerinin etkilediği tespit edilecektir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Verilerin Elde Edilmesi ve Analizi

Çalışma alanı, Türkiye'nin bulunduğu alanın tamamını kapsamaktadır. İzmir yalıçapkını'nın bulunduğu noktalar için var verileri Birdlife'a ait olan Küresel Biyoçeşitlilik Bilgi Tesisinden (GBIF) veritabanından indirilmiştir. Veri seti, 2024 yılı temmuz ayına kadar Birdlife'a giriş yapılan 2778 adet var verisinden oluşmaktadır. Veri kalitesini arttırmak ve aşırı uyum (overfitting) durumunda kaçınmak için, yinelenen kayıtlar ve koordinat belirsizlikleri 2 km'den fazla olanlar R programında yer alan "spThin" paketi (R Core Team 2013) ile veri setinden çıkartılmıştır.

İklim değişikliğinin türe olan etkilerinin modellenmesi için WorldClim (v2.1) veritabanından 30 arc saniye (~1km) çözünürlükte 19 adet biyoiklim haritasını içeren paket indirilmiştir (Fick ve Hijmans 2017). Türlerin dağılım aralığı, yarı iyimser (RCP4.5) ve kötümser (RCP8.5) sera gazı emisyon senaryoları ile 2021-2040, 2041-2060 ve 2061-2080 yılları için öngörülen gelecekteki iklim değişkenleri, Hadley Küresel Çevre Modeli 2-Dünya Sistemi'nin (HadGEM2-ES) iklim değişikliği senaryosuna göre indirilmiştir. İndirilen paket bantlara ayrılarak, Türkiye ölçeğinde ArcMap programı aracılığıyla kesilmiştir ve ascii formatına dönüştürülmüştür. Daha sonrasında modelin daha isabetli sonuç verebilmesi için yine R programı (R Core Team 2013) aracılığıyla bu 19 biyoiklim değişkeni Pearson korelasyon testine tabi tutulmuş ve 0.7'den yüksek korelasyon gösteren değişkenler modelden çıkartılmıştır (Çizelge 1 ve Çizelge 2).

Yapılan korelasyon analizi sonucunda, BIO 2, BIO 3, BIO 5, BIO 15 ve BIO 19 değişkenleri modellemeye girecek değişkenler olarak seçilmiştir. MaxEnt modeli için biyoiklim değişkenleri sürekli veri olarak seçilmiş, sonuçların değerlendirilmesi için tepki eğrileri ve Jackknife analizleri oluşturulmuştur. Modelin çıktı formatı için, gerçeğe en yakın sonuçları veren lojistik format kullanılmış ve düzenleme çarpanı 1 olarak alınmıştır (Phillips 2006, Baldwin 2009). Yapılan modellemede en iyi sonucu elde edebilmek için model 10 tekerrürle çalıştırılmıştır. Modelleme sonucunun başarısını ölçmek için Reciever Operating Characteristic (ROC) eğrileri kullanılmaktadır, zira bu eğrinin anlamlılığı eğri altında

kalan alanın (Area Under Curve (AUC)) büyüklüğü ile ölçülmektedir. AUC değeri 0.5-1 arasında bir değere sahiptir. AUC değeri 1'e ne kadar yakınsa, model o kadar güvenilir olarak kabul edilir (Kalleci 2023). Modeli etkileyen çevresel değişkenlerin modele sağladığı katkının değerlendirilmesinde ise Jackknife analizi kullanılmaktadır (Krebs 1998, Phillips ve ark. 2006). Son olarak, elde edilen habitat uygunluk haritaları Global Mapper (v21) yazılımı kullanılarak görselleştirilmiştir.

BULGULAR

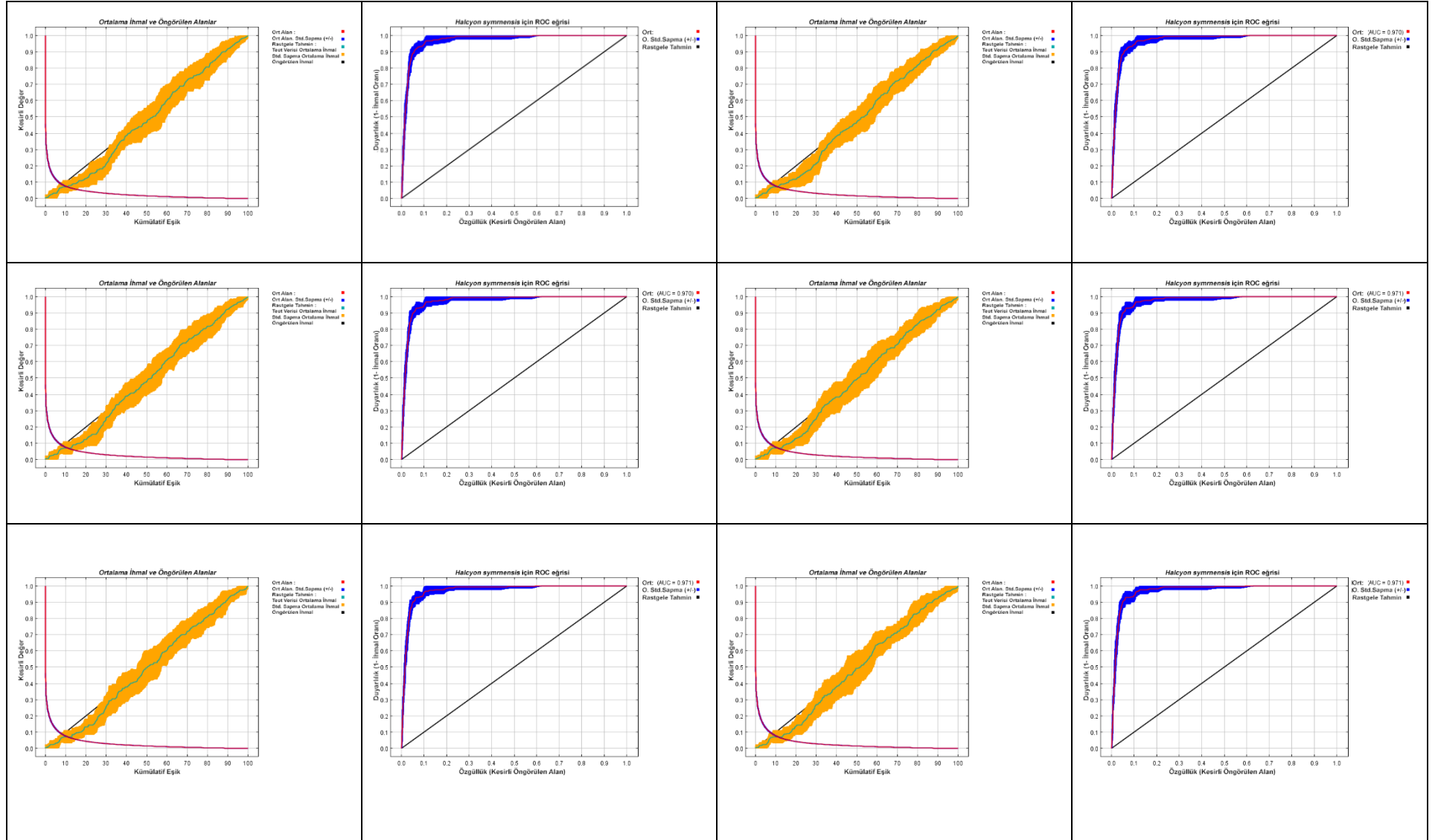
Yapılan modelleme sonucunda, elde edilen habitat uygunluk modellerinin model performansları değerlendirildiğinde AUC ortalaması 0.971 olarak bulunmuş olup yüksek güvenilirliktedir (Phillips ve ark. 2006, Baldwin 2009) (Şekil 3)

Çizelge 1. Modellemede kullanılan biyoiklim değişkenleri

Değişken Adı	Değişkenin açıklaması
BIO 1	Yıllık ortalama sıcaklık
BIO 2	Ortalama günlük aralık (Aylık ortalama (maksimum sıcaklık- minimum sıcaklık))
BIO 3	İzotermalite (BIO 2/BIO 7) (* 100)
BIO 4	Sıcaklık mevsimselliği (standart sapma * 100)
BIO 5	En sıcak ayın maksimum sıcaklığı
BIO 6	En soğuk ayın minimum sıcaklığı
BIO 7	Yıllık sıcaklık aralığı (BIO 5-BIO 6)
BIO 8	En yağışlı çeyreğin ortalama sıcaklığı
BIO 9	En kurak çeyreğin ortalama sıcaklığı
BIO 10	En sıcak çeyreğin sıcaklık ortalaması
BIO 11	En soğuk çeyreğin sıcaklık ortalaması
BIO 12	Yıllık yağış
BIO 13	En yağışlı ayın yağış değeri
BIO 14	En kurak ayın yağış değeri
BIO 15	Yağış mevsimselliği (değişkenlik katsayısı)
BIO 16	En nemli çeyrekteki yağış
BIO 17	En kurak çeyrekteki yağış
BIO 18	En sıcak çeyrekteki yağış
BIO 19	En soğuk çeyrekteki yağış

Çizelge 2. Korelasyon analizi sonucu biyoiklim verilerine ait oluşan korelasyon matrisi

	BIO 1	BIO 2	BIO 3	BIO 4	BIO 5	BIO 6	BIO 7	BIO 8	BIO 9	BIO 10	BIO 11	BIO 12	BIO 13	BIO 14	BIO 15	BIO 16	BIO 17	BIO 18	BIO 19
BIO 1	1.0000	0.4680	0.4864	0.2250	0.9096	0.9190	0.2068	0.3997	0.8166	0.9707	0.9590	-0.3619	-0.1436	-0.4781	0.7300	-0.1187	-0.4829	-0.4790	0.1438
BIO 2	0.4680	1.0000	0.6816	0.6169	0.7126	0.1632	0.7848	0.0555	0.5137	0.5665	0.2893	-0.6437	-0.5285	-0.5666	0.5195	-0.5114	-0.5825	-0.5795	-0.3143
BIO 3	0.4864	0.6816	1.0000	-0.1310	0.4397	0.4540	0.0891	0.0022	0.4305	0.3997	0.5212	-0.3793	-0.2520	-0.3491	0.3806	-0.2533	-0.3468	-0.3566	0.0133
BIO 4	0.2250	0.6169	-0.1310	1.0000	0.5832	-0.1443	0.9529	0.0776	0.3439	0.4495	-0.0557	-0.4509	-0.3878	-0.4585	0.3995	-0.3594	-0.4822	-0.4683	-0.3398
BIO 5	0.9096	0.7126	0.4397	0.5832	1.0000	0.6895	0.5862	0.3308	0.8282	0.9749	0.7639	-0.5058	-0.2969	-0.6067	0.7651	-0.2657	-0.6189	-0.6168	-0.0204
BIO 6	0.9190	0.1632	0.4540	-0.1443	0.6895	1.0000	-0.1826	0.3463	0.7098	0.8109	0.9876	-0.1323	0.0655	-0.3011	0.5856	0.0844	-0.2964	-0.3024	0.3437
BIO 7	0.2068	0.7848	0.0891	0.9529	0.5862	-0.1826	1.0000	0.0618	0.3303	0.4163	-0.0677	-0.5387	-0.4763	-0.4867	0.3836	-0.4551	-0.5086	-0.4990	-0.4121
BIO 8	0.3997	0.0555	0.0022	0.0776	0.3308	0.3463	0.0618	1.0000	0.1126	0.3800	0.3734	-0.2066	-0.1817	0.0049	0.0749	-0.1814	0.0025	0.0733	-0.2748
BIO 9	0.8166	0.5137	0.4305	0.3439	0.8282	0.7098	0.3303	0.1126	1.0000	0.8326	0.7389	-0.4232	-0.2349	-0.6120	0.6658	-0.2090	-0.6128	-0.6880	0.1470
BIO 10	0.9707	0.5665	0.3997	0.4495	0.9749	0.8109	0.4163	0.3800	0.8326	1.0000	0.8666	-0.4250	-0.2077	-0.5463	0.7678	-0.1770	-0.5564	-0.5501	0.0663
BIO 11	0.9590	0.2893	0.5212	-0.0557	0.7639	0.9876	-0.0677	0.3734	0.7389	0.8666	1.0000	-0.2234	-0.0144	-0.3560	0.6390	0.0044	-0.3544	-0.3547	0.2662
BIO 12	-0.3619	-0.6437	-0.3793	-0.4509	-0.5058	-0.1323	-0.5387	-0.2066	-0.4232	-0.4250	-0.2234	1.0000	0.8610	0.7303	-0.3975	0.8698	0.7471	0.7174	0.7245
BIO 13	-0.1436	-0.5285	-0.2520	-0.3878	-0.2969	0.0655	-0.4763	-0.1817	-0.2349	-0.2077	-0.0144	0.8610	1.0000	0.3670	0.0161	0.9931	0.3845	0.3805	0.8774
BIO 14	-0.4781	-0.5666	-0.3491	-0.4585	-0.6067	-0.3011	-0.4867	0.0049	-0.6120	-0.5463	-0.3560	0.7303	0.3670	1.0000	-0.7612	0.3632	0.9961	0.9606	0.1616
BIO 15	0.7300	0.5195	0.3806	0.3995	0.7651	0.5856	0.3836	0.0749	0.6658	0.7678	0.6390	-0.3975	0.0161	-0.7612	1.0000	0.0329	-0.7684	-0.7386	0.2053
BIO 16	-0.1187	-0.5114	-0.2533	-0.3594	-0.2657	0.0844	-0.4551	-0.1814	-0.2090	-0.1770	0.0044	0.8698	0.9931	0.3632	0.0329	1.0000	0.3792	0.3757	0.8932
BIO 17	-0.4829	-0.5825	-0.3468	-0.4822	-0.6189	-0.2964	-0.5086	0.0025	-0.6128	-0.5564	-0.3544	0.7471	0.3845	0.9961	-0.7684	0.3792	1.0000	0.9641	0.1801
BIO 18	-0.4790	-0.5795	-0.3566	-0.4683	-0.6168	-0.3024	-0.4990	0.0733	-0.6880	-0.5501	-0.3547	0.7174	0.3805	0.9606	-0.7386	0.3757	0.9641	1.0000	0.1230
BIO 19	0.1438	-0.3143	0.0133	-0.3398	-0.0204	0.3437	-0.4121	-0.2748	0.1470	0.0663	0.2662	0.7245	0.8774	0.1616	0.2053	0.8932	0.1801	0.1230	1.0000



Şekil 3. İzmir yalıçapkınına ait modelleme sonucunda elde edilen AUC değerlerini, ihmal ve tahmin edilen alanları gösteren grafikler

Modelleme sonucunda BIO 19 (En soğuk çeyrekteki yağış), BIO 3 (İzotermalite), BIO 5 (En sıcak ayın maksimum sıcaklığı), BIO 2 (Ortalama günlük aralık) ve BIO 15 (Yağış mevsimselliği) modele yüksek katkı sağlayan

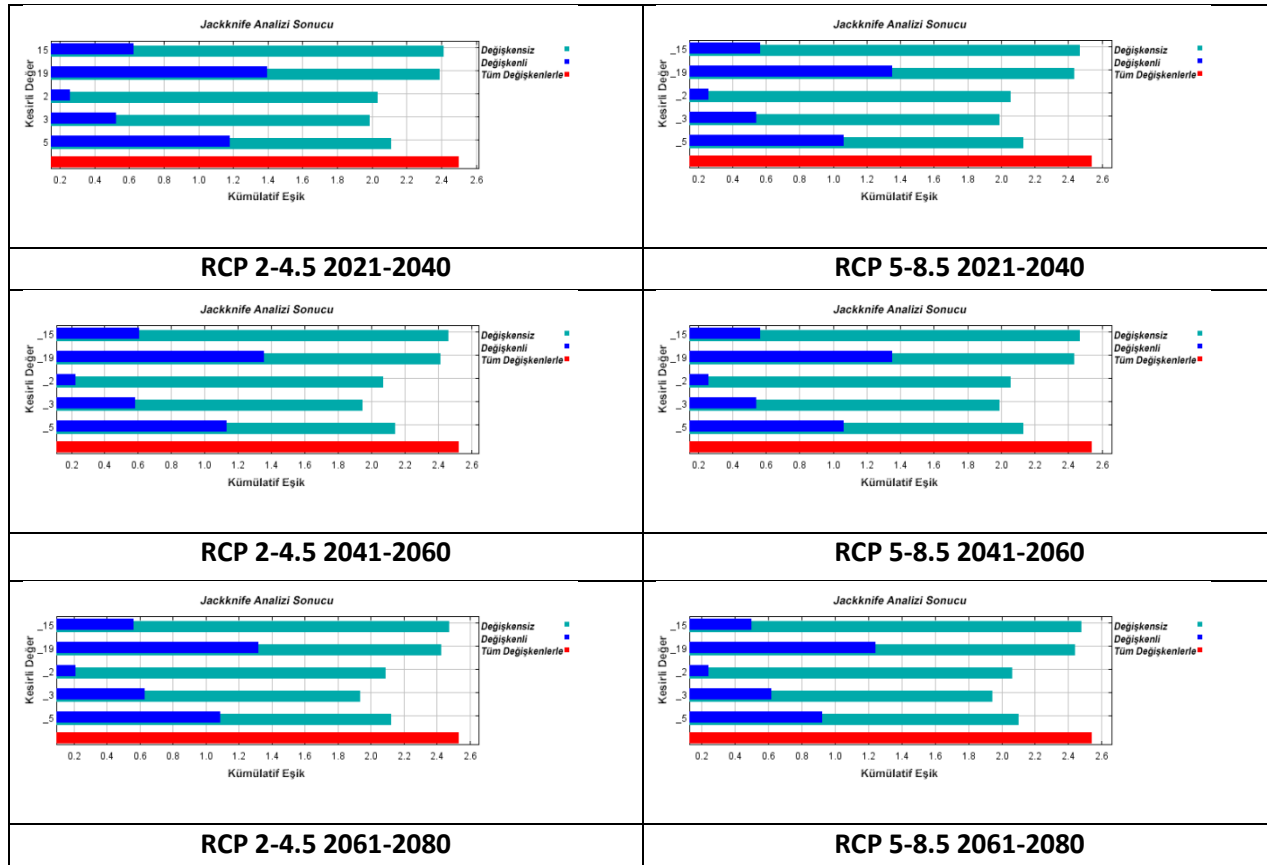
bioklim değişkenleri olarak bulunmuştur. Biyoiklim değişkenlerinin habitat uygunluk modeline katkıları Çizelge 3'te verilmiştir.

Çizelge 3. Ortalama değişken katkıları ve permütasyon önemlerini içeren tablo

RCP 2-4.5			RCP 5-8.5		
Değişken	Yüzdelik katkısı	Permütasyon önemi	Değişken	Yüzdelik katkısı	Permütasyon önemi
BIO 19	49.87	13.03	BIO 19	48.10	12.00
BIO 3	19.40	25.73	BIO 3	17.50	26.27
BIO 5	13.37	30.47	BIO 5	15.67	29.00
BIO 2	10.90	28.33	BIO 2	11.60	30.00
BIO 15	6.43	2.43	BIO 15	7.13	2.73

İzmir yalıçapkını habitat uygunluk modelinin Jackknife testi sonuçlarına göre, modele tek başına en yüksek katkısı BIO 19 (En soğuk çeyrekteki yağış), BIO 15 (Yağış mevsimselliği), BIO 5 (En sıcak ayın maksimum sıcaklığı), BIO 3 (İzotermalite) ve BIO 2 (Ortalama günlük aralık)

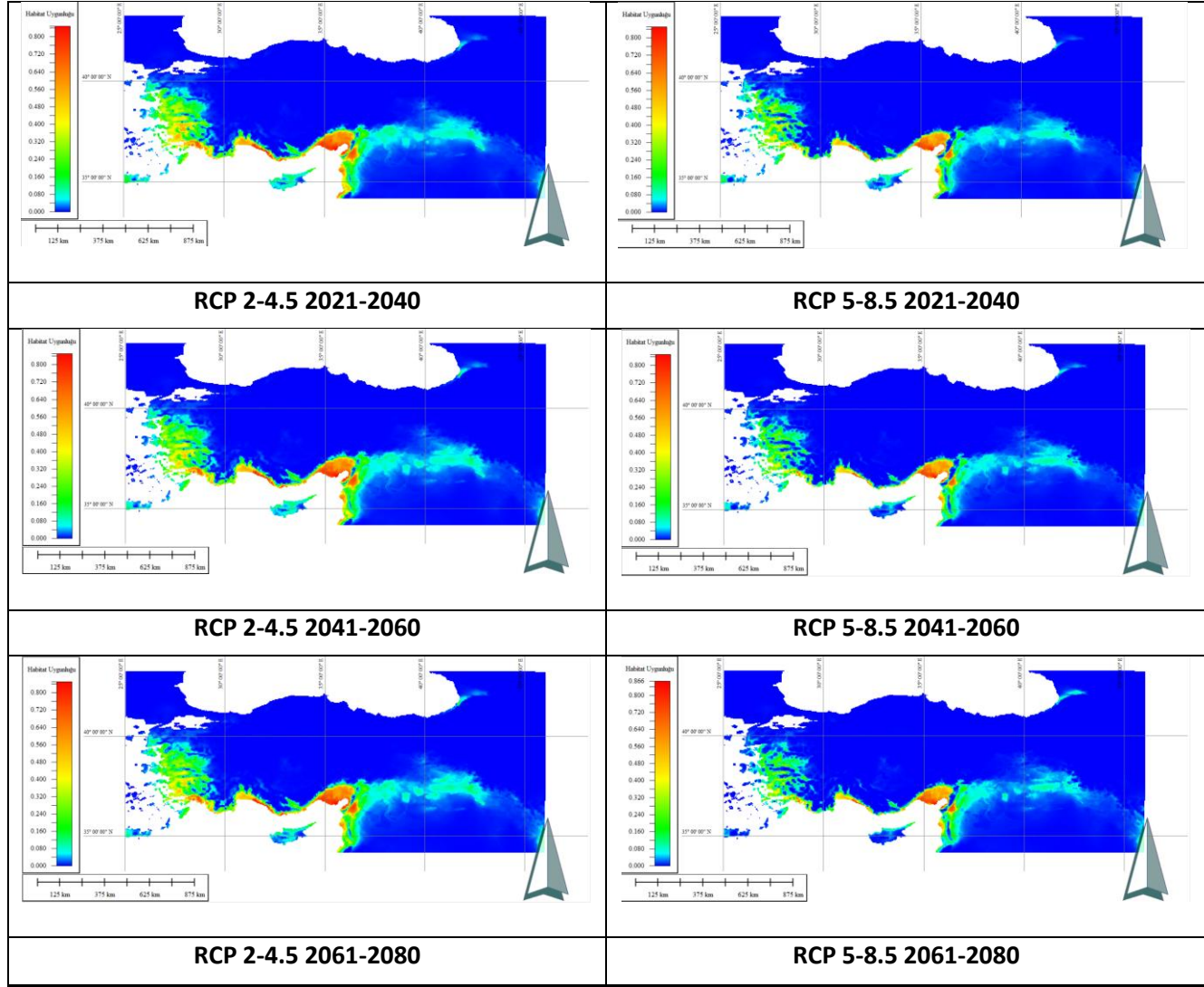
değişkeni sağlamaktadır. Gösterilen değerler, modele uygulanan tekerrürlerden elde edilen ortalamalardan oluşmaktadır ve modele tek başlarına girdikleri zaman verecekleri katkıları göstermektedir (Şekil 4).



Şekil 4. AUC değerlerini ve ihmal ve tahmin edilen alanları gösteren grafikler

İzmir yalıçapkını türü için biyoiklim değişkenleri kullanılarak yapılan ekolojik modelleme sonucunda Türkiye'deki 2021-2040, 2041-2060, 2061-2080 yıllarını

ve yarı iyimser (RCP 4.5) ve kötümser (RCP 8.5) sonuçları Global Mapper (v21) aracılığıyla görselleştirilmiş ve haritalandırılmıştır (Şekil 5).



Şekil 5. İklim değişikliğinin Türkiye'deki İzmir Yalıçapkını popülasyonlarının dağılımına olan etkilerini gösteren haritalar

TARTIŞMA VE SONUÇ

Yarı iyimser RCP 2-4.5 senaryosu, düşük ve kontrollü bir emisyon senaryosunu temsil ederek iklim değişikliğinin olumsuz etkilerinin sınırlandırılabilceğini varsaymaktadır. 2021-2040 dönemi için model sonuçları, türün mevcut durumda yüksek uygunluk gösteren bölgelerde (özellikle İzmir ve çevresi) varlığını sürdüreceğini göstermektedir. Habitat uygunluk haritaları incelendiğinde tür için uygun olan habitatlarda ciddi bir değişim gözlenmemektedir. 2041-2060 Dönemi için önceki döneme kıyasla küçük değişiklikler olsa da genel olarak uygun habitat alanlarında önemli bir azalma gözlenmemekle birlikte İzmir ve çevresinde uygun habitatların korunduğu gözlemlenmektedir. 2061-2080 Dönemi için uygun habitat alanlarında önemli bir değişiklik gözlenmemektedir. İzmir çevresindeki uygun

habitat alanlarının halen korunmakta olduğu, yayılış alanlarının ise artmaya ve yayılmaya başladığı görülmektedir.

RCP 5-8.5 senaryosu ise, yüksek emisyon senaryosunu temsil ederek iklim değişikliğinin ciddi boyutlara ulaşacağını varsaymaktadır. Model sonuçları değerlendirildiğinde 2021-2040 dönemi için ilk dönemde, uygun habitat alanlarının korunacağını ve İzmir çevresindeki yüksek uygunluk alanlarının varlığını sürdüreceğini göstermektedir. Ancak, diğer senaryo ile karşılaştırıldığında uygun habitat alanlarının genişlemediği ve daralmaya başladığı görülmektedir. 2041-2060 döneminde, bazı uygun habitat alanlarında azalmalar gözlenmekle birlikte İzmir çevresindeki yüksek uygunluk alanlarında da değişiklikler gözlenmektedir. Özellikle yayılış alanlarının yatay olarak daralmaya

başladığı ve azaldığı görülmektedir. 2061-2080 döneminde ise önemli bir habitat kaybı yaşandığı gözlenmektedir. İzmir çevresindeki yüksek uygunluk alanlarının gittikçe azalmış durumda olduğu ve bazı alanlarda uygunluğun tamamen kaybolarak içeride yer alan yatay dağılım alanlarının yok olmaya başladığı görülmektedir.

Modelleme sonuçlarına göre en önemli değişkenlerden biri olan BIO 19 (En soğuk çeyrekteki yağış) yarı iyimser senaryoda, en soğuk dönemdeki yağış miktarı stabilize kalması durumunu ve sulak alanların su seviyelerini korumasına ve türün hayatta kalma şansını artırmasına yardımcı olmasını ifade ederken, tam tersi kötümser senaryoda ise yağış miktarı azalması ve sulak alanların su seviyelerinin düşmesine, su kaynaklarının ve nemli habitatların azalmasına neden olabilir ve bu da türün hayatta kalma şansını azaltmasına sebebiyet verebileceği şeklinde değerlendirilmiştir. Aynı şekilde, BIO 15 (Yağış mevsimselliği) de yarı iyimser senaryoda habitat istikrarını sürdürerek sulak alanların yıl boyunca su tutma kapasitesini korumasına yardımcı olması beklenirken, kötümser senaryoda ise yağış mevsimselliğinin artması sonucu habitat kalitesinin düşmesi ve sulak alanların yıl boyunca su tutma kapasitesinin azalması ve buna bağlı olarak türün üreme ve beslenme döngülerini olumsuz etkileyebileceği değerlendirilmiştir. Modellemede kullanılan BIO 2 (Ortalama günlük aralık) değişkeni için yarı iyimser senaryoda ortalama günlük sıcaklık farkı büyük ölçüde değişmeyeceği ve bu durumun İzmir yalıçapkını için uygun yaşam alanlarının korunmasına yardımcı olacağı değerlendirilirken, kötümser senaryoda bu değişkenin önemli çıkması ortalama günlük sıcaklık farkının artması türün ana habitatını oluşturan sulak alanların mikroklim dengesini bozması ve yalıçapkınının termoregülasyon zorlukları yaşamasına neden olabileceği değerlendirilmiştir. Genel olarak iklim değişikliğinin su kuşları üzerine oluşturabileceği en kötü durum türün asıl habitatı, besin kaynağı ve yaşam alanı olan sulak alanlara olumsuz etkileri olacaktır.

Su, özellikle sıcak havalarda kuşlar için hayati öneme sahiptir. Kuşlar su içme ve serinleme ihtiyacı nedeniyle suya gereksinim duymaktadırlar. Bu faaliyetler kuşların yaşamında ve tüylerin korunmasında büyük önem

taşımaktadır (Brilot ve Bateson 2012, Okahisa ve ark. 2015, Tryjanowski ve ark. 2022). Ayrıca su, yüksek metabolizma hızına sahip kuşlar için olmazsa olmaz bir termoregülatördür (Tryjanowski ve ark. 2022). Sıcak havalarda ve kurak koşullarda vücut ısısının düzenlenmesinde önemli bir rol oynar (Abdu ve ark. 2018, Smit ve ark. 2019). Sıcak hava dalgaları ve kuraklık birçok kuş için suya erişimi olumsuz etkilemektedir. Aynı şekilde günümüzde etkisi gittikçe artan iklim değişikliğinin de bu durumu daha şiddetli hale getireceği düşünülmektedir (Houghton 2005, Albright ve ark. 2017, Pille ve Säumel 2021, Evcin 2023). Çünkü sıcaklığın artmasıyla birlikte vücutta su kaybı başlar ve bunun yerine koyulabilmesi için suya olan talep artar, bu da kuşların su elde etmek için daha fazla enerji ve zaman harcamasını gerektirmesi demektir (Qiu ve ark.2019, Tryjanowski ve ark. 2022). Bu nedenle su kaynaklarının kıtlığı, kuşların varlığını ve sayısını sınırlayan temel belirleyicilerden biridir. Su kaynaklarında yaşanacak kıtlığa ek olarak avlanma, rekabet, hastalık, besin kısıtlaması ve türlere özgü içsel özellikler kuşları etkileyen önemli faktörlerdir (Martin 1987, Bicudo ve ark. 2021). Ayrıca, yuva habitatlarının termal özellikleri, ısı kaybına karşı savunmasız olduklarından, yuva yapan yalıçapkınlarının hayatta kalmasında önemli bir rol oynar (Kesler ve Haig 2007). Yuva yeri seçimi, yalıçapkınlarının hayatta kalması ve zindeliği için de hayati önem taşır çünkü optimum sıcaklıklara sahip yerlerdeki yuvalar enerji tasarrufu sağlayabilir ve hayatta kalma oranlarını artırabilir (Seston ve ark. 2012).

Yapılan bu çalışmayla, iklim değişikliğinin artan sıcaklıklar ve değişen yağış modellerinin etkisiyle, sulak alanların kurumasına veya ciddi şekilde bozulmasına neden olabileceği; su seviyelerinin düşmesi ve mevsimsellikteki değişikliklerin habitat kalitesini ciddi şekilde düşürebileceği; tüm bu olumsuz koşullar nedeniyle de sulak alanlarda besin kaynaklarının azalmasının yalıçapkınının beslenme zorlukları yaşamasına neden olabileceği düşünülmektedir. Şu an dünyanın içinde bulunduğu kötümser senaryoda yalıçapkını popülasyonunun belirgin şekilde azalabileceği ve türün yerel olarak tehdit altına girebileceği değerlendirilmektedir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Ülkemiz gerek doğal su kaynakları gerekse de yapay su kaynakları açısından oldukça zengin bir konumdadır. Su kaynaklarımız birçok bitkiye, yaban hayvanına, kuşlara, sürüngenlere, böceklerle ve amfibilere fayda sağlamaktadır. Su aynı zamanda yaban hayvanlarının 4 habitat unsurundan birini oluşturmaktadır. Yapay su kaynaklarımızdan biri olan ve özellikle kırsal alanlarda su ihtiyacını karşılamada önemli rol oynayan su olukları, evcil büyük ve küçükbaş hayvanlar, çeşitli yaban hayvanları ve kuşlar için önemli bir su kaynağı olma özelliği taşımaktadır. İklim değişikliği hızlandıkça, kuş popülasyonları üzerindeki etkilerini ele alma aciliyeti de artmaktadır. Araştırmacılar, iklim değişikliğinin kuşlar üzerindeki etkilerini inceleyerek, değişen çevre koşullarının kuş davranışlarını, dağılımlarını ve hayatta kalmalarını nasıl etkilediğine dair fikir edinebilirler. Bu değişikliklerin ardındaki mekanizmaları anlamak, devam eden iklim zorlukları karşısında kuş biyoçeşitliliğini ve ekosistem dayanıklılığını koruma önlemlerini uygulamak için çok önemlidir. Biyoloji, ekoloji, coğrafya ve iklim bilimini entegre eden disiplinler arası araştırma çabaları yoluyla, iklim değişikliği ile kuş popülasyonları arasındaki karmaşık ilişkiye dair anlayışı geliştirebilir ve bilgilendirilmiş koruma kararları ile sürdürülebilir yönetim uygulamalarına zemin hazırlayabilir.

Bu senaryoları ve değerlendirmeleri göz önünde bulundurarak Türkiye’de yayılış gösteren diğer yaban hayatı türleri gibi, İzmir yalıcapkını türü için de iklim değişikliğine bağlı olarak koruma stratejileri ve adaptasyon planları geliştirilmelidir. Tür bazında yapılacak bu stratejilerin, sulak alanların korunması, restore edilmesi ve iklim değişikliğine karşı dirençli habitatların oluşturulmasına yönelik çalışmalara odaklanması gerekmektedir.

TEŞEKKÜR

Makalenin düzenlenmesi, yazım kuralları kontrolü vb. katkıları için Arş. Gör. Büşra KALLECI’ye çok teşekkür ederim. Ayrıca makale fikri için Doğa Derneği Yaban Hayatı Uzmanı Şafak ARSLAN’a teşekkürü bir borç bilirim.

KAYNAKLAR

- Abdu S, Lee AT, Cunningham SJ (2018) The presence of artificial water points structures an arid-zone avian community over small spatial scales. *Ostrich*, 89(4): 339-346.
- Albright TP, Mutiibwa D, Gerson, AR, Smith EK, Talbot WA, O’Neill JJ, Wolf BO (2017) Mapping evaporative water loss in desert passerines reveals an expanding threat of lethal dehydration. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114(9): 2283-2288.
- Altundağ MÜ, Karataş A (2021) Türkiye’nin Yalıcapkınıları (Coraciiformes: Alcedinidae). *Doğanın Sesi*, (8): 23-34.
- Arab A, Courter J, Zelt J (2016) A spatio-temporal comparison of avian migration phenology using citizen science data. *Spatial Statistics*, 18: 234-245.
- Baldwin RA (2009) Use of maximum entropy modeling in wildlife research. *Entropy*, 11(4): 854-866.
- Bai J, Chen Y, Hou J, Zhao J, Ma Y, Zhai J (2022) Analysis on the hotspot characteristics of bird diversity distribution along the continental coastline of China. *Frontiers in Marine Science*, 9.
- Bicudo JEP, Buttemer WA, Chappell MA, Pearson JT, Bech C (2010) *Ecological and Environmental Physiology of Birds*. OUP Oxford.
- Brilot BO, Bateson M (2012) Water bathing alters threat perception in starlings. *Biology Letters*, 8 (3): 379-381.
- Cuadros S, Angulo, F (2023) Distribution and habitat assessment of an endangered hummingbird: the grey-bellied comet taphrolesia griseiventris. *Bird Conservation International*, 33.
- DKMP (2020) <https://bolge6.tarimorman.gov.tr/Haber/646/Ilk-Izmir-Yalicapkini-Bogazkent-Kus-Halkalama-Istasyonunda-Halkalandi>, Erişim Tarihi: 01.08.2024.
- Dutta S, Saha G, Mazumdar S (2021) Influence of habitat features of urban streetscapes on richness and abundance of avian species. *Ornis Hungarica*, 29(1): 20-32.
- Elith J, Phillips S, Hastie T, Dudík M, Chee Y, Yates C (2010) A statistical explanation of maxent for ecologists. *Diversity and Distributions*, 17(1): 43-57.
- Evcin O, Kucuk O, Akturk E (2019) Habitat suitability model with maximum entropy approach for European roe deer (*Capreolus capreolus*) in the Black Sea Region. *Environmental Monitoring and Assessment*, 191(11): 669.
- Evcin Ö (2023) İklim Değişikliği: Orman Ekosistemlerinde Etkileri ve Yönetimi Kitabı. İklim Değişiminin Yaban Hayvanları ve Habitat Tercihlerine Olan Etkileri, Palme Kitabevi, Ankara, ss: 347-358.
- Fick SE, Hijmans RJ (2017) WorldClim 2: new 1km spatial resolution climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology*, 37 (12): 4302-4315.
- Fry CH, Fry K (2010) *Kingfishers, Bee-Eaters and Rollers*. A&C Black, London.
- Grimes LG (1976) The occurrence of cooperative breeding behavior in African birds. *Ostrich*, 47(1): 1-15.
- GBIF (2024) The Global Biodiversity Information Facility. GBIF Occurrence, <https://doi.org/10.15468/dl.terd9v>, Erişim Tarihi: 03.08.2024.
- Gill F, Donsker D, Rasmussen P (2017) Rollers, ground rollers & kingfishers. *World Bird List Version*, 7.
- Ginde A, Niemi G (2016) A synthesis of species interactions, metacommunities, and the conservation of avian diversity in hemiboreal and boreal forests. *Journal of Avian Biology*, 47(5): 706-718.
- Houghton J (2005) Global warming. *Reports on Progress in Physics*, 68(6): 1343.

- Huntley B, Collingham Y, Green R, Hilton G, Rahbek C, Willis S (2006) Potential impacts of climatic change upon geographical distributions of birds. *Ibis*, 148 (s1): 8-28.
- IUCN (2024) BirdLife International 2017. *Halcyon smyrnensis* (amended version of 2016 assessment), The IUCN Red List of Threatened Species 2017: e.T22725846A119289544. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2.017-3.RLTS.T22725846A119289544.en>. Accessed on 03 August 2024.
- Kalleci B (2023) Kastamonu Ilgaz Dağı yaban hayatı geliştirme sahası ve gavrudağı yaban hayatı geliştirme sahası arasındaki yaban hayatı ekolojik koridorlarının belirlenmesi. Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Kastamonu.
- Kelly J, Horne B (1997) Effects of food supplementation on the timing of nest initiation in belted kingfishers. *Ecology*, 78(8): 2504-2511.
- Kesler D, Haig S (2007) Multiscale habitat use and selection in cooperatively breeding micronesia kingfishers. *Journal of Wildlife Management*, 71(3): 765-772.
- Kıraç A (2021) Potential distribution of two lynx species in Europe under paleoclimatological scenarios and anthropogenic climate change scenarios. *Cerne*, 27: e-102517.
- Krebs CJ (1998) *Ecological Methodology*. Addison-Welsey Educational Publishers Inc., USA.
- Legge S, Heinsohn R (2001) Kingfishers in paradise: the breeding biology of tanyisptera sylvia at The Iron Range National Park, Cape York. *Australian Journal of Zoology*, 49(1): 85.
- Martin TE (1987) Food as a limit on breeding birds: a life-history perspective. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 453-487.
- Miranda L, Imperatriz-Fonseca V, Giannini T (2019) Climate change impact on ecosystem functions provided by birds in Southeastern Amazonia. *Plos One*, 14(4): e0215229.
- Mo L, Wu J, Luo X, Li K, Peng Y, Feng A, ... & Mai B (2013) Using the kingfisher (*alcedo atthis*) as a bioindicator of pcbs and pbdes in the Dinghushan Biosphere Reserve, China. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 32(7): 1655-1662.
- Naher H, Sarker N (2016) Nest and nest characteristics of common kingfisher (*alcedo atthis*) and white-throated kingfisher (*Halcyon smyrnensis*) in Bangladesh. *Bangladesh Journal of Zoology*, 44(1): 99-109.
- Oğurlu İ (2016) Yaban hayatı ekolojisi. Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Yayın No: 19, Isparta, 297.
- Okahisa Y, Nakahara T, Sato NJ, Theuerkauf J, Ueda K (2015) Puddle use by New Caledonian rainforest birds. *Ornithological Science*, 14(1): 41-45.
- Özer S, Dikmen O (2021) Türk kültürünün kaybolan değerlerinden olan su yalaklarının kullanım durumlarına göre incelenmesi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 52 (3): 238-252.
- Patterson C, Guerin M (2013) The effects of climate change on avian migratory patterns and the dispersal of commercial poultry diseases in Canada - part i. *World S Poultry Science Journal*, 69(1): 17-26.
- Pearce-Higgins J (2013) Impacts of climate change on waterbirds. 149-154.
- Phillips SJ, Anderson RP, Schapire RE (2006) Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling*, 190(3-4): 231-259.
- Pille L, Säume I (2021) The water-sensitive city meets biodiversity: habitat services of rain water management measures in highly urbanized landscapes. *Ecology & Society*, 26(2).
- Qiu J, Shen Z, Leng G, Xie H, Hou X, Wei G (2019) Impacts of climate change on watershed systems and potential adaptation through BMPs in a drinking water source area. *Journal of Hydrology*, 573: 123-135.
- R Core Team (2013) R: A language and environment for statistical computing.
- Senapathi D (2010) Climate change and birds: adaptation, mitigation & impacts on avian populations. a report on the bou's annual conference held at the University of Leicester. *Ibis*, 152(4): 869-872.
- Seston R, Giesy J, Fredricks T, Tazelaar D, Coefield S, Bradley P, ... & Zwiernik M (2012) Dietary- and tissue-based exposure of belted kingfisher to pcdfs and pcdds in the tittabawassee river floodplain, midland, mi, USA. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 31(5): 1158-1168.
- Smit B, Woodborne S, Wolf BO, McKechnie AE (2019) Differences in the use of surface water resources by desert birds are revealed using isotopic tracers. *The Auk*, 136 (1): uky005.
- Telleria J, Fernández-López J, Fandós G (2016) Effect of climate change on mediterranean winter ranges of two migratory passerines. *Plos One*, 11(1): e0146958.
- Trakus (2024) Türkiye'nin Anonim Kuşları, İzmir Yalıçapını. https://www.trakus.org/kods_bird/uye/?fsx=2fsdl17@d&tur=%DZmir%20yal%FD%E7apk%FDn%FD, Erişim Tarihi: 04.08.2024.
- Tryjanowski P, Jankowiak Ł, Czechowski P, Dulisz B, Golawski A, Grzywaczewski G, ... & Wuczyński A (2022) Summer water sources for temperate birds: use, importance, and threats. *The European Zoological Journal*, 89 (1): 913-926.
- Venne S, Currie D (2021) Can habitat suitability estimated from maxent predict colonizations and extinctions?. *Diversity and Distributions*, 27(5): 873-886.
- Wang Y, Shi J, Wu Y, Zhang W, Yang X, Lv H, ... & Xu J (2023) Selection of flagship species and their use as umbrellas in bird conservation: a case study in Lishui, Zhejiang Province, China. *Animals*, 13 (11): 1825.
- Yang X, Lin S, He J, Xin Y, Zhang L, Jiang H, ... & Li Y (2017) Tropical birds are declining in the hainan island of China. *Biological Conservation*, 210: 9-18.