

Artvin Şavşat'ta bozayı habitat uygunluğunun MaxEnt yöntemi ile belirlenmesi ve yönetimi için öneriler

Estimation of brown bear suitable habitats in Şavşat, Artvin using MaxEnt and recommendations for their management

 Nedim Ahmet YÜKSEL¹,  Hüseyin AMBARLI²

Özet

Bozayı (*Ursus arctos* Linnaeus, 1758), ülkemizde doğal yaşam alanları olan ormanlar, yaylalar ve dağlık bölgelerde sıklıkla rastlanan bir türdür. Şavşat ilçesi, Artvin'in doğusunda yer alan zengin biyoçeşitlilik barındıran bir bölgedir ve Artvin'deki bozayı nüfusunun önemli bir kısmı bu bölgede yaşamaktadır. Bu nedenle, Şavşat'ta bozayının habitat uygunluk modellemesini yapmak, türün korunması ve yönetimi açısından önemlidir. Bozayının habitat uygunluğunu belirlemek için GPS-GSM vericili tasmlar kullanılarak elde edilen konum verileri, iklim verileri ve çevresel veriler kullanılarak MaxEnt yöntemiyle habitat uygunluk modellemesi yapılmıştır. Çalışmada kullanılan veriler arasında biyo-iklim iklim verileri, eğim, yükseklik, engebelilik, "Corine" arazi örtüsü ve insan etkisi indeksi verileri yer almaktadır. Bu veriler, bozayının yaşam alanı tercihlerini belirleyen faktörler arasındadır. Modelin sonuçlarına göre, Şavşat'ta en yüksek habitat uygunluk oranları, ibreli ve yapraklı ormanlık bölgelerde görülmekle birlikte meyve-sebze bahçelerini de önemli derecede kullandıklarını göstermektedir. Bu sonuçlar, bozayının ormanlık alanları tercih ettiğini, ormanların korunmasının ve yönetiminin önemli olduğunu göstermektedir. İnsan-ayı çatışmasına neden olabilecek bozayların sebze-meyve bahçelerini ve mezarları tercih etmelerine karşın, çalışmamız ormanlık ve dağlık alanlarda da önlemler alınması gerekebileceğini ortaya koymaktadır. Ayrıca, 1.000-2.000 rakımlı alanların da bozayının habitatı için önemli olduğu tespit edilmiştir. Habitat uygunluk modellemesi, türlerin korunması ve yönetimi açısından önemli bir araçtır.

Anahtar Kelimeler: Bozayı, habitat modeli, MaxEnt yöntemi, tür dağılım modeli, habitat uygunluk haritaları

Abstract

The brown bear (*Ursus arctos* Linnaeus, 1758) is a species mostly encountered in forests, plateaus and montane regions, which are its natural habitats in Turkey. The Şavşat district located in the east of Artvin is a rich biodiversity region, and a significant portion of the brown bear population in Artvin lives in this region. Therefore, habitat suitability modeling of brown bears in Şavşat is important for the conservation and management of the species. In order to estimate the habitat suitability of the brown bear, habitat suitability modeling was carried out with the MaxEnt method using location data obtained from collars with GPS-GSM transmitters, climate and environmental data. The data used in the study include bioclimatic climate data, slope, elevation, ruggedness, Corine land cover and human impact index data. These data are among the factors that determine the habitat suitability for brown bears. According to the results of the model, the highest habitat suitability ratios in Şavşat are observed in coniferous and deciduous forests, but they also use fruit and vegetable gardens to a significant extent. These results showed that brown bears use forested areas, which is important for forest conservation and management. It was also found that areas at 1,000-2,000 m elevation are also important for brown bear habitat. Brown bears tend to use orchards, agricultural areas and temporary settlements, leading to human-bear conflicts, therefore, our study showed that measures should be taken in forested and montane areas. Habitat suitability modeling is an important tool for species conservation and management.

Keywords: Brown bear, habitat modeling, MaxEnt method, species distribution modeling, habitat suitability maps

Geliş Tarihi: 11.01.2024, Düzeltme Tarihi: 08.05.2024, Kabul Tarihi: 25.06.2024

Adres: ²Düzce Üniversitesi, Orman Fakültesi, Yaban Hayatı Ekolojisi ve Yönetimi Bölümü

E-mail: huseyinambarli@gmail.com

*Bu makale Orman Mühendisliği Anabilimdalı Yüksek Lisans Öğrencisi Nedim Ahmet Yüksel'in tezinden üretilen bir çalışmadır.

1. Giriş

Bozayı (*Ursus arctos* Linnaeus, 1758), Avrupa'da, Asya'da ve Kuzey Amerika'dayaşayan karasal büyük memeli türüdür (Swenson ve ark., 2020). Yetişkin bir bozayı, 100-300 kg arasında değişen ağırlığa sahip olabilmekte ve genellikle ormanlık ve dağlık bölgelerde yaşamaktadırlar. Bozayı, omnivor (etçil ve otçul) olduğundan, memeli hayvanlar, mantar, bazı böcek ve bitki türleri ile beslenebilmektedir (Swenson ve ark., 2020). Ancak meyve ve tohum çeşitleri başta olmak üzere ülkemizdeki besininin büyük çoğunluğu, %85'in üzerinde bitkisel gıdaya dayanmaktadır (Ambarlı, 2016).

Bozayı, Türkiye'nin en büyük yabani karasal memelisi olup Karadeniz ve Doğu Anadolu Bölgeleri ile kısmen Kuzeybatı Anadolu ve Akdeniz bölgelerimizde yayılış göstermektedir (Ambarlı ve ark., 2016). Bozayının popülasyonu, habitatın uygunluğu, beslenme alışkanlıkları ve davranışları gibi çeşitli faktörlere bağlı olarak değişebilmektedir (Swenson ve ark., 2020).

Habitat modellemesi (HM), yaban hayvanlarının yaşama ve üreme alanlarına ilişkin ayrıntılı bilgiler sağlayarak, koruma faaliyetleri ve avlanma politikalarının belirlenmesine yardımcı olur ve yaban hayatı yönetimine önemli katkılar sağlayabilir. Koruma projeleri, bir türü etkili yönetmek için, türün coğrafi dağılımının veya yaşam alanlarının kullanımının belirlenmesini gerektirir (Pearce ve Boyce, 2005). Tür dağılım modelleri (TDM) ve habitat modelleri, belirli bir tür veya taksonun yaşam alanını anlamak, yeniden yerleştirme çalışmaları öncesinde uygun habitatları belirlemek ve tür koruma çalışmaları için kullanılmaktadır. TDM, biyocoğrafya, ekoloji ve koruma biyolojisi gibi alanlardaki yabani türlerin araştırılmasındaki zorluklar ile mücadele edebilmek için gerekli hale gelmiştir (Guisan ve Thuiller, 2005).

TDM hem mevcut hem de gelecekteki dağılımları açıklamak için çevresel değişkenleri kullanır (Li ve ark., 2019; Struebig ve ark., 2015). Bu modellemeler, hangi çevresel değişkenlerin bir türün yaşam alanını belirlediğini ve nerede yaşama olasılığı olduğunu belirleyerek, o türün mevcut veya gelecekteki potansiyel dağılımını tahmin etmeye yardımcı olur. Bu, türlerin korunması için gereken habitatların belirlenmesine, habitatların korunması için yapılan çalışmaların planlanmasına ve bölgedeki doğal kaynakların etkili yönetilmesine yardımcı olur. Ayrıca habitat modellemesi, yaban hayvanları ile insan arasındaki çatışmaları en aza indirmek için de kullanılır (Nayeri ve ark., 2022). Örneğin, habitat modeli sonuçlarına dayanarak, yaban hayvanlarının tarım alanlarına girmesini ve zarar vermesini önleyici önlemler alınabilir (Ambarlı ve Bilgin, 2008). TDM ayrıca iklim

değişikliğinin tür dağılımı üzerindeki etkilerini tahmin ederek türlerin uygun yaşam alanlarını belirlemek için de kullanılmaktadır (Tellería ve ark., 2019; Song ve ark., 2020; Bai ve ark., 2022; Buechley ve ark., 2022).

Habitat uygunluk modeli (MaxEnt, İngilizce: “Maximum Entropy”) veya TDM için temelde hedef türe ait varlık verileri ve yokluk verilerini kullanılan yöntemler mevcuttur. Varlık ve(ya) yokluk verilerini modellemek için birçok yaklaşım kullanılmaktadır (Guisan ve Zimmermann, 2000). Bununla birlikte, yalnızca tür hakkındaki gözlemlerden oluşan, yokluk verilerine dair güvenilir verileri içermeyen, yalnızca varlık verilerinin kullanılması giderek artmaktadır (Yackulic ve ark., 2013). MaxEnt, yalnızca varlık verilerini analiz ederek habitat uygunluğunu ortaya koyan son yıllardaki en yaygın algoritma olmuştur (Yackulic ve ark., 2013). Bu verilerin kaynakları arasında atlaslar, müze ve herbaryum kayıtları, tür listeleri, tesadüfi gözlem veri tabanları ve telemetri izleme çalışmaları yer alır (Pearce ve Boyce, 2005). Bunlar arasında MaxEnt, en yüksek entropi yöntemine dayalı olarak çalışmaktadır (Booth ve ark., 2014) ve türün bilinen varlık noktalarının (tür dağılımı verileri) yanı sıra belirli bir bölgedeki çevresel değişkenlerin dağılımını kullanarak türün potansiyel dağılımının nereleri kapsayabileceğini ve türe uygun habitatların nereler olabileceğini tahmin etmektedir (Booth ve ark., 2014).

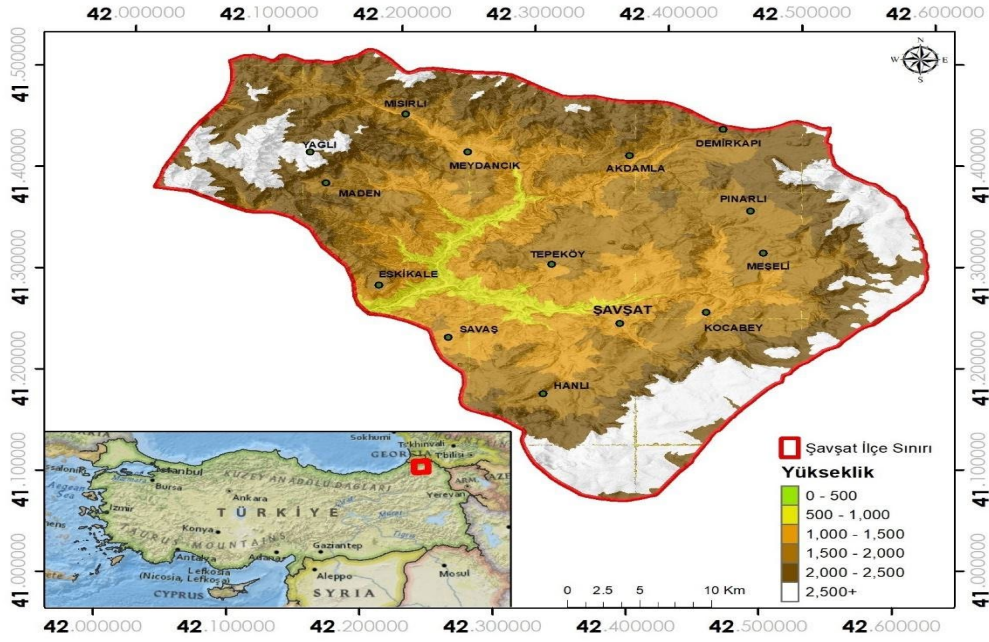
Ayılarla ilgili yönetim kararlarını almak ve ayı popülasyonlarının sürdürülebilir yönetimi için bilimsel verilere ihtiyaç duyulmaktadır (Servheen ve ark., 2021). Bozayının potansiyel yaşam alanları, doğrudan veya dolaylı gözlemler aracılığıyla belirlenebilir. Ancak yaşam alanlarının daraldığı veya popülasyonun yoğun olduğu yerlerde dağılımını ayrıntılı belirlemek gerektiğinde, önceden elde edilmiş konum verileri kullanılarak türün potansiyel dağılımı ve önemli geçiş alanları belirlenebilir. Bunun için bahsedilen MaxEnt yöntemi önemli veriler üretebilir (Booth ve ark., 2014).

Bu çalışma Artvin ili Şavşat ilçesindeki bozayı popülasyonunun yaşadığı alanların ve olası yaşam alanlarının GPS-GSM’li doğrulanmış ve farklı bireylerden gelen konum verilerinin MaxEnt programında iklim ve çevre verileriyle birlikte analiz edilmesini ve olası uygun habitatların ortaya konmasını ve ileride yönetim planları için uygun öneriler oluşturmayı amaçlamıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Çalışma Alanı

Araştırma alanı Artvin ili Şavşat ilçesi idari sınırlarıdır (Şekil 1). Şavşat'ın yüzölçümü 1.317 km²'dir. Doğusunda Ardahan ili, batısında Borçka ve Artvin (Merkez) ilçeleri, kuzeyinde Gürcistan ve güneyinde Ardanuç ilçesi yer alır. Toplam insan nüfusu 2023 yılında 16.917 kişidir (TUİK 2023). Ancak bu nüfus özellikle yaz aylarında hem diğer ilçelerden gelen yaylacılar hem de diğer illerden gelen gurbetçilerle oldukça artmaktadır.



Şekil 1: Çalışma alanı.

Bölgede dağlık ve engebeli bir arazi yapısı hâkimdir. Yüksek rakımlı dağlar, derin vadiler, platolar, tepeler ve dereler bulunmaktadır. Doğusunda Borçka sınırını oluşturan Karçal Dağları (3.428 m) bölgenin en yüksek dağları arasındadır. İlçenin güneyinden Ardahan'a uzanan Yalnızçam Dağları da 3.000 m'yi aşar. İlçenin kuzeybatısında Sahara Dağı yer alır (2.850 m). Bu dağlarda bozayıların en yaygın kış uykusu ve bahar habitatu olan engebeli kayalıklı alpin çayırlar ve iğne yapraklı Ladin (*Picea orientalis*) ve Gökmar (*Abies normandiana*) ormanları bulunur. Ayrıca alçak rakımlarda bozayıların sonbaharda beslendiği besleyici tohumlu Gürgen (*Carpinus betulus*), Meşe (*Quercus sp.*) ve Kayın (*Fagus orientalis*) ağaçları bulunur. Bu yüksek dağların hepsinde pek çok buzul gölleri mevcuttur. Karagöl Sahara Milli Parkı da Şavşat sınırlarındadır ve doğal güzellikleri, biyoçeşitliliği ve trekking rotaları ile turistlerin ve ziyaretçilerin ilgisini çekmektedir (Anonim, 2014).

Karadeniz Bölgesi'nin nemli iklimi ve Doğu Anadolu'nun karasal ikliminin geçiş zonunda yer alan Artvin, Doğu Karadeniz Bölgesinde hüküm süren iklim koşullarının genel özelliklerini gösterir. Artvin'de yıllık ortalama sıcaklık 12,3°C, en yüksek sıcaklık ağustos ayında 26,4°C ve en düşük sıcaklık ocak ayında -0,1°C'dir. Yıllık toplam yağış miktarı 689,3 mm iken en fazla yağışın aralık (85,6 mm) ayında en düşük yağış ise temmuz (30,7 mm) ayındadır (MGM, 1949-2022).

2.2. Materyal

Çalışmada Artvin Doğa Koruma ve Milli Parklar Şube Müdürlüğü tarafından Şavşat ilçesinde 2018 yılında başlanan Büyük Karnivorların Yönetimi Projesi kapsamında GPS-GSM vericili tasma ile takip edilen bozayılardan 2021-2023 yılları arasında elde edilen rastgele konum verileri kullanılmıştır (Anonim, 2020).

Bozayının habitatını etkileyen çevresel faktörler arazi örtüsü, eğim, yükseklik, engebellik, bakı vb.'dir (Zarzo-Arias ve ark., 2019). Bu veriler, uzaktan algılama, dijital yükseklik modelleri ve jeolojik haritalar gibi kaynaklardan elde edilir (Almasieh ve ark., 2019). Şavşat yöresindeki bozayılın habitat modeli için kullanılacak çevresel veriler, türün yaşam alanlarına uygun koşulları yansıtacak şekilde ve daha önceden yapılan çalışmalar değerlendirilerek seçilmiştir (Ambarlı 2012).

Habitat modellemesi için küresel iklim verileri (0,5°'ye 0,5° çözünürlükte~900m) <https://www.worldclim.org> adresinden (Anonim, t.y.) temin edilmiştir. Biyo-iklim verilerinin yanında modellemede eğim, bakı, yükseklik, engebellik ve "Corine" arazi örtüsü verileri de (<https://corinecbs.tarimorman.gov.tr>) kullanılmıştır. Arazi örtüsü hariç diğer veriler Dijital Yükseklik Modellerinden ("Digital Elevation Model"-DEM) ArcGIS 10.8 programında "Spatial Analyze" modülü kullanılarak üretilmiştir. Tüm verilerin çözünürlüğü en düşük çözünürlüğe sahip iklim verilerinin çözünürlüğüne raster formatında uygun hale getirilmiştir.

Ayrıca bozayının habitat tercihlerini etkileyen önemli unsurlar arasında insan faaliyetleri ve şehirleşme de yer almaktadır. MaxEnt modellemesinde biyo-iklim ve çevresel verilerin yanında insan yoğunluğu ve şehirleşme verileri de kullanılmıştır. İnsan etkisini tespit için kullanılan "Human Modification Index" (İnsan Müdahale Endeksi, IEE) NASA veritabanı (<https://www.earthdata.nasa.gov>) indirilerek kullanılmıştır (NASA, 2023). Çünkü insan etkisine bütüncül olarak bakmaktadır. Dolayısıyla köylerle iç içe yaşayan bu hayvanlar için yola uzaklık vb. yaklaşımlar yerine konuyu bütünsel ele alan bu veriyi kullanılmıştır.

2.3. Yöntem

Bu çalışmada GPS-GSM vericili tasmalardan elde edilen konum verileri ile biyo-iklim verileri ve çevresel veriler kullanılarak MaxEnt programıyla habitat modeli gerçekleştirilmiştir. Çünkü bozayının habitat modeli için kullanılacak iklim ve çevresel veriler, türün yaşam alanlarına uygun koşulların belirlenmesinde büyük önem taşımaktadır.

Sıcaklık, yağış, nem, rüzgâr ve kar kalınlığı gibi iklim faktörleri bozayı habitatını etkileyebilecek önemli verilerdir ve uzun yıllık gözlemler sonucunda elde edilmektedirler. Şavşat yöresinde bozayının habitat modeli için kullanılacak iklim verileri, birbirleri ile korelasyon halinde olmayan yöredeki iklim koşullarına uygun olarak seçilmiştir.

Arazi örtüsü katmanı ise tüm araziye 5 farklı ana kategoride toplam 53 farklı sınıfa ayıran Corine tabakası (Land Cover Classification System - LCCS) kullanılarak ArcGIS 10.8 programında oluşturulmuştur. Çalışma alanına 13 farklı sınıf denk gelmiştir (Tablo 1).

Tablo 1: Corine arazi örtü sınıfları tablosu.

Corine arazi örtü sınıfları
1- Kesikli Kırsal Yapı
2- Sulanmayan Meyve Bahçeleri
3- Çıplak Kaya
4- Meralar
5- Doğal bitki örtüsüyle bulunan tarım alanları
6- Geniş Yapraklı Ormanlar
7- İğne Yapraklı Ormanlar
8- Karışık Ormanlar
9- Doğal Çayırliklar
10- Bitki Değişim Alanları
11- Sahil, Kumsal, Kumluk
12- Seyrek Bitki Alanları
13- Sulanan Alan

MaxEnt modellemesinde kullanılan tüm bu veriler arasında yalnızca Corine arazi örtüsü katmanı kategorik değerleri sürekli ("continuous") veri olarak modellemeye dahil edilmiştir.

Tür Dağılım Modellemesinde MaxEnt programı kullanılmıştır (Phillips ve ark., 2006). Modellemeye GPS-GSM vericili tasmalarla izlenen 10 bireye ait konum verilerinden ArcGIS 10.8 programı ile aralarında en az 500 m olacak şekilde rastgele yöntemle seçilen 300 konum verisi kullanılmıştır.

Modelleme çalıştırılmadan önce, yapılmış araştırmalara (Almasieh ve ark., 2019, Süel, 2019, Zarzo-Arias ve ark., 2019) benzer şekilde, MaxEnt'in standart ayarlarına ek

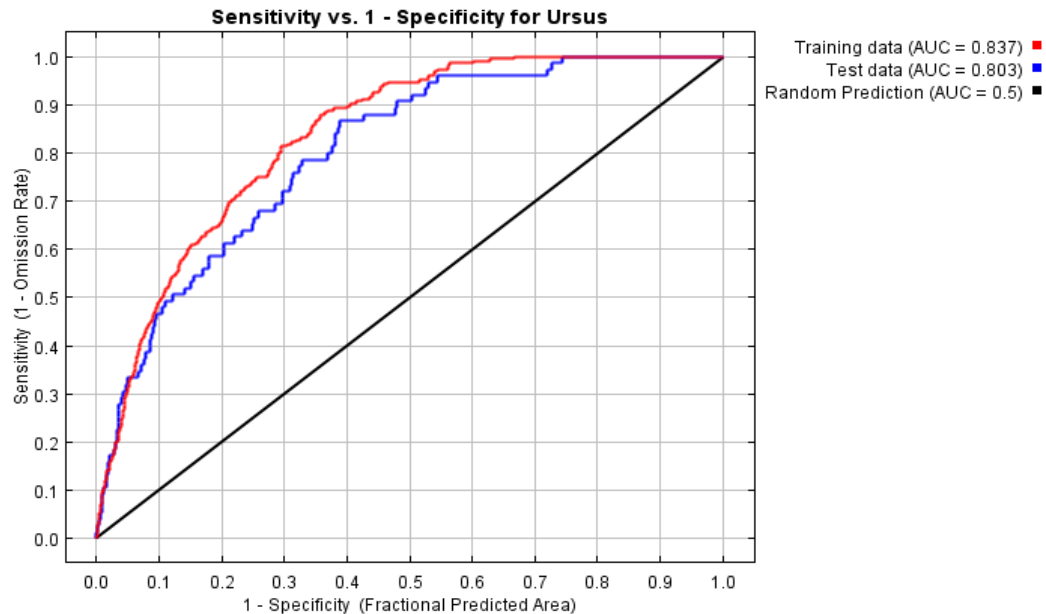
olarak bazı değişiklikler yapılmıştır. Temel (“basic”) ayarlar sekmesinde “Random seed” işaretlenerek “Random test percentage” (Rastgele test yüzdesi) 25 olarak girilmiştir. Örnekleme tekniği temel ayarlarda bulunan “Replicate run type” sekmesinin altında “Subsample” (Alt örnekleme) olarak seçilmiştir. Gelişmiş (“advanced”) ayarlar sekmesindeki “Maksimum iterations” 500 olarak ayarlanmış ve model 5 farklı veri seti için çalıştırılarak alanlar modellenmiştir. Bulunan uygunluk alanlarının sınıflandırmaları ArcGIS aracılığıyla hesaplanmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

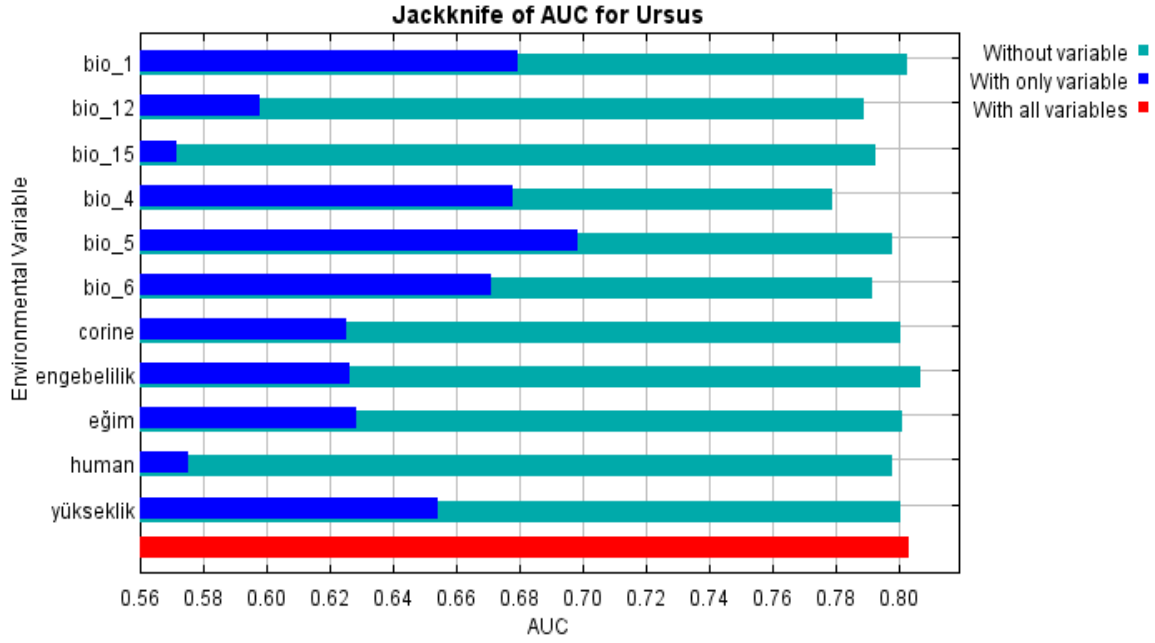
MaxEnt modellemesinin Eğri Altında Kalan Alan (AUC) değeri 0.837, test verilerinin AUC değeri ise 0.803 olarak hesaplanmıştır (Şekil 2).

Jackknife grafiği incelendiğinde biyo-iklim verileri arasından modellemeyi en çok etkileyenler sırasıyla Biyo-5 (Yağışlı mevsimlere göre ortalama sıcaklık), Biyo-1: (Yıllık ortalama sıcaklık) ve Biyo-4 (Sıcaklığın mevsimselliği (çeyrek değişkenliği)) olarak görölmektedir. Biyo-iklim verilerine ait sıcaklık verilerinin yüksek etki değerine, yağış verilerinin ise düşük etki değerine sahip olduğu görölmektedir.

Modellemeye, iklim verilerinin haricinde ise en çok yükseklik olmak üzere eğim, engebelilik ve Corine, yani vejetasyon dağılımının etki ettiği görölmektedir (Şekil 3). En düşük etkiyi de insan etkisi olarak nitelenen insan müdahale endeksi yapmıştır.



Şekil 2: Hassasiyet grafiği.



Şekil 3: Modellemeye ait “Jackknife” grafiği.

Tablo 2’de, çevresel değişkenlerin MaxEnt modeline göre katkılarının tahminleri verilmiştir.

Tablo 2: Değişken katkılarının analizi.

Değişken	Katkı yüzdesi	Permütasyonun % önemi
Biyo-6	36,9	17
Biyo-4	12,4	19,1
Biyo-12	11,3	9,3
Biyo-5	10,2	20
Eğim	9,2	1,7
İnsan	5,8	2,6
Corine	4,5	1,3
Biyo-15	4,1	7,9
Yükseklik	3,8	5,8
Engelbelilik	1,2	0
Biyo-1	0,7	15,4

Modellemeye ait harita çıktısına (Şekil 4) göre Şavşat ilçesinin yüzölçümünün, a) %18,6’sının %69 ve üzeri habitat uygunluğuna sahiptir, b) %31 altında habitat uygunluğuna sahip alan ilçe yüzölçümünün yaklaşık %48,5’ine denk gelen 634,95 km²’dir; c) %31-%69 arası habitat uygunluğuna sahip alan ise toplam alanın %32,9’una denk gelmektedir (Tablo 3).

Tablo 3: Habitat uygunluklarının alan dağılımları

	MaxEnt Değeri	MaxEnt Yüzdesi	Uygunluk Sınıflandırması	Alan miktarı (km ²)	Alan oranı (%)
	0-0,08	%0-8	Uygun Değil	234,7	17,9
	0,08-0,15	%8-15		108,6	8,3
	0,15-0,23	%15-23		141,4	10,8
	0,23-0,31	%23-31	Az Uygun	150,2	11,5
	0,31-0,38	%31-38		116,1	8,9
	0,38-0,46	%38-46		116,7	8,9
	0,46-0,54	%46-54	Uygun	105,4	8,0
	0,54-0,62	%54-62		94,1	7,2
	0,62-0,69	%62-69		70,3	5,4
	0,69-0,77	%69-77	Oldukça Uygun	67,5	5,1
	0,77-0,85	%77-85		54,4	4,1
	0,85-0,92	%85-92		33,5	2,6
	0,92-1	%92-100		18,2	1,4
	Toplam			1.311,26	100,0

Modelleme sonucunda bozayı için en uygun rakımlar 1000-2000 m'dir. Alt rakımlara yaklaştıkça azalan uygunluk en yüksek rakımlara çıkıldığında yine azalmaktadır. Bozayı için dere tabanlarının da uygun olmadığı, daha çok vadilerin orta kesimlerinde yer alan 1.000-2.000 m yükseltilerin tür için daha uygun olduğu görülmektedir. Bu ise Türkiye'de yapılan çalışmalarla (Süel, 2019) da benzerlik göstermektedir. Bu çalışmaya göre, yükseklik yaklaşık 2000 m'ye kadar bu türün yaşam alanı üzerinde olumlu etkiye sahiptir, daha yüksek yerlerde ise yüksekliğin etkisi olumsuzdur ancak özellikle kış uykusu için türün orman sınırı üstü alpin kayalık alanları tercih ettiği de bilinmektedir (Ambarlı, 2012).

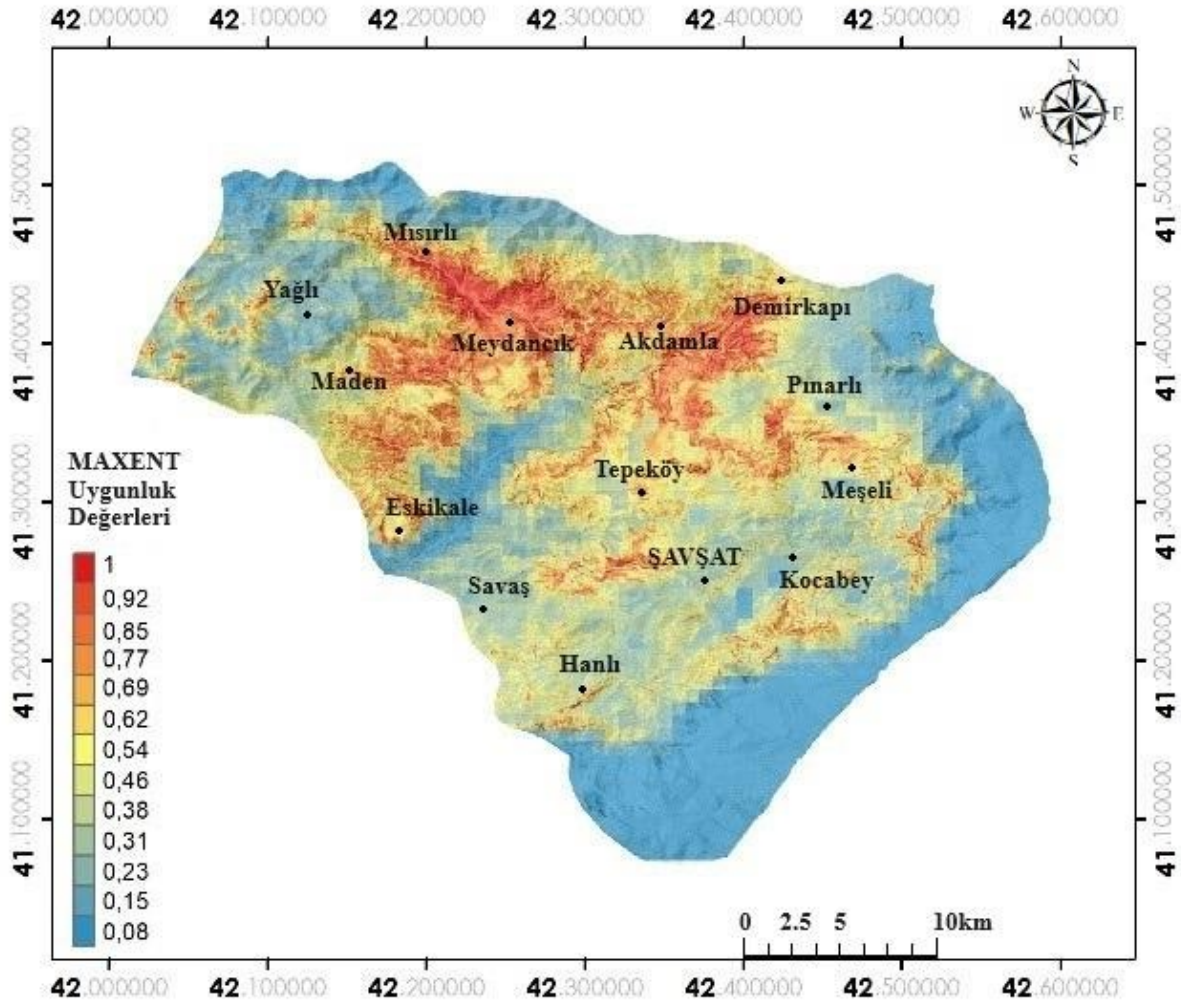
Modellemeye göre uygunluk, %5 eğimin altında sifıra yakındır. %5 ile %70 aralığında eğim arttıkça uygunluk artmaktadır. Araştırmamızda, bozayı için düz alanların çok uygun olmadığı, %30-%50 eğime sahip alanların tür için en uygun yerler olduğu görülmektedir. Benzer sonuçlar dünya genelinde yapılmış farklı çalışmalarda da görülmektedir. Örneğin Swenson ve ark. (2000)'na göre dik yokuşlar düşük insan faaliyetleri ile ilişkilidir, topoğrafya (yer yüzü şekilleri) de önemli olabilir.

Modelleme sonucunun eğimli ve engebeli arazileri daha uygun göstermesi, büyük çoğunluğu ibreli ve yapraklı orman olan Kırsal Kesikli Yapının daha uygun çıkmasının sebebi; tüm bireyler için insan baskısından kaçınmaları, dişi bozayılar için hem insan hem de erkek bireylerin baskısından kendilerini ve yavrularını korumaları açısından önemli olabilir. Erkek bozayıların da özellikle kış uykusu zamanında engebeli yerleri tercih ettikleri görülmüştür.

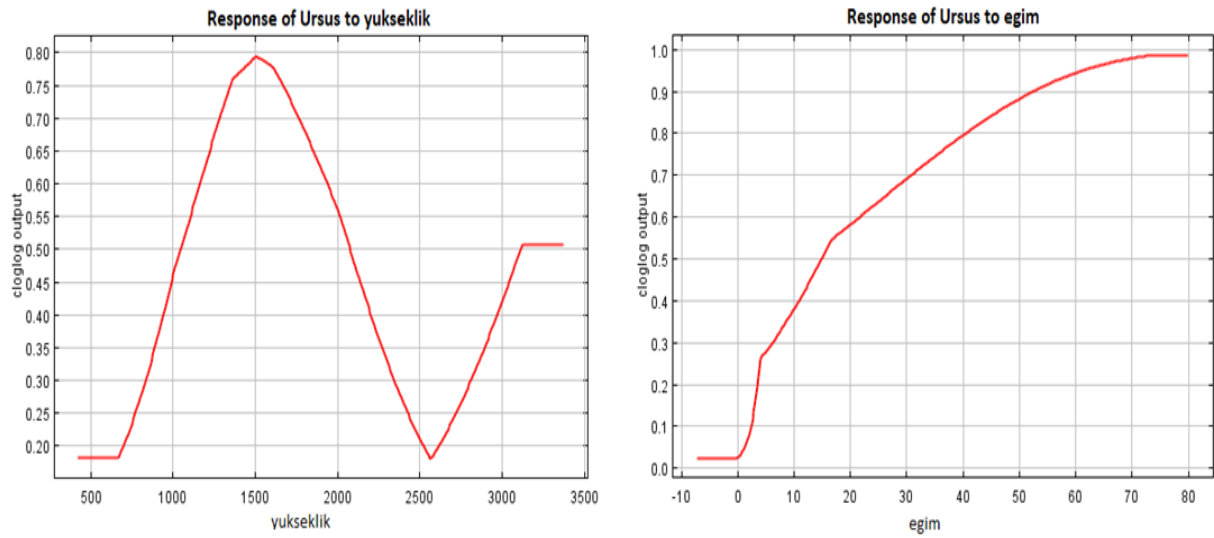
Corine arazi örtü sınıflarından Kesikli Kırsal Yapı, Sulanmayan Meyve Bahçeleri ve Meralar bozayı bulunma olasılığı en yüksek habitat sınıfları olarak tespit edilmiştir. Araştırmamızda bozayı için yapraklı ve ibreli ormanların uygun olduğu, orman bulunmayan yükseklerdeki alpin zonların ise uygun olmadığı belirlenmiştir. Bu durum insan baskısının, orman örtüsünün yoğun olduğu alanlarda azalması ile açıklanabilmektedir ve (Munro ve ark., 2006) gibi çalışmalarla benzerlik göstermektedir. Bu araştırmacıların, Kanada'da, dokuz dişi bozayıdan alınan 1032 küresel konumlandırma sistemine dayalı radyo telemetri konumu kullanarak yaptıkları çalışmaya göre en çok tercih edilen alanlar kapalı, açık, karışık ve nemli ormanların yer aldığı habitatlardır ve nemli ormanlar diğer habitatlardan daha çok tercih edilmiştir (Munro ve ark., 2006). Araştırmamızda ayrıca, bozayı saklanmak için özellikle gündüzleri orman örtüsünü daha yoğun kullanmakta, geceleri ise meyve-sebze bahçeleri gibi yerleşim yerlerine yakın bölgeleri geceleri tercih etmektedir.

İnsan müdahale indeksinin 0,15 seviyesine kadar uygunluk sıfır görünmekte, sonra hızlıca artmakta ve insan etki indeksi 0,2 iken uygunluk en yüksek seviyeye ulaşmaktadır. İnsan etki indeksi 0,6'yı geçtikten sonra ise uygunluk hızla azalarak 0,741'de tekrar sıfıra düşmektedir. İnsan etki indeksi sıfırken uygunluğun sıfır olması, bozayıların insanlardan tamamen izole bir hayat sürmediğini göstermektedir. Bunun sebebinin, bozayıların özellikle beslenme amacıyla yerleşim yerlerinde ve yakın çevresindeki sebze-meyve bahçelerini yoğun kullanmaları olduğu düşünülmektedir. Bir diğer taraftan da insanların yoğun etkisinin bozayıların habitatını olumsuz etkilemesine örnek olarak yaz aylarında yaylacıların da gelmesiyle 2.000 metre yüksekliğin üzerinde habitat uygunluğunun düşük çıkması gösterilebilir.

Şavşat ilçesindeki kırsal yerleşimlerin rakımı 950 ile 1800 m arasında değişmektedir (Erdoğan, 2014). Araştırmamıza ve ilgili diğer çalışmalara göre, yöredeki kırsal yerleşimlerin hepsi bozayı habitatına uygun yükseltilerdedir. Bu durum ilçenin tüm köylerinde insan-ayı çatışmasının yaşanabileceği anlamına gelmektedir. Türkiye'deki çalışmalarda, Karadeniz Bölgesinde ve özellikle Doğu Karadeniz yörelerinde insan-ayı çatışmasının ülke ortalamasına oranla daha yoğun yaşanabileceği tespit edilmiştir (Ambarlı ve Bilgin, 2008). Yerleşim yerlerinin küçük ve dağınık olduğu Türkiye'nin kuzeydoğu bölgesi, küçük ve büyük baş hayvanları, arı kovanları ve tarım alanlarının zarar görmesi nedeniyle insan-ayı çatışmasının nispeten yüksek düzeyde yaşandığı bölgedir (Ambarlı ve Bilgin, 2008).



Şekil 4: Bozayı habitat uygunluk modelleme haritası.



Şekil 5: Model yanıt eğrileri.

4. Sonuçlar

Modellemeler, hangi b6lgelerin hedef t6r6n yaşam alanlarına en uygun olduğunu belirleyerek doğal kaynakların korunması, biyoçeşitliliğin s6rd6r6lmesi ve ekosistem sağlığının iyileştirilmesi için de 6nemli bir araç haline gelmektedir (Escobar-Luján ve ark., 2022; Zhu ve ark., 2022). Artvin ili şavşat ilçesinde bozayı habitatları için MaxEnt kullanarak yapılan uygunluk modellemesi şavşat ilçesinin %51,5'lik bir b6l6m6n6n bozayı için olası uygun, %18,6'lık bir b6l6m6n6n de bozayı için çok uygun olduğu tespit edilmiştir. Corine arazi 6rt6s6 sınıflarından Sulanmayan Meyve Bahçeleri ve Meraların modelleme sonucuna g6re 6nemli bir uygunluğa sahip olması, insan etkisinin bozayı için uygunluğu belirli bir seviyeye kadar tamamen ortadan kaldırırsa bile o seviyeden sonra bu uygunluğun giderek artması; bozayının 6zellikle beslenme alışkanlığından dolayı insanların mevsimsel kullandığı b6lgelere (mezralara) ve yerleşim yerlerine itilmesi ile açıklanabilir. Modelimizde 2,000 m ve 6st6n6n bozayı için uygunluğunun az olması (hem iklimsel hem de besin y6n6nden), yaylacılık faaliyetlerinin bozayının habitatına zararının daha az olabileceğini g6stermektedir. Ya da tamamen aşırı insan baskısından dolayı aylar yazın bu b6lgeleri tercih etmemektedirler.

Bu bulgulara g6re, bozayı 6zellikle beslenme alışkanlığı doğrultusunda insan ile karşılaşmayı g6ze alabilmekte; buna bağlı insan-ayı çatışmaları yaşanmakta, tarım ve hayvancılıkta zararlar, hatta can ve mal kayıpları yaşanabilmektedir (Ambarlı ve Bilgin 2008). Buna engel olmak için, insan kullanımından uzak yerlerde, orman içi ve kenarı ağaçlandırma ve geneştirme çalışmalarında bozayı beslenmesine uygun meyveli ağaç t6rlerinin korunması ve yenilerinin dikilerek yaygınlaştırılması 6nemli bir tedbir olarak ele alınabilir. Bozayıların yoğun olarak kullandığı 1.000-2.000 metre arası y6ksekliklerde, pop6lasyonun yoğun olduğu yerlerde bozayı-insan atışması neticesinde meydana gelebilecek zararların etkisini en aza indirmek için elektro telli it sistemleri gibi etkili y6ntemlerin kullanımı ve TARSİM gibi zarar tanzim sigortalarına vatandaşların geçişi teşvik edilmelidir. Y6re halkına ve yazın gelen gurbetilere y6nelik bu ve benzeri tedbirler, bozayılar ve olası karşılaşmalarda yapılması gerekenler vb. hususlarda DKMP tarafından yapılan eğitim ve bilgilendirilme çalışmaları da oldukça 6nemlidir.

Bozayıların kışlık besin ihtiyacının b6y6k bir kısmı 1.000-2.000 metre aralığındaki kabuklu tohumlardan geldiğinden sonbaharda bu y6kseklikteki meşe ve kayın ormanlarında 6zellikle bol tohum yılında yapılacak kesimler Ekim ayından 6nce bitirilmelidir.

Teşekkür

Bu makale Nedim Ahmet Yüksel'in Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Mühendisliği Ana Bilim Dalında devam eden yüksek lisans tezinin bir parçasıdır. Bu çalışma Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü'nün E-31149241-622.01-11423398 sayılı izniyle 2018-2020 yılları arasında yürütülen Büyük Karnivorların Yönetimi Projesi kapsamında gerçekleştirilmiş olan çalışmalar bittikten sonra elde edilen verilere dayanmaktadır. Başta Doğa Koruma ve Milli Parklar 12. Bölge Müdürü ve Artvin Şube Müdürü olmak üzere tüm Bölge Müdürlüğü personeline ve proje ekibine teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Anonim (2014). T.C. Artvin Valiliği. Erişim adresi artvin.gov.tr
- Anonim, (2020). T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü, Artvin İli Şavşat İlçesi Büyük Karnivorların Yönetimi Projesi Sonuç Raporu, 2020, Artvin.
- Almasieh, K., Rouhi, H., Kaboodvandpour, S., (2019). Habitat suitability and connectivity for the brown bear (*Ursus arctos*) along the Iran-Iraq border. *European Journal of Wildlife Research*, 65, 1-12., Doi: 10.1007/s10344-019-1295-1.
- Ambarlı, H., (2006). Spatial and Temporal Analysis of Human-Brown Bear Conflicts İn Yusufeli MSc Thesis, Middle East Technical University, Ankara, Doi:10.13140/RG.2.2.10194.25284.
- Ambarlı, H., (2012). Spatio-Temporal Ecology, Habitat Use and Population Size of Brown Bears (*Ursus arctos*) in Yusufeli, PhD Thesis. Middle East Technical University, Ankara, etd.lib.metu.edu.tr/upload/12615103/index.pdf.
- Ambarlı, H. (2016). Litter size and basic diet of brown bears (*Ursus arctos*, Carnivora) in northeastern Turkey. *Mammalia*, 80(2), 235-240.
- Ambarlı, H., Bilgin, C. C., (2008). Human-brown bear conflicts in Artvin, northeastern Turkey: Encounters, damage and attitudes. *Ursus* 19(2),146-153. Doi:10.2192/1537-6176-19.2.146.
- Ambarlı, H., Ertürk, A., Soyumert, A. (2016). Current status, distribution, and conservation of brown bear (*Ursidae*) and wild canids (gray wolf, golden jackal, and red fox; *Canidae*) in Turkey. *Turkish Journal of Zoology*, 40(6), 944-956.
- Bai, J., Hou, P., Jin, D., Zhai, J., Ma, Y., Zhao, J. 2(022). Habitat suitability assessment of black-necked crane (*Grus nigricollis*) in the Zoige Grassland Wetland Ecological Function Zone on the Eastern Tibetan Plateau. *Diversity*, 14(7), 579. Doi: 10.3390/d14070579.
- Booth, T., Nix, H., Busby, J., Hutchinson, M.F., (2014). BIOCLIM: the first species distribution modelling package, its early applications and relevance to most current MAXENT studies. *Diversity and Distributions*, 20. Doi: 10.1111/ddi.12144.

- Buechley, E. R., Girardello, M., Santangeli, A., Ruffo, A. D., Ayalew, G., Abebe, Y. D., ... Sekercioglu, C., (2022). Priority areas for vulture conservation in the Horn of Africa largely fall outside the protected area network. *Bird Conservation International*, 32(2):188-205. Doi:10.1017/S0959270921000228.
- Erdoğan, A., (2014). Peyzaj Karakter Analizi: Artvin Şavşat İlçesi Örneği. Doktora Tezi Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Escobar-Luján, J., Castaño-Quintero, S. M., Villalobos, F., Lira-Noriega, A., Chiappa-Carrara, X., Yañez-Arenas, C., (2022). Current and future geographic patterns of bird diversity dimensions of the Yucatan Peninsula and their representativeness in natural protected areas. *Neotrop. Biodiv.* 8(1), 242-252.
- Guisan, A., Zimmermann, N.E., (2000). Predictive habitat distribution models in ecology. *Ecological Modelling*. 135(2-3), 147-186.
- Guisan, A., Thuiller, W., (2005). Predicting species distribution: Offering more than simple habitat models. *Ecology Letters*. 8, 993-1009.
- Li, W., Yu, Y., Liu, P., Tang, R., Dai, Y., Li, L., Zhang, L.,(2019). Identifying climate refugia and its potential impact on small population of Asian elephant (*Elephas maximus*) in China. *Global Ecology and Conservation*. 19. e00664. Doi: 10.1016/j.gecco.2019.e00664.
- MGM, (2022). Meteoroloji Genel Müdürlüğü. Erişim adresi mgm.gov.tr, İklim Veri İşlem Daire Başkanlığı, 2022, Ankara.
- Munro, R.H.M., Nielsen, S.E., Price, M.H., Stenhouse, G.B., Boyce, M.S., (2006). Seasonal and diel patterns of Grizzly bear diet and activity in West-Central Alberta. *Journal of Mammalogy*. 87(6), 1112-1121.
- NASA, (2023). US National Aeronautics and Space Administration. The Biological Diversity and Ecological Forecasting Data Pathfinder. Erişim adresi earthdata.nasa.gov/learn/pathfinders/biological-diversity-and-ecological-forecasting-data-pathfinder/human-impacts-data. Erişim tarihi: 01.04.2023.
- Anonim, (n.d.). Bioclimatic variables, erişim adresi <https://www.worldclim.org/data/bioclim.html>
- Nayeri, D., Mohammadi, A., Hysen, L., Hipólito, D., Huber, D., Wan, H.Y., (2022). Identifying human-caused mortality hotspots to inform human-wildlife conflict mitigation. *Global Ecology and Conservation*. 38, e02241.
- Pearce, J.L., Boyce, M.S., (2005). Modeling distribution and abundance with presence-only data. *Journal of Applied Ecology*. 43(3), 405- 412.
- Phillips, S. J., Anderson, R. P., Schapire, R. E., (2006). Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling*, 190(3-4), 231-259.
- Servheen, C., Ambarlı, H., Bargagali, H. S., Breck, S. W., D'Cruse, N., Groff, C., ... Swenson, J., E., (2021). Conservation and Management of Bears. In: *Bears of the World: Ecology*,

- Conservation, and Management* (Penteriani, V., Melletti, M., Eds). ISBN: 9781108483520. p.273-302.
- Song, K., Mi, C-R., Yang, N., Sun, L., Sun, Y-H., Xu, J-L. (2020). Improve the roles of nature reserves in conservation of endangered pheasant in a highly urbanized region. *Scientific Reports*. 10(1): 17673. Doi: 10.1038/s41598-020-74724-3.
- Struebig, M., Fischer, M., Gaveau, D. L.A., Meijaard, E., Wich, S., Gonner, C., Skyes, R., Wilting, A., Kramer-Schadt, S., (2015). Anticipated climate and land-cover changes reveal refuge areas for Borneo's orang-utans. *Global Change Biology*. 21(8), 2891-2904. ISSN: 1365-2486.
- Suel, H., (2019). Brown bear (*Ursus arctos*) habitat suitability modelling and mapping. *Applied Ecology and Environmental Research*. 17(2), 4245-4255.
- Swenson, E.J., Gerstl, N., Dahle, B., Zedrosser, A., (2000). Action Plan for Conservation of the Brown Bear in Europe (*Ursus arctos*). Council of Europe. Nature and Environment No: 114. ISBN: 978-92-871-4426-3.
- Swenson, J. E., Ambarli, H., Arnemo, J. M., Baskin, L., Ciucci, P., Danilov, P. I., ... Zedrosser, A., (2020). Brown bear (*Ursus arctos*; Eurasia). In: *Bears of the World: Ecology, Conservation, and Management* (Penteriani, V., Melletti, M., Eds). Cambridge University Press. ISBN: 9781108483520. , 139-161.
- Tellería, J.L., Fandos, G., Tena, E., Carbonell, R., Onrubia, A., Qninba, A., Ramírez, Á., (2019). Constraints on raptor distribution at the southwestern boundary of the Palaearctic: Implications for conservation. *Biodiversity and Conservation*. 28(3), 603-619.
- TÜİK (2023). Bölgesel Nüfus verileri. . Erişim adresi <https://biruni.tuik.gov.tr/bolgeselistatistik>.
- Yackulic, C.B., Chandler, R., Zipkin, E.F., Royle, J.A., Nichols, J.D., Grant, E.H.C., Veran, S., (2013). Presence-only modelling using MAXENT: When can we trust the inferences? *Methods in Ecology and Evolution*. 4(3), 236-243.
- Zarzo-Arias, A., Penteriani, V., Delgado, M., Torre, P., García-González, R., Mateo-Sánchez, Maria C., Vázquez, P., Dalerum, F., (2019). Identifying potential areas of expansion for the endangered brown bear (*Ursus arctos*) population in the Cantabrian Mountains (NW Spain). *PLOS ONE*. 14. Doi: 10.1371/journal.pone.0209972.
- Zhu, B-R., Verhoeven, M. A., Velasco, N., Sanchez-Aguilar, L., Zhang, Z., Piersma, T., (2022). Current breeding distributions and predicted range shifts under climate change in two subspecies of Black-tailed godwits in Asia. *Global Change Biology*. 28(18), 5416-5426.