



HABİTAT UYGUNLUĞUNUN CBS TABANLI ÇOK KRİTERLİ YÖNTEMLERLE DEĞERLENDİRİLMESİ

Assessment of Habitat Suitability Using GIS-Based Multi-Criteria Methods



Cumhur GÜNGÖROĞLU*
Doç.Dr.

Karabük Üniversitesi, Orman
Fakültesi, Orman Mühendisliği
Bölümü, Karabük
cumhurgungoroglu@karabuk.edu.tr
ORCID: 0000-0003-3932-3205

Oğulcan GÜRSOY

Yüksek Lisans
ogulcangursoy78@gmail.com
ORCID: 0009-0003-4329-7019

*Sorumlu Yazar

Derleme Makale

Geliş: 21.06.2024

Kabul: 11.07.2024

Anahtar Kelimeler

Habitat, CBS, çok kriterli
analiz

Keywords

Habitat, GIS, multi-criteria
analysis

Yaban hayatı yönetiminde habitat uygunluğu çalışmaları türlerin ve onların yaşam alanlarının korunması, geliştirilmesi ve kullanımı için önemli altlıklar sağlamaktadır. Habitat uygunluk indeksi yaban hayvanlarına sağlanan habitatının kalitesini ve potansiyel mekânsal dağılımını anlamak için de yararlı bir araçtır. Habitat seçimi ve habitat kalitesi kavramlarında habitata ait çevresel koşulların tür bireylerinin ve popülasyonlarının devamlılığını sağlamaya yönelik uyum yeteneği olarak değerlendirilmesi şeklinde temel yaklaşımlar bulunmaktadır. Habitat kalitesinin, tek bir yaban hayvan türüne göre kavramsallaştırılması çoklu türe göre en kolay olanıdır. CBS habitat uygunluk analizi modellerinde ihtiyaç duyulan coğrafi referanslı ekolojik verilerin üretilmesi, modellerin çalıştırılması ve analiz sonuçlarının sunulması için merkezi bir araç olarak kullanılmaktadır. CBS'nin habitat uygunluğu çalışmalarında kullanılmasının avantajları, habitat faktörlerini farklı ölçeklerde dikkate alma, çeşitli türler için habitat uygunluk değerlendirmelerini birleştirme ve farklı türleri farklı şekillerde ağırlıklandırma ve ampirik modeller ile uzman bilgisini entegre etme olanaklarıyla bağlantılıdır. Bu çalışmada habitat uygunluğunun CBS tabanlı çok kriterli yöntemlerle değerlendirilmesinde öne çıkan gereksinimler ve kullanılan bazı yöntemlerin tanıtılması amaçlanmıştır. Son olarak CBS ile entegre edilmiş çok kriterli karar verme yöntemlerin özellikle çoklu türlerin habitat uygunluğunun değerlendirilmesinde nasıl kullanılabileceği üzerine temel yaklaşımlarda bulunulmuştur.

ABSTRACT

Habitat suitability studies in wildlife management provide important bases for the conservation, development and use of species and their habitats. The habitat suitability index is a useful tool for understanding the quality and potential spatial distribution of habitat provided to wild animals. There are basic approaches to the concepts of habitat selection and habitat quality, such as evaluating the environmental conditions of the habitat as adaptability to ensure the continuity of species individuals and populations. Habitat quality is easiest to conceptualize in terms of a single wildlife species rather than multiple species. GIS is used as a central tool to produce geo-referenced ecological data needed in habitat suitability analysis models, running the models, and presenting the analysis results. The advantages of using GIS in habitat suitability studies are linked to the possibilities of considering habitat factors at different scales, combining habitat suitability assessments for various species and weighting different species in different ways, and integrating expert knowledge with empirical models. In this study, it is aimed to introduce the prominent requirements and some methods used in the evaluation of habitat suitability with GIS-based multi-criteria methods. Finally, basic approaches have been made on how multi-criteria decision-making methods integrated with GIS can be used, especially in evaluating the habitat suitability of multiple species.

Yazıların tüm teknik ve hukuki sorumluluğu yazarlarına aittir. İleri sürülen fikir ve iddialar Doğa ve Sürdürülebilirlik Derneğinin görüşünü yansıtmayabilir.

Güngöroğlu C., Gürsoy O. (2024). "Habitat uygunluğunun CBS tabanlı çok kriterli yöntemlerle değerlendirilmesi". Doğa ve Sürdürülebilirlik Derneği, Doğanın Sesi, 7(13):26-36



DOĞANIN SESİ



Karabük, Büyükdüz Ormanları, 2022, Oğulcan GÜRSOY

GİRİŞ

Habitat kaybı ve bozulması yaban hayatı için en büyük tehdittir (**Şekil 1**). Yaban hayatı popülasyonları 1970' den 2014'e kadar ortalama %60 azalmıştır (WWF). Bir taraftan insanların yarattığı habitat dönüşümleri, bozulmaları ve kayıpları diğer yandan iklim değişikliği etkilerinin yarattığı kısıtlamaların artmasına bağlı olarak yaban hayatında türler ve popülasyonlar üzerinde oldukça endişelenmemiz gerekmektedir. Bu bakımdan yaban hayatı yönetimi için yüksek kaliteli yabanıl yaşam alanlarının insan taleplerinden korunmasına dayalı çabalar temel olarak çok önemli yer tutmaktadır.

Habitat uygunluk değerlendirmesi yaban hayatı koruma yönetimi (Paudel vd., 2015) ve habitat restorasyonu (Theuerkauf ve Lipcius, 2016) ve yeniden yerleştirme (Bilgin vd., 2014; Questad vd., 2014) çalışmalarının da temelini oluşturur.

Habitat uygunluğunun tahmin edilmesinde habitat odaklı bir yaklaşım yaygın olup, Habitat Uygunluk İndeksi mevcut habitat koşullarının optimum habitat koşullarına bölünmesiyle hesaplanır. Bunun sonucunda 0 ile 1 arasında bir değer elde edilir (Muhammed vd., 2021). Habitat uygunluk indeksi yaban hayatı habitatının kalitesini ve potansiyel mekânsal dağılımını anlamak içinde yararlı bir araçtır (Williamson vd., 2021). Habitat seçimi ve habitat kalitesi birlikte türlerin habitat uygunluğunun belirlenmesi çalışmalarına temel kavramsal yaklaşımlar ve ölçülebilir kriterler sağlama bakımından önemli altlıklar sağlamaktadır. Yaban hayvanlarının habitat seçimi, hayvan hareketi, besin transferi, trofik dinamikleri ve popülasyon dağılımı dahil olmak üzere çok çeşitli ekolojik süreçleri şekillendiren temel bir hayvan davranışıdır (Northrup vd., 2022).



DOĞANIN SESİ



Şekil 1. Ormansızlaşma: Yaşam alanlarının yok edilmesi (CREAX AGENCY).

Habitat seçimi ve habitat kalitesi birlikte türlerin habitat uygunluğunun belirlenmesi çalışmalarına temel kavramsal yaklaşımlar ve ölçülebilir kriterler sağlama bakımından önemli altlıklar sağlamaktadır. Yaban hayvanlarının habitat seçimi, hayvan hareketi, besin transferi, trofik dinamikleri ve popülasyon dağılımı dahil olmak üzere çok çeşitli ekolojik süreçleri şekillendiren temel bir hayvan davranışıdır (Northrup vd., 2022). Habitat seçimi çalışması, bireysel hayvanların çevreleriyle nasıl etkileşime girerek popülasyon düzeyinde dağılım ve bolluk modelleri ürettiğini anlamak için kritik öneme sahiptir (Boyce ve McDonald, 1999; Matthiopoulos vd., 2015). Habitat seçimi aynı zamanda trofik yapılanma (Ford vd., 2014), mekânsal ilişki ve dağılım desenleri (Shafer vd., 2012) ve çevresel ani değişimlere bağlı ekolojik tuzakların oluşumu (Hale ve Swearer, 2016) dahil olmak üzere bir dizi önemli ekolojik ve evrimsel süreci de yönlendirir. Aynı zamanda türler ve habitatları arasındaki ilişkinin anlaşılması, iklim ve arazi kullanımı değişikliğinin etkilerinin değerlendirilmesi ve tahmin edilmesi (Sohl, 2014), hastalık dinamiklerinin modellenmesi (Tardy vd., 2014), korunan alanların tasarımı bilgilendirme (Guisan vd., 2013) de dahil olmak üzere uygulamalı ekolojideki bir dizi problemin çözümüne yönelik temel altlık oluşturur. Habitat seçimi ile habitat kalitesi arasında sıkı bir ilişki bulunmaktadır. Habitat kavramı yaban hayatı uzmanlarınca uzun yıllar tartışılmış ve kavramla ilgili temel bilgileri içeren standart bir tanım olarak “belirli bir organizmanın hayatta kalma ve üreme de dahil olmak üzere bir alanı mesken tutmasını sağlayan, bir alanda mevcut olan kaynaklar ve koşullar” olarak tanımlanmıştır (Hall vd., 1997). Bu tanımda bir habitat ve onun kalitesi, çevrenin bireylerin ve popülasyonların devamlılığı için uygun koşulları sağlama yeteneği olarak değerlendirilmektedir. Bu tanım, ancak hem bireysel hem de popülasyon düzeyindeki perspektiflerle ilişkili olduğu dikkate alındığında çoğu şeyi maskeleymektedir. Bireysel bir hayvanın bakış açısından ona hayatta kalma ve üreme şansını en üst düzeye çıkaran yüksek kaliteli kaynaklara erişim sağlayan bir habitat birçok durumda daha iyidir. Ancak popülasyon açısından büyük bir kalıcı popülasyonu destekleyen bir habitat daha iyi olabilmektedir (Johnson, 2005). Birey ve popülasyon düzeyinde ihtiyaç duyulan kaynakların nitelik ve niceliklerindeki bu değişimlerin yaban hayatı araştırmacıları ve yöneticilerinin habitat kalitesi kavramı üzerindeki farklı bakış açılarının daha iyi ayırt edilmesi gerekliliğinin altı çizilmektedir (Hobbs ve Hanley, 1990).



DOĞANIN SESİ

Yaban hayatı habitatı ekolojisinde zamansal ve mekânsal ölçeklerin dikkate alınması habitat kalitesi ölçümlerine kadar uzanan öneminden dolayı önemlidir. Belirli bir tür için bir habitatın kalitesi hızla değişebilir ve kaynakların ne zaman sınırlı olduğunu, zengin ve fakir habitatların sonuçlarının bireyin uyumunu en çok ne zaman etkilediğini anlamakta dikkatli olunmalıdır. Mekânsal olarak, bir hayvanın arazi kullanımını çarpıcı biçimde değişebilir; bazı alanlar (kendi yaşam alanı mesafesi içinde bile) neredeyse göz ardı edilirken diğerleri en yoğun kullanıma maruz kalır (Manley vd., 2002). Bu nedenle, habitat kalitesinin detaylı desenlerini tam olarak ortaya çıkarmak için habitat seçiminin detayları mümkün olduğunca göz önüne seren ince ölçekleri anlaşılmalıdır. Dahası, bazı hayvanların birden fazla habitatı, yaşam öyküsü gereksinimlerinin tümünü karşılamalarını sağlayacak şekilde yan yana getirilmedikçe, yeterli uyum elde edemeyebilir; bu da habitat kalitesinin mekânsal ölçeklerini dikkate almanın önemini daha da vurgulamaktadır (Pulliam, 2000). Habitat kalitesi, tek bir yaban hayvan türüne göre kavramsallaştırılması çoklu türe göre en kolay olanıdır. Genel kabule göre yaşam boyu üreme başarısını en üst düzeye çıkaran habitatlara sahip olan bireysel organizmalar, o habitatlarda en fazla nesli üretecektir. Yaban hayatı yönetiminin koruma, geliştirme ve avlak gibi kullanım amacına göre habitat kalitesi çalışmalarında tür sayısına özellikle dikkat edilmelidir.

Habitat kalitesinin nasıl ölçüleceğini kavramsallaştırmaya yönelik 2 temel yaklaşım vardır. Habitat kalitesi doğrudan habitatların özelliklerini ölçerek değerlendirebilir veya habitat kalitesindeki farklılıkları ortaya çıkarmak için farklı habitatlardaki hayvanlara ve popülasyonlara ilişkin değişkenler ölçülebilir. Habitatları doğrudan ölçerken beslenme ve yuva alanları gibi kritik kaynaklarla ilgilenilmesi gerekir; ancak habitat, bir hayvanı çevreleyen bitki örtüsü ve kaynaklardan çok daha fazlasıdır (Johnson, 2005). Aslında yaşam alanı yalnızca hayatta kalmak ve üremek için gerekli kaynaklarla değil, av-avcı ilişkisine bağlı riskler, rekabetin yoğunluğu ve/veya kaynaklara fiziksel erişilebilirlik gibi kaynakların kullanımını sınırlayabilen ekolojik kısıtlamalar da aynı derecede önemlidir., aynı zamanda kullanımını kısıtlayan koşullarla da tanımlanır (Morrison vd., 1998).

Bu çalışmada habitat uygunluğunun habitat kalitesi ve habitat seçimine dayanan temel kavramsal yaklaşımları üzerinde durulmuş, sonrasında CBS tabanlı çok kriterli yöntemlerle değerlendirilmesinde öne çıkan gereksinimler ve buna yönelik bazı yöntemlerin tanıtılması amaçlanmıştır. Sonrasında CBS ile entegre edilmiş çok kriterli karar verme yöntemlerin özellikle çoklu türlerin habitat uygunluğunun değerlendirilmesinde nasıl kullanılabileceği üzerine temel yaklaşımlarda bulunulmuştur.

CBS TABANLI HABİTAT UYGUNLUK ANALİZLERİ

Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) habitat uygunluk analizi modellerinde ihtiyaç duyulan coğrafi referanslı ekolojik verilerin üretilmesi (Güngöroğlu, 2011), modellerin çalıştırılması (Paudel vd., 2015) ve analiz sonuçlarının sunulması (Bellamy vd., 2013) için merkezi bir platform olarak kullanılmaktadır. CBS'nin kullanılmasının avantajları, habitat faktörlerini farklı ölçeklerde dikkate alma, çeşitli türler için habitat uygunluk değerlendirmelerini birleştirme ve farklı türleri farklı şekillerde ağırlıklandırma ve ampirik modeller ile uzman bilgisini entegre etme olanaklarıyla bağlantılıdır (Store ve Jokimaki, 2003). Bitki örtüsünün yapısı ve yaşam formu yaban hayatı besin kaynaklarının ve örtüsünün oluşmasında en önemli faktörlerdir. Yaban hayatı habitatlarının türlere uygunluğunun tanımlanmasında çeşitli ağaç, çalı ve otsu bitki örtüsü türleri arasındaki özelliklerin ve ilişkilerin analiz edilmesinde CBS mekânsal bilgi sağlamada büyük bir kolaylık sağlar (Bragin vd., 2017). CBS habitat uygunluk analizlerine altlık çevresel ve türlerin izlenmesine dayalı uzaktan algılama verileri ve jeomekansal veri sağlayıcılar (GPS, uydu verici takip cihazlar vb.) entegre edilmesine katkı sağlar (Broekman vd., 2021; Su vd., 2021).



DOĞANIN SESİ

CBS aynı zamanda habitat uygunluk analizlerine uzman görüşüne dayalı çok kriterli bir analizin entegre edilmesini sağlar (Store ve Jokimaki, 2003). Örneğin Reza ve diğerleri (2013) tarafından Malayan Yarımadası'ndaki büyük memelilere ilişkin bir habitat uygunluk endeksinin haritalanması ve geliştirilmesi için bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın arka planında bir organizmanın habitatının uygunluğunu toplu olarak belirleyen ekolojik faktörlere dayalı bir habitat uygunluk indeksinin koruma planlaması için önemli olduğu bildirilmiştir. Bu nedenle, Malezya Yarımadası'ndaki Selangor Eyaletindeki *Panthera tigris jacksoni* (Malaya kaplanı), *Tapirus indicus* (Malaya tapiri), *Helarctos malayanus malayanus* (Malaya güneş ayısı) ve *Rusa unicolor cambojensis* (Sambar geyiği) gibi dört şemsiye türe odaklanarak ön habitat haritaları geliştirilmiş ve büyük memeliler için habitat uygunluk derecesi ölçülmüştür.

Temel araştırmalardan elde edilen bilgilerin yetersiz olması nedeniyle türün karşılaştığı streslere ilişkin bilgi kaynağı olarak uzman görüşlerinden yararlanılmıştır. Her tür için bir indeks ve habitat uygunluğu haritaları geliştirilmiş; bunlar daha sonra birleşik bir indeks (0 ila 27 arasında değişen)'le bölgenin büyük memeliler için habitat uygunluğunun mekânsal olarak gösteren haritaları elde edilmiştir. Bu çalışmada büyük memeli habitat uygunluk indeksi değeri 9'un altında bulunmuştur. Bu değer üstünde ve altında alanlar habitat uygunluğu çok uygun, daha az uygun, neredeyse uygun değil, uygun değil şeklinde sınıflandırılmıştır. İncelenen dört büyük memeli türü için habitat uygunluk haritaları, bölgesel sürdürülebilir yönetim ve koruma planlamasının tasarlanması ve ayrıca çalışma bölgesindeki mevcut korunan alan sisteminin değerlendirilmesi için gerekli bilgileri sağlaması hedeflenmiştir.

CBS'nin kendi sahip olduğu algoritmalarıyla habitat uygunluk indeks değerleri [0-1] oluşturulabilmektedir (Williamson vd., 2021). Bunun yanında CBS tabanına uygun olarak çalışan MaxEnt programında uygulanan maksimum entropi yöntemi, canlı organizmaların mekânsal dağılımının modellenmesinde en yaygın kullanılan algoritmalarından biri olarak son yıllarda oldukça yoğun rağbet görmektedir (Evcin vd., 2019; Oruç vd., 2017; Ertuğrul vd., 2017). MaxEnt, belgelenmiş yokluk konumlarını dikkate almaksızın, türün yalnızca var olduğu oluşum noktalarına dayalı olarak bir türün coğrafi alandaki varlığını tahmin eden bir makine öğrenme algoritmasıdır (Phillips ve Dudik, 2008). MaxEnt yazılımının çalışma prensiplerinin açıklaması algoritmanın yazarlarının (Phillips vd., 2006, 2017) ve program kılavuzlarında (Phillips vd., 2019) çalışmalarında verilmiştir. Bu çalışmalarda Evcin ve diğerleri (2019) tarafından Ilgaz Dağı ve Sinop Bozburun Yaban Hayatı Geliştirme Sahaları (YHGS)'nda yapılan "Batı Karadeniz Bölgesi'nde yer alan iki Yaban Hayatı Geliştirme Sahası (YHGS)'nda Avrupa karacası (*Capreolus capreolus*) için maksimum entropi yaklaşımıyla habitat uygunluk modeli"nin belirlenmesine yönelik bir çalışma gerçekleştirilmiştir.

Bu çalışmada MaxEnt modeli için üç kategoride on çevresel değişken kullanılmıştır. Sayısal yükseklik modeli, bakı, eğim, kabartma harita, topografik konum indeksi, yüzey pürüzlülüğü ve güneşlenme radyasyonu gibi topografik değişkenler kullanılmıştır. Arazi örtüsü olarak su yoğunluğu ve yol yoğunluğu dahil edilmiştir. Bitki örtüsü değişkeni için CORINE Arazi Örtüsü haritası kullanılmıştır. Tüm çevresel değişkenler, 30m mekânsal çözünürlüğe sahip raster veri kümeleri olarak oluşturulmuştur. Bu çalışmada tespit edilen karaca alanlarının çevresel değişkenlerine ait özellikleri MaxEnt modellemesiyle kullanılmıştır.



DOĞANIN SESİ

MaxEnt ile karacanın tespit edildiği sahaların çevresel değişkenleri kullanılarak karacanın genel saha içerisindeki potansiyel dağılım alanları maksimum entropi dağılımı yaklaşımıyla belirlenmiştir. Modellemede ROC bir olasılık eğrisinin altında kalan alan olan AUC ayrılabilirliğin derecesini veya ölçüsüne göre türün İlgaç YHGS çalışma alanındaki yüksek rakımlarda (1800–2000 m) iyi bir yaşam alanına sahip olduğu, 0-200 m mesafede su yoğunluğu ve 500-700 m mesafede yol ağ yoğunluğu olarak aşağıdaki değişkenler bulunmuştur.

CORINE bitki sınıflarında yer alan çalılıklar ve iğne yapraklı ağaçlar ait önemli bir değişken olarak bulunmuştur. Bozburun YHGS'da ise türün yüksek rakımlarda (60-80 m) iyi bir yaşam alanına sahip olduğunu göstermiştir. Yükseltiyi, iğne yapraklı ağaç ve çalı sınıflarını içeren CORINE Arazi Örtüsü ve 100–200 m mesafedeki su yoğunluğu takip etmiştir. Her iki YHGS'de benzer değişkenlerin türün sahadaki dağılımında önemli rol oynadığı tespit edilmiştir. Son olarak türün her iki YHGS'da habitat uygunluk değerleri [0-1] aralığında haritalanmıştır. MaxEnt algoritmasına dayalı tür dağılım modellemesinde karşılaşılan kısıtlamalara literatürde rastlanmaktadır (Yackulic vd., 2013; Lissovsky ve Dudov, 2021). Bu kısıtlamalar: Veri kaynaklarının rasterize edilmiş tüm saha için göz önünde bulundurulması, hedef türleri ve örnekleme yönteminin seçimi, potansiyel ön hipotezlerin göz önünde bulundurulması, modellenmiş ilişkileri eleştirel bir şekilde inceleme, sonuçların eleştirel bir şekilde değerlendirmesi için okuyuculara gerekli bilgileri sağlama olarak ortaya çıkmaktadır.

Kural Seti Üretimi için Genetik Algoritma (GARP), türlerin dağılımını kısıtlamak için kurallar dizisi geliştiren bir genetik algoritmaya dayanan yaygın ve esnek bir CBS tabanlı tür dağılım modelleme aracı kullanılmaktadır (U.S. EPA 2008; Su vd., 2021). GARP, tür dağılımını sınırlamak için kurallar dizisi geliştiren bir genetik algoritmaya dayanan yaygın ve esnek bir tür dağılım modelleme aracı olarak kullanılmaktadır. Test etme, birleştirme ve reddetme yoluyla yinelenen bir kural seçimi sürecini takiben rastgele bir dizi matematiksel kural oluşturur (Su vd., 2021). GARP, türlerin oluşumu veya varlığı verilerine ve sözde yokluk verileri olarak adlandırılan türlerin sentetik yokluğu verilerine dayanır. Sözde yokluk verilerinin kullanılması GARP modellemenin içsel ve kabul edilen bir parçasıdır. Sentetik (sahte) yokluk verilerini geliştirmek için araştırmacıların, hedef türün işgal ettiği alanı çevreleyen, türün kolayca yayılabileceği bir bölgeyi tanımlaması gerekir (U.S. EPA, 2008).

Yaban hayatı türleri, kullanılan teknik ne olursa olsun, nadiren mükemmel bir doğrulukla tespit edilir. Türün saptanma olasılığı (tespit edilebilirlik) %100 olmadığı sürece, tespit edilememesi mutlaka bir türün mevcut olmadığı anlamına gelmez. Bu, temel bir soruna yol açmaktadır: Doluluğun ölçümü (bir dizi alandaki varlık/yokluk) türün tespit edilebilirliğiyle karıştırılmaktadır. Daha spesifik olarak, türün bölgede mevcut olması ancak tespit edilmemesi veya türün gerçekten mevcut olmaması durumunda gözlemlenen bir "yokluk" meydana gelir. Tespit edilebilirlik, çalışma alanları arasında değişiklik gösterebilir ve hava koşulları gibi belirli bir günde yapılan araştırmanın özellikleriyle ilgili olabilir. Tespit edilebilirlikteki bu farklılık nedeniyle, tespit edilen/tespit edilmeyen verileri sanki gerçekten var olan/yok olan veriler gibi basitçe analiz etmek yetersizdir. Bir türün tespit edildiği alanların oranı, tespitin kusurlu olduğu durumlarda çalışma alanındaki gerçek doluluk seviyesini her zaman eksik tahmin edecektir (Bailey ve Adams, 2005).

Bu nedenle, alan özelliklerinin doluluk üzerindeki etkilerine ilişkin çıkarımların güvenilir bir şekilde yapılması zor veya imkânsız olacaktır. Doluluk modellemesi (occupancy modelling) bir alandaki birden fazla noktada türlerin durumunu (örneğin, türlerin varlığı/yokluğu veya dağılımı) ve bunun zaman içinde nasıl değiştiğini değerlendirmek için kullanılabilecek genel bir teknikler dizisi sunmaktadır (MacKenzie ve Royle, 2005).

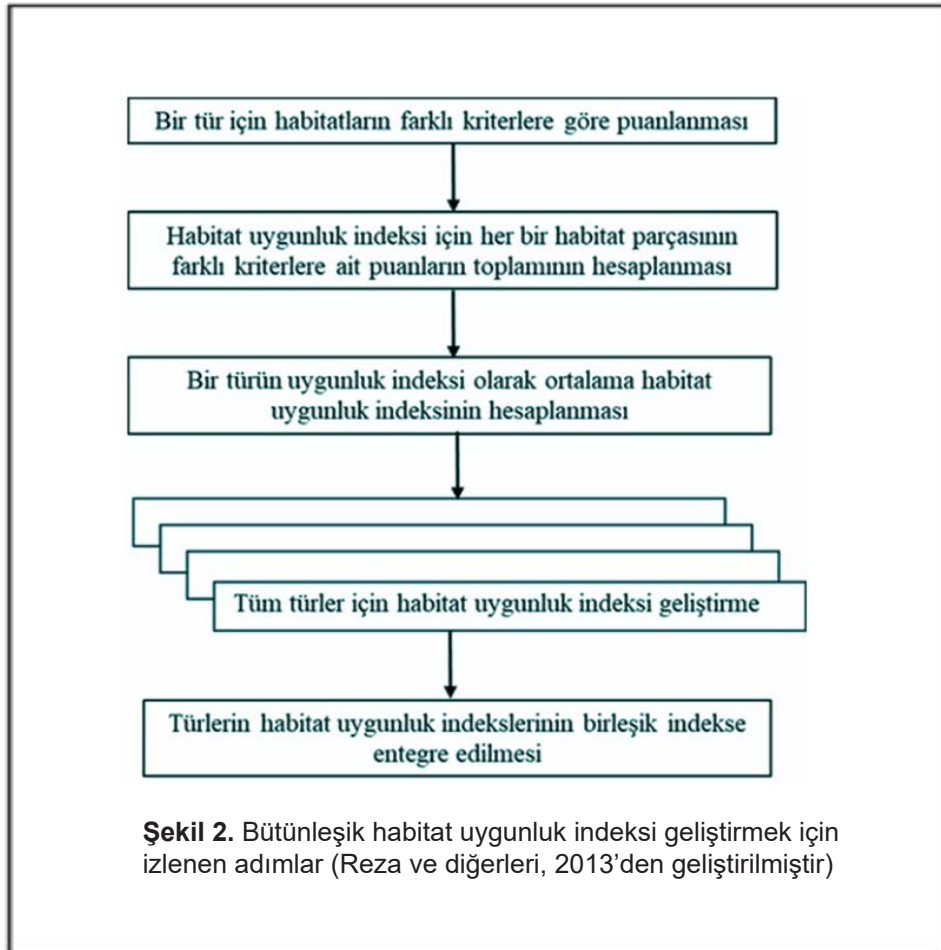


DOĞANIN SESİ

Doluluk modelleri sıklıkla kusurlu tespitle uğraştıkları için kullanılır. Kusurlu tespit, incelenen birimlerin gerçek doluluk durumunun her zaman gözlemlenmeyeceği anlamına gelir ve bu nedenle doluluk durumundaki gerçek değişiklikler hakkında belirsizlik yaratır (MacKenzie vd., 2006). Bunu, bir alanı işgal eden bir türün tespit edilme olasılığını modelleyerek yaparlar; genellikle alanlar arasında tespit edilebilirlikteki çeşitliliği açıklamak için çevresel ortak değişkenleri içerirler (MacKenzie vd., 2002). Bu nedenle doluluk modelleri, doluluk olasılığı için bir dizi ortak değişken ve tespit olasılığı için ikinci bir dizi içerir; Buradaki zorluk, modele dahil edilecek uygun ortak değişken setlerinin seçilmesidir. Bu zorluk model seçimi sorunu olarak belirtilmektedir (MacKenzie ve Royle, 2005).

ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİNİN YABAN HAYATINDA KULLANIMI

Tek tür yerine çoklu türlerin habitat gereksinimleri hakkında coğrafi referanslı ekolojik bilgi üretmenin mümkün olacağı bir yöntem geliştirmek için genellikle çok kriterli karar verme yöntemleri kullanılmaktadır. Bunun temelinde de bütünleşik habitat uygunluk indeksi yaklaşımı, habitat uygunluk modellerinin oluşturulması, modellerde ihtiyaç duyulan verilerin üretilmesi, hedef alanların habitat faktörlerine göre değerlendirilmesi ve çeşitli uygunluk indekslerinin birleştirilmesi adımları yer almaktadır (Store ve Jokimaki, 2003; Reza vd., 2013).





DOĞANIN SESİ

Bu yöntemde, CBS ortamında uzmanlığa dayalı ampirik değerlendirme modelleri ve modellerin bir arada kullanılması öne çıkmaktadır. CBS, modellerde ihtiyaç duyulan verilerin üretilmesi, modellerin çalıştırılması ve analiz sonuçlarının sunulması için bir platform olarak kullanılmıştır (Store ve Kangas, 2001). Ayrıca, çok kriterli değerlendirme yöntemleri, uzmanlık bilgisinin modellenmesi ve farklı türlerin habitat ihtiyaçlarının ilişkilendirilmesi (standartlaştırılması, ağırlıklandırılması ve birleştirilmesi) için teknik araçlar sağlamaktadır. Yöntemin ana avantajları, habitat faktörlerini farklı ölçeklerde dikkate alma, çeşitli türler için habitat uygunluk değerlendirmelerini birleştirme ve farklı türleri farklı şekillerde ağırlıklandırma ve ampirik modeller ile uzman bilgisini entegre etme olanaklarıyla bağlantılı bulunmuştur. Bu yöntemin esasında kriter standardizasyonu, ağırlıklandırma ve birleştirme, çok kriterli değerlendirme yöntemleri aracılığıyla gerçekleştirilmektedir (Store ve Jokimaki, 2003).

SONUÇ ve ÖNERİLER

Habitat uygunluk modelleri, korunması gereken türler için alan yönetimlerine bilgi sağlayabilmektedir. Modeller, ilgili türleri destekleme olasılığı en yüksek olan alanları belirlemek için kullanılan, bilinen tür konumları ile yaşam alanlarının çevresel özellikleri arasındaki ilişkileri ölçer. Doğal kaynak yöneticileri daha sonra yüksek uygunluktaki alanlardaki olumsuz insan etkilerini sınırlayabilir veya uygunluk için marjinal sayılabilecek alanlarda da habitat iyileştirmeleri yapabilir (Latif vd., 2008). CBS temelli habitat uygunluğu çalışmalarında önemli olan tür veya türlerin çevresel yaşam özelliklerine bağlı yayılışında temel habitat gereksinimlerinin tespit edilmesi (Pulliam, 2000), bunların sayısal olarak ölçülmesini ve kategorilendirilmesini sağlayacak metotların belirlenmesi (Muhammed ve diğerleri, 2021), CBS'nin hangi veri analizleri ve bunlara ait uygulama araçlarıyla nasıl entegre edileceğine (ESRI) dair tecrübeye sahip olunması önemli görülmektedir. Çok kriterli değerlendirme yöntemleri, türlerin habitat ihtiyaçlarının ilişkilendirilmesinde uzmanlık bilgisine dayalı doğrusal olmayan yaklaşımların CBS ile bütünleştirilmesini sağlayan teknik araçlar (standartlaştırma, ağırlıklandırma ve birleştirme) sağlamaktadır (Zabihi vd., 2017). Bu çalışma sonucunda çok kriterli yöntemlerin diğer önemli bir avantajı ise çeşitli türler için habitat uygunluk değerlendirmelerini birleştirme ve farklı türleri değişen mekânsal ve zamansal ölçeklerde entegre etme olanaklarıyla bağlantılı bulunmuştur. Bu özellikle yaban hayatı yönetiminin farklı türlerin yaşam alanlarının korunması, geliştirilmesi ve yeniden oluşturulmasına dair çalışma alanlarına karar vermede önemli altlıklar sunmaktadır.



DOĞANIN SESİ

KAYNAKLAR

- Bailey, L., Adams, M. 2005. "Occupancy Models to Study Wildlife". U.S. Geological Survey, Fact Sheet 2005-3096.
- Bellamy, C., Scott, C., Altringham, J. (2013). "Multiscale, presence-only habitat suitability models: fine-resolution maps for eight bat species". *Journal of Applied Ecology*, 50 (4):892 -901.
- Bilgin, C.C., (proje yürütücüsü). (2014). "Dünyadaki Tek Otokton Alageyik (Dama dama) Populasyonunun Yeni Uygun Alanlara Aşılmasının Yayılış Modellemesi, Alan Değerlendirmesi ve Populasyon Yaşayabilirlik Analizi Yöntemleriyle Tasarımı ve İlk Aşılamanın Telemetri ile İzlenmesi", Proje Sonuç Raporu, TÜBİTAK Proje No: 110 O 563.
- Bragin, N., Amgalanbaatar, S., Wingard, G., Reading, R.P. (2017). "Creating a model of habitat suitability using vegetation and ruggedness for *Ovis ammon* and *Capra sibirica* (Artiodactyla: Bovidae) in Mongolia". *Journal of Asia-Pacific Biodiversity*, 10:390-395.
- Broekman, M. J., Hilbers, J. P., Huijbregts, M. A., Mueller, T., Tucker, M. A. (2022). "Evaluating expert-based habitat suitability information of terrestrial mammals with GPS-tracking data". *Global Ecology and Biogeography*, 31:1526-1541.
- Boyce, M. S., McDonald, L.L. (1999). "Relating populations to habitats using resource selection functions". *Trends in Ecology & Evolution*, 14:268-272.
- CREAX AGENCY. "Deforestation: Destruction of habitat. Perspective of humanity's impact on climate change". Generative IA By CREAX AGENCY. <https://stock.adobe.com> (20.06.2024)
- Ertuğrul, E.T., Mert, A., Oğurlu, İ., (2017)." Mapping habitat suitabilities of some wildlife species in Burdur Lake District". *Turkish Journal of Forestry*, 18(2):149-154.
- ESRI. "ArcGIS Spatial Analyst-Suitability Modelling". By Johnston,K.M., Grahah, E. https://proceedings.esri.com/library/userconf/proc15/tech-workshops/tw_381-28.pdf (05.07.2024)
- Evcin, Ö., Küçük, Ö., Aktürk, 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.
- Ford, A. T., Goheen, J. R., Otieno, T. O., Bidner, L., Isbell, L. A., Palmer, T. M., Ward, D., Woodroffe, R., Pringle, R. M. (2014). "Large carnivores make savanna tree communities less thorny". *Science*, 346: 346-349.
- Guisan, A., Tingley, R., Baumgartner, J.B.,... Buckley, Y.M. (2013). "Predicting species distributions for conservation decisions". *Ecology Letters*, 16:1424-1435.
- Güngöroğlu, C. (2011). "Ekoloji tabanlı envanter, planlama ve yönetim uygulamalarında CBS'nin kullanılması". TMMOB Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi, 31.10-4.11.2011.Antalya
- Hale, R., Swearer, S.E. (2016). "Ecological traps: current evidence and future directions". *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*. 283: 20152647.



DOĞANIN SESİ

- Hall, L.S., Krausman, P. R., Morrison, M. L. (1997). "The Habitat concept and a plea for standard terminology". *Wildlife Society Bulletin*, 25:171-182.
- Hobbs, N. T., Hanley, T.A.(1990). "Habitat evaluation: do use/availability data reflect carrying capacity?" *Journal of Wildlife Management*, 54:515-522.
- Johnson, M. D. (2005). "Habitat Quality: A Brief Review For Wildlife Biologists". *Transactions of the Western Section of The Wildlife Society*, 41:31-40.
- Latif, Q.S., Saab, V.A., Haas, J.R., Dudley, J.G. (2018). FIRE-BIRD: A GIS-based toolset for applying habitat suitability models to inform land management planning. Gen. Tech. Rep. RMRS-GTR-391. Fort Collins, CO: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station. 74 S.
- Lisovsky, A.A., Dudov, S.V. (2021). "Species-Distribution Modeling: Advantages and Limitations of Its Application. 2. MaxEnt". *Biology Bulletin Reviews*, 11 (3):135-146.
- MacKenzie, D. I., Nichols, J.D., Lachman, G. B., Droege, S., Royle, J.A., Langtimm, C. A. (2002). "Estimating Site Occupancy Rates when Detection Probabilities Are Less than One." *Ecology*, 83: 2248–55.
- Mackenzie, D.I., Royle, J.A. (2005). "Designing occupancy studies: general advice and allocating survey effort". *Journal of Applied Ecology*, 42:1105–1114.
- MacKenzie, D.I., Nichols, J.D., Royle, J.A., Pollock, K.H., Bailey, L.L., Hines, J.E. (2006). "Occupancy Estimation and Modeling. Inferring patterns and dynamics of species occurrence". Academic Press, USA,
- Manley, B. F. J., McDonald, L. L., Thomas, D.L., McDonald, T.L., Erickson, W.P. (2002). "Resource selection by animals". Second edition. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Netherlands.
- Matthiopoulos, J., Fieberg, J., Aarts, G., Beyer, H. L., Morales, J. M., Haydon,, D.T. (2015). "Establishing the link between habitat selection and animal population Dynamics". *Ecological Monographs*, 85, 413-436.
- Morrison, M.L., Marcot, B. G., Mannan, R. W. (1998). "Wildlife-habitat relationships: concepts and applications". Second edition. The University of Wisconsin Press, Madison, USA.
- Muhammed, K., Anandhi, A., Chen, G. (2021). "Comparing Methods for Estimating Habitat Suitability". *Land*, 11, 1754.
- Northrup, J.M., Wal, E.V., Bonar, M., Fieberg, J., Michel P., Laforge, M.P., Leclerc, M., Prokopenko, C.M., Gerber, B.D. (2022). "Conceptual and methodological advances in habitat-selection modeling: guidelines for ecology and evolution". *Ecological Applications*, 32(1), e02470.
- Oruç, M.S., Mert, A., Özdemir, İ. (2017). "Eskişehir Çatacık Yöresinde, Çevresel Değişkenler Kullanılarak Kızılgeyik İçin (*Cervus elaphus* L.) Habitat Uygunluğunun Modellenmesi". *Bilge International Journal of Science and Technology Research*, 1 (2):135-142.
- Questad, E.J., Kellner, J.R., Kinney, K., Cordell, S., ... Tucker, B. (2014). "Mapping habitat suitability for at-risk plant species and its implications for restoration and reintroduction". *Ecological Applications*, 24(2):385-395.



DOĞANIN SESİ

Paudel, K.P., Hais, M., Kindlmann, P. (2015). "Habitat suitability models of mountain ungulates: identifying potential areas for conservation". *Zoological Studies*, 54, 37.

Phillips, S.J., Dudík, M. (2008). "Modeling of species distributions with Maxent: new extensions and a comprehensive evaluation", *Ecography*, 31 (2):161-175.

Phillips, S.J., Anderson, R.P., Schapire, R.E. (2006). "Maximum entropy modeling of species geographic distributions". *Ecological Modelling*, 190 (3-4):231–259.

Phillips, S.J., Anderson, R.P., Dudík, M., Schapire, R.E., Blair, M.E. (2017). "Opening the black box: an opensource release of Maxent", *Ecography*, 40 (7):887–893.

Phillips, S.J., Dudík, M., Schapire, R.E., (2019). "Maxent software for modeling species niches and distributions", Version 3.4.1, 2019. http://biodiversityinformatics.amnh.org/open_source/maxent.

Pulliam, H. R. (2000). "On the relationship between niche and distribution". *Ecology Letters*, 3: 349-361.

Shafer, A., Northrup, J. M., White, K. S., Boyce, M. S., Cote, S. D., Coltman, D. W. (2012). "Habitat selection predicts genetic relatedness in an alpine ungulate". *Ecology*, 93:1317-1329.

Sohl, T. L. (2014). "The relative impacts of climate and land-use change on conterminous United States bird species from 2001 to 2075". *PLoS One*, 9, e112251.

Store, R., Kangas, J. (2001). "Integrating spatial multi-criteria evaluation and expert knowledge for GIS-based habitat suitability modelling". *Landscape and Urban Planning*, 55:79-93.

Store, R., Jokimaki, J. (2003). "A GIS-based multi-scale approach to habitat suitability modeling". *Ecological Modelling*, 169:1-15.

Su, H., Bist, M., Li, M. (2021). "Mapping habitat suitability for Asiatic black bear and red panda in Makalu Barun National Park of Nepal from Maxent and GARP models". *Scientific Reports*, 11, 14135.

Tardy, O., Masse, A., Pelletier, F., Mainguy, J., Fortin, D. (2014). "Density-dependent functional responses in habitat selection by two hosts of the raccoon rabies virus variant". *Ecosphere*, 5, art132

Theuerkauf, S.J., Lipcius, R.N. (2016). "Quantitative Validation of a Habitat Suitability Index for Oyster Restoration". *Frontiers in Marine Science*, 3:64.

U.S. EPA (2008) Predicting future introductions of nonindigenous species to the Great Lakes. National Center for Environmental Assessment, Washington, DC; EPA/600/R-08/066F.

WWF. [Wildlife](https://explore.panda.org/wildlife) <https://explore.panda.org/wildlife> (16.06.2024)

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*, 4:236-243.

Zabihi, K., Paige, G.B., Hild, A.L., Miller, S.N., Wuenschel, A., Holloran, M.J. 2017. "A fuzzy logic approach to analyse the suitability of nesting habitat for greater sage-grouse in western Wyoming". *Journal of Spatial Science*, 62 (2): 215–234.