Turkish Journal of Forest Science
Available online at dergipark.gov.tr/turkjforsci

Peyzaj geçirgenliği ve tür gözlemlerinin bütünleşik kullanımıyla ekolojik koridorların belirlenmesi: Tavas, Denizli

Ali ÜNVER[1]*, Fatma SARUN[2]

[1]Coğrafya Anabilim Dalı, Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Bilecik
[2]Biyoloji Anabilim Dalı, Pamukkale Üniversitesi, Denizli

*Sorumlu yazar: aliunver3216@gmail.com

Ali ÜNVER: https://orcid.org/0009-0002-5765-9132
Fatma SARUN: https://orcid.org/0009-0008-3516-2620

ESER BİLGİSİ / ARTICLE INFO
Araştırma Makalesi / Research Article
Geliş 28 Ocak 2026 / Received 28 January 2026
Düzeltmelerin gelişi 27 Mart 2026 / Received in revised form 27 March 2026
Kabul 27 Mart 2026 / Accepted 27 March 2026
Yayımlanma 13Ağustos 2026 / Published online 13 August 2026

ÖZET: Bu çalışmanın amacı, uzaktan algılama verileri ile açık erişimli tür gözlem kayıtlarının bütünleşik biçimde değerlendirilmesi yoluyla Denizli ili Tavas ilçesi için potansiyel ekolojik koridorların belirlenmesidir. Bu kapsamda, Sentinel-2 uydu görüntülerinden türetilen normalize edilmiş fark bitki örtüsü indeksi (NDVI) ile Dynamic World v1 (2025 epoch) arazi örtüsü veri seti kullanılarak habitat uygunluğu modellenmiştir. Habitat uygunluk yüzeyi, vejetasyon yoğunluğu ve arazi örtüsü bileşenlerinin ağırlıklı birleşimiyle oluşturulmuş; elde edilen yüzey tersine çevrilerek tür hareketini temsil eden bir maliyet yüzeyi tanımlanmıştır. Potansiyel ekolojik koridorlar en düşük maliyetli yol (least-cost path,LCP) analizi aracılığıyla ortaya konulmuştur. Modelleme sürecine, GBIF ve iNaturalist platformlarından elde edilen ve mekânsal doğrulamadan geçirilen tür gözlem kayıtları dâhil edilmiştir. Ayrıca farklı ağırlık kombinasyonları kullanılarak duyarlılık analizleri gerçekleştirilmiş ve model çıktılarının parametre değişimlerine verdiği tepkiler değerlendirilmiştir. Arazi örtüsü ve habitat uygunluğu analizleri, çalışma alanının belirgin bir peyzaj heterojenliğine sahip olduğunu göstermiştir. Tür gözlem kayıtlarının özellikle ormanlık ve yarı doğal alanlarda yoğunlaştığı belirlenmiştir. LCP analizleri sonucunda, ilçenin kuzey ve güney kesimleri arasında uzanan ve büyük ölçüde ağaçlık alanlar boyunca süreklilik gösteren baskın bir potansiyel ekolojik koridor tanımlanmıştır. Duyarlılık analizleri, orta düzey eşik değerlerinde koridor güzergâhlarının mekânsal tutarlılığının büyük ölçüde korunduğunu ortaya koymuştur. Elde edilen bulgular, uzaktan algılama temelli habitat göstergelerinin açık erişimli tür gözlem verileriyle birlikte kullanılmasının, ekolojik koridorların işlevsel bağlantılılığını daha gerçekçi ve bütüncül biçimde temsil edebildiğini göstermektedir.

Anahtar kelimeler: Habitat uygunluğu, peyzaj bağlantılılığı, en düşük maliyetli yol analizi, Dynamic World, açık erişimli tür gözlem verileri

Identification of ecological corridors through the integrated use of landscape connectivity and species observations: Tavas, Denizli

ABSTRACT: The aim of this study is to identify potential ecological corridors in the Tavas district of Denizli Province through the integrated use of remote sensing data and open-access species occurrence records. For this purpose, habitat suitability was modelled using the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) derived from Sentinel-2 satellite imagery and the Dynamic World v1 land-cover dataset (2025 epoch). The habitat suitability surface was generated by weighted integration of vegetation density and land-cover components, and the resulting surface was inverted to yield a cost surface representing species movement. Potential ecological corridors were delineated using least-cost path (LCP) analysis. Species occurrence records obtained from GBIF and iNaturalist were incorporated into the modelling process following spatial validation. In addition, sensitivity analyses were conducted with different weighting combinations to evaluate the model's response to parameter variation. Land-cover and habitat suitability analyses revealed pronounced landscape heterogeneity across the study area. Species occurrence records were predominantly concentrated within forested and semi-natural environments. The LCP results identified a dominant potential ecological corridor extending between the northern and southern parts of the district, largely following wooded landscapes. Sensitivity analysis indicated that corridor configurations remained spatially consistent under moderate threshold values. The findings demonstrate that combining remote-sensing-based habitat indicators with open-access species observation data provides a more realistic, integrative representation of functional landscape connectivity, thereby supporting ecological corridor planning at the local scale.

Keywords: Habitat suitability, landscape connectivity, least-cost path analysis, Dynamic World, open-access species occurrence data

GİRİŞ

Habitat kaybı ve peyzaj parçalanması, biyolojik çeşitliliğin sürekliliğini tehdit eden en temel çevresel sorunlar arasında yer almaktadır. Özellikle tarımsal alanların genişlemesi, ulaşım altyapısının yoğunlaşması ve yerleşim alanlarının yayılması gibi antropojenik etkiler, habitatlar arasındaki mekânsal bütünlüğü azaltmakta ve türlerin hareketliliğini, yayılımını ve genetik çeşitliliğini ciddi biçimde kısıtlamaktadır (Fahrig, 2003; Çolakkadıoğlu, 2019). Bu süreçler yalnızca ekosistem işleyişini değil, aynı zamanda uzun vadeli tür koruma ve arazi planlama stratejilerini de doğrudan etkilemektedir (Taylor et al., 1993). Peyzaj ekolojisi bağlamında yalnızca habitat bileşenlerinin mekânsal dağılımı değil, bu bileşenler arasındaki fonksiyonel bağlantılılık da giderek daha fazla önem kazanmaktadır (Hilty et al., 2020). Mekânsal desen ile arazi kullanımı arasındaki etkileşimi inceleyen çalışmalar, peyzaj metriklerinin habitat sürekliliği ve tür hareketliliği üzerindeki belirleyici rolüne işaret etmektedir (Doygun, 2017). Ekolojik koridorlar, parçalanmış habitatlar arasında süreklilik sağlayarak türlerin daha düşük ekolojik maliyetlerle hareket edebilmesine olanak tanıyan mekânsal zonlar olarak tanımlanmakta ve bu yönüyle koruma biyolojisinin temel araçlarından biri hâline gelmektedir (Adriaensen et al., 2003). Bununla birlikte, mevcut koridor planlama yaklaşımlarının önemli bir bölümü yalnızca yapısal peyzaj metriklerine dayalı analizlerle sınırlı kalmakta; türlerin bu alanları fiilen kullanıp kullanmadığına ilişkin biyolojik kanıtlar çoğu zaman yeterince dikkate alınmamaktadır (Valerio, 2022; Sánchez-Mercado et al., 2010).

Son yıllarda uzaktan algılama teknolojilerinde yaşanan gelişmeler, habitat uygunluğunun mekânsal ölçekte daha yüksek doğrulukla modellenmesine olanak sağlamıştır. Sentinel-2 gibi çok bantlı uydu sistemleri, normalize edilmiş fark bitki örtüsü indeksi (NDVI) aracılığıyla vejetatif üretkenliğin ve bitki örtüsü sürekliliğinin değerlendirilmesinde yaygın biçimde kullanılmaktadır (Pettorelli et al., 2011). Buna ek olarak Dynamic World v1 gibi güncel arazi örtüsü veri setleri, habitat tiplerinin dağılımını ayrıntılı biçimde sınıflandırarak ekolojik modellemeler için güncel ve yüksek çözünürlüklü temel veriler sunmaktadır (Cisneros-Araujo et al., 2021). Bu tür veriler habitatların yapısal uygunluğunu belirlemede etkili olmakla birlikte, türlerin bu habitatlara yönelik gerçek mekânsal tercihlerini doğrudan yansıtmakta sınırlı kalabilmektedir. Bu noktada açık erişimli biyolojik gözlem veritabanları—özellikle GBIF ve iNaturalist—ekolojik modelleme sürecine tamamlayıcı bir boyut kazandırmaktadır (Meyer et al., 2016). Gönüllü ve uzman katkılı gözlemler yoluyla üretilen bu veriler, türlerin peyzaj içerisindeki fiilî dağılımlarını ortaya koyarak habitat kullanımı ile gözlemlenen tür tercihleri arasında doğrudan ilişki kurulmasına olanak tanımaktadır. Açık erişimli tür gözlem verilerinin uzaktan algılama tabanlı habitat göstergeleri ile entegre biçimde kullanılması, ekolojik koridorların yalnızca teorik olarak değil, aynı zamanda biyolojik açıdan da anlamlı alanlar üzerinden tanımlanmasını mümkün kılmaktadır (Beier et al., 2008).

Ekolojik koridor modellemelerinde yaygın biçimde kullanılan yöntemlerden biri olan en düşük maliyetli yol (Least-Cost Path,LCP) analizi, türlerin peyzaj içerisinde minimum dirençle hareket edebileceği potansiyel güzergâhları belirlemek amacıyla kullanılmaktadır (Adriaensen et al., 2003). Bu analizlerde başarının temel belirleyicisi, maliyet yüzeyinin ekolojik gerçekliği ne ölçüde temsil edebildiğidir. Bu nedenle habitat uygunluğu, arazi örtüsü sınıfları, vejetasyon yoğunluğu ve antropojenik baskı gibi değişkenlerin uygun ağırlıklarla modellenmesi gerekmektedir. Parametre seçimlerinin model çıktıları üzerindeki etkisinin değerlendirilmemesi, belirsizlikleri artırabilmektedir (Valerio, 2022; Beier et al., 2008).

Türkiye'de ekolojik koridorlara yönelik çalışmalar son yıllarda artış göstermiş olsa da, bu çalışmaların önemli bir bölümü ya yalnızca uzaktan algılama verilerine dayalı yapısal analizlerle sınırlı kalmakta ya da biyolojik gözlem verilerinin sistematik entegrasyonunu içermemektedir. Özellikle yerel ölçekli uygulamalarda habitat uygunluğu, arazi örtüsü dağılımı ve tür gözlemlerini aynı çerçevede bütünleştiren çalışmaların sayısı oldukça sınırlıdır. Bu durum, karar vericilerin kullanabileceği uygulanabilir ve bilimsel temelli mekânsal çıktılar üretme sürecini zorlaştırmaktadır (Foley et al., 2005).

Bu çalışmada Denizli ili Tavas ilçesi örneğinde, uzaktan algılama verileri ile açık erişimli tür gözlem kayıtlarının bütünleşik kullanımı yoluyla potansiyel ekolojik koridorların belirlenmesi amaçlanmıştır. Sentinel-2 uydu görüntülerinden türetilen NDVI değerleri ve Dynamic World v1 (2025 epoch) arazi örtüsü sınıfları kullanılarak habitat uygunluğu modellenmiş; bu yüzeyler GBIF ve iNaturalist Veri tabanlarından elde edilen tür gözlemleri ile birlikte değerlendirilerek maliyet yüzeyleri oluşturulmuştur. Ardından LCP analizleri aracılığıyla en düşük maliyetli geçiş güzergâhları tanımlanmış ve farklı senaryolar altında duyarlılık analizleri gerçekleştirilmiştir. Ayrıca model çıktılarının mekânsal gerçeklikle uyumunu değerlendirmek amacıyla seçilmiş potansiyel koridor kesitlerinde saha gözlemleri yapılarak uzaktan algılama tabanlı sonuçların yerinde doğrulanması hedeflenmiştir.

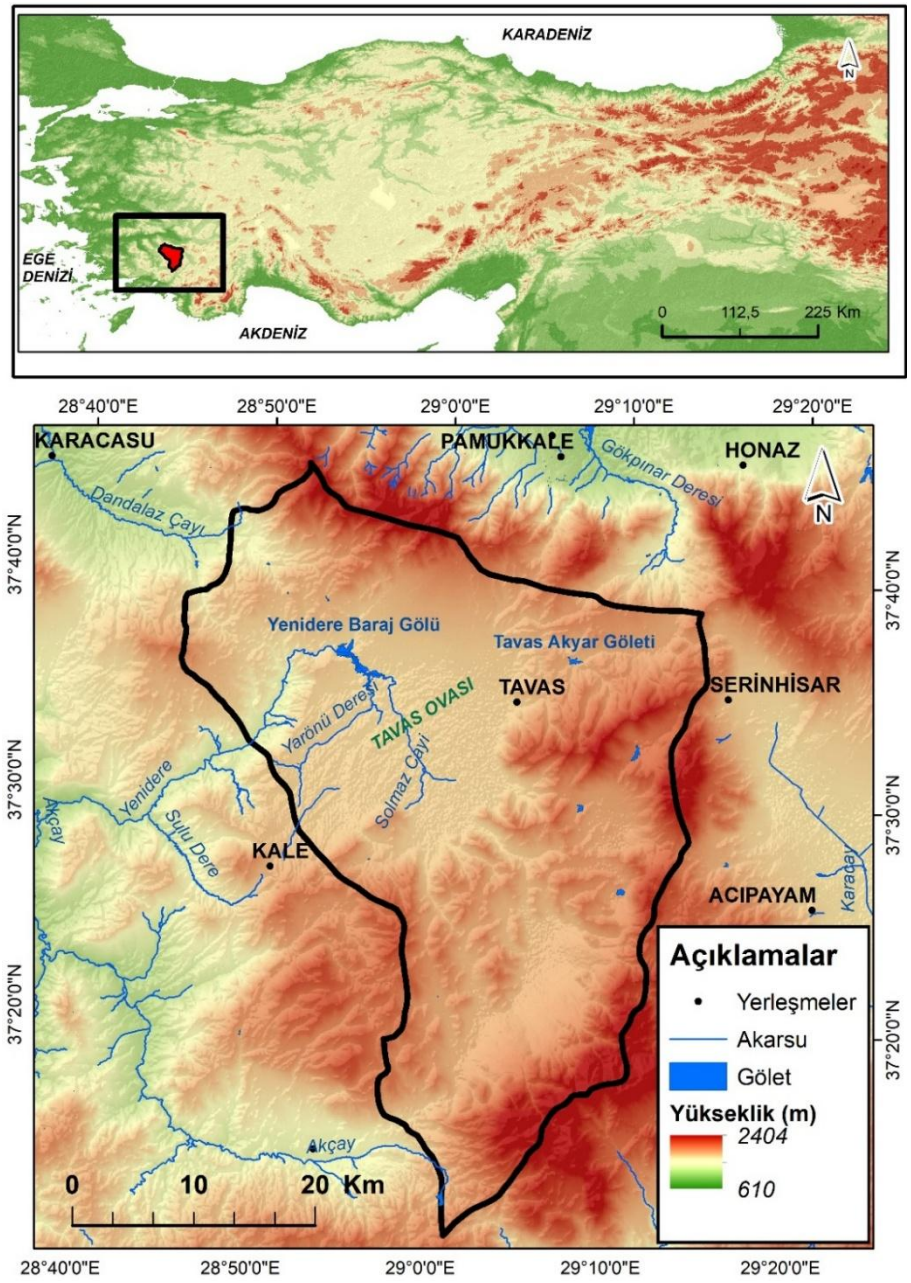
Bu çalışmanın temel hipotezi, uzaktan algılama tabanlı habitat uygunluk göstergelerinin açık erişimli tür gözlem verileri ile birlikte değerlendirilmesinin, yalnızca yapısal peyzaj

metriklerine dayalı yaklaşımlara kıyasla ekolojik koridorların mekânsal gerçekliğini ve işlevsel bağlantılılığını daha doğru biçimde temsil edeceğidir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışma Alanı

Bu çalışma, Türkiye'nin güneybatısında yer alan Denizli ili sınırları içerisindeki Tavas ilçesinde gerçekleştirilmiştir (Şekil 1). Tavas ilçesi, Batı Anadolu'nun iç kesimlerinde, Ege ve Akdeniz biyocoğrafik bölgeleri arasında bir geçiş zonunda konumlanmakta olup, karmaşık topoğrafik yapı, farklı arazi örtüsü tipleri ve insan etkisinin mekânsal olarak değişken dağılımı ile karakterizedir.



Şekil 1. Çalışma Alanının Coğrafi Konumu ve İdari Sınırları

Çalışma alanı yaklaşık olarak 37°20′–37°45′ kuzey enlemleri ile 28°40′–29°20′ doğu boylamları arasında yer almakta olup, yaklaşık 143 220 ha büyüklüğündedir. Bölge, Akdeniz ve karasal iklim tipleri arasında geçiş özelliği göstermekte; yükselti ve topoğrafik farklılıklara bağlı olarak belirgin bir mikroklimatik çeşitlilik sergilemektedir. İlçe genelinde dağlık alanlar, plato yüzeyleri, vadi tabanları ve tarım ovaları bir arada bulunmakta olup, bu topoğrafik yapı habitat sürekliliği, peyzaj geçirgenliği ve tür hareketleri üzerinde belirleyici rol oynamaktadır. Özellikle Tavas Ovası çevresinde yoğunlaşan tarımsal faaliyetler, yerleşim alanları ve ulaşım altyapıları, doğal habitatlar arasındaki mekânsal bağlantılılığı sınırlayan başlıca antropojen baskı unsurlarıdır.

Biyocoğrafik geçiş özelliği nedeniyle yüksek tür çeşitliliği ve belirgin peyzaj heterojenliği gösteren çalışma alanı, bu özellikleriyle peyzaj bağlantılılığı ve ekolojik koridor analizleri açısından uygun bir örnek alan niteliği taşımaktadır (Çolak & Rotherham, 2006; Şekercioğlu et al., 2011). Alan, kuzeyde Denizli kent merkezi ve Honaz Dağı çevresi, batıda Aydın il sınırı, doğuda Serinhisar ve Acıpayam havzası, güneyde ise Kale ve Beyağaç ilçeleri ile çevrelenmektedir. Kısa mesafelerde görülen yükselti değişimleri, farklı habitat tiplerinin mozaik bir dağılım sergilemesine neden olmakta ve türlerin hareket örüntülerini doğrudan etkilemektedir (Turner et al., 2001).

Arazi örtüsü dağılımı, çalışma alanındaki ekolojik süreçleri belirleyen temel bileşenlerden biridir. Dynamic World v1 arazi örtüsü veri setine göre, Tavas ilçesi sınırları içerisinde ağaçlık alanlar, çalılık–maki alanları ve tarım alanları baskın sınıfları oluşturmaktadır (Tablo 1; Şekil 2). Burada kullanılan ağaçlık alanlar ifadesi, klasik anlamda yalnızca orman alanlarını değil, arazi örtüsü sınıflamasında ağaç örtüsünün baskın olduğu alanları kapsamaktadır. Yerleşim alanları ve çıplak toprak yüzeyleri daha sınırlı alan kaplarken, sulak vejetasyon alanlar ile su yüzeyleri oldukça dar bir mekânsal yayılıma sahiptir. Kar ve buz kaplı alanlar sınıfı ise yalnızca yüksek rakımlı ve çok sınırlı alanlarda gözlenmektedir.

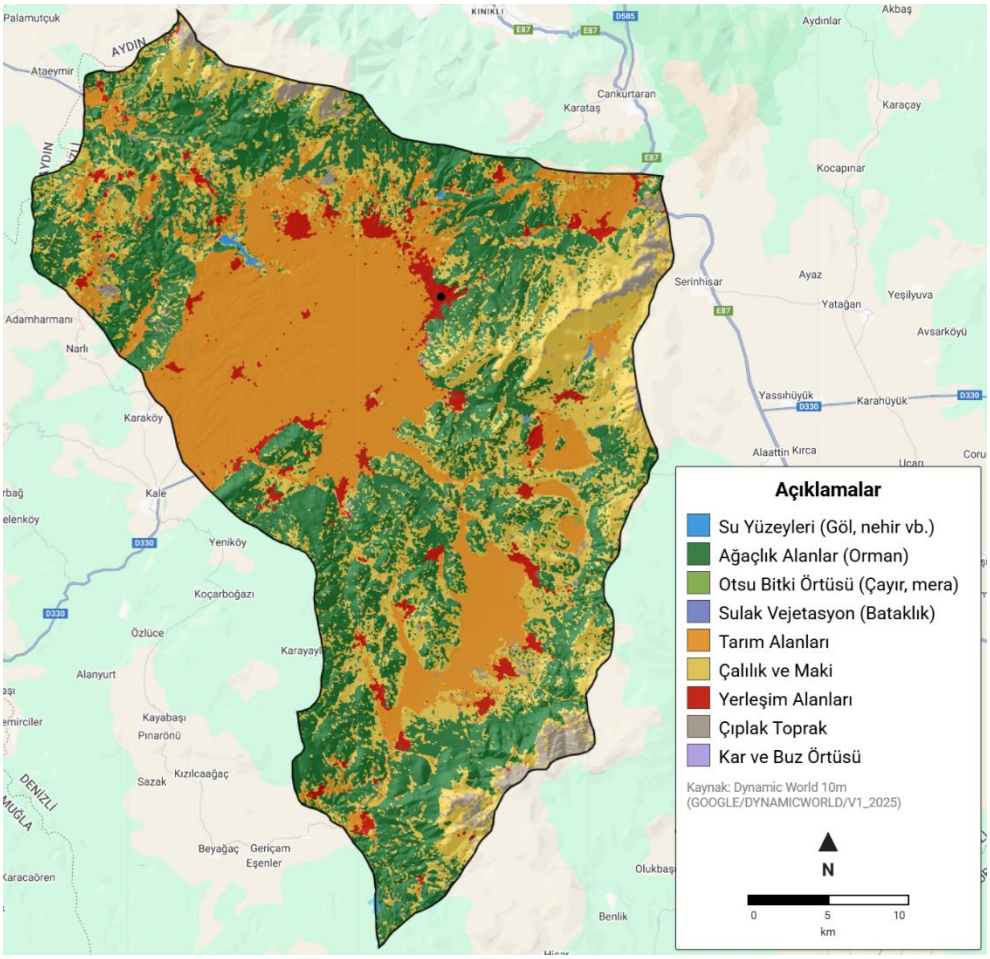
Tablo 1. Tavas İlçesinde Arazi Örtüsü Sınıflarının Alan ve Oranları

Arazi Sınıfı	Alan (ha)	Oran (%)
Ağaçlık alanlar*	52,817.51	36.88
Çalılık ve makilikler	41,031.22	28.65
Tarım alanları	40,265.05	28.11
Yerleşim alanları	5,239.25	3.66
Çıplak toprak yüzeyleri	3,487.77	2.44
Su yüzeyleri	265.94	0.19
Otsu bitki örtüsü alanlar	113.60	0.08
Sulak vejetasyon alanlar	0.00	0.00
Kar ve buz kaplı alanlar	0.00	0.00
TOPLAM	**143,220.34**	**100.00**

* "Ağaçlık alanlar" ifadesi, arazi örtüsü sınıflamasında ağaç örtüsünün baskın olduğu ve orman niteliği gösteren alanları kapsamaktadır.

Arazi örtüsü sınıflarının mekânsal dağılımı, ekosistem süreçleri ve türlerin peyzaj içerisindeki hareket potansiyeli üzerinde doğrudan etkili olup, potansiyel ekolojik koridorların konumsal örüntüsüne ilişkin önemli ipuçları sunmaktadır (Adriaensen et al., 2003; Hilty et al., 2020).

Bu kapsamda Tavas ilçesi, topoğrafik çeşitliliği, arazi örtüsü bileşenlerinin birlikteliği ve insan baskısının alansal farklılıkları nedeniyle, uzaktan algılama ve tür gözlem verilerinin bütünleşik olarak değerlendirildiği ekolojik koridor analizleri için hem uygun hem de yüksek temsil gücüne sahip bir çalışma alanı niteliği taşımaktadır.



Şekil 2. Dynamic World V1 (2025 Epoch) Arazi Örtüsü Sınıflarının Mekânsal Dağılımı.

Yöntem

Bu çalışmada, potansiyel ekolojik koridorların belirlenmesine yönelik bütünleşik bir mekânsal analiz yaklaşımı uygulanmıştır. Yöntemsel çerçeve, uzaktan algılama verilerinden türetilen habitat uygunluk göstergeleri ile açık erişimli biyolojik tür gözlem verilerinin aynı modelleme süreci içerisinde birlikte değerlendirilmesine dayanmaktadır. Bu bütünleşik yaklaşım, ekolojik koridorların yalnızca peyzajın yapısal özelliklerini değil, türlerin fiilî alan kullanımlarına dayalı işlevsel bağlantılılık bileşenlerini de temsil edebilmesi açısından literatürde yaygın biçimde önerilmektedir (Taylor et al., 2006; Pettorelli et al., 2011; Hilty et al., 2020).

Tüm mekânsal analizler, çok zamanlı uydu verilerinin işlenmesine olanak tanıyan bulut tabanlı Google Earth Engine (GEE) platformu kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Analiz süreci beş ana aşamadan oluşmaktadır:

(i) uydu verilerinin temini ve ön işlenmesi,
(ii) habitat uygunluk yüzeyinin oluşturulması,
(iii) maliyet yüzeyinin türetilmesi,
(iv) en düşük maliyetli geçiş yolları kullanılarak potansiyel ekolojik koridorların belirlenmesi
(v) saha gözlemleri yoluyla model çıktılarının doğrulanması.

Bu aşamalar arasındaki veri akışı ve yöntemsel ilişkiler Şekil 3'te sunulmuştur.



Şekil 3. Ekolojik Koridor Belirleme Sürecine Ait Yöntemsel İş Akışı.

Uzaktan Algılama Verileri ve Habitat Göstergeleri

Habitat uygunluğu ve peyzaj geçirgenliğinin belirlenmesinde uzaktan algılama tabanlı göstergeler temel alınmıştır. Bitki örtüsünün yoğunluğunu ve vejetatif canlılığı temsil etmek amacıyla Sentinel-2 Level-2A yüzey yansıtım ürünlerinden normalize edilmiş bitki örtüsü indeksi (NDVI) türetilmiştir. Sentinel-2 verileri, 10 m mekânsal çözünürlüğü ve yüksek zamansal tekrar sıklığı nedeniyle habitat modelleme çalışmalarında yaygın olarak kullanılmaktadır.

NDVI, yakın kızılötesi (NIR) ve kırmızı (RED) bantlar kullanılarak aşağıdaki eşitlik ile hesaplanmıştır:

$$NDVI = \frac{(NIR - RED)}{(NIR + RED)} \quad (1)$$

Elde edilen NDVI değerleri, mekânsal karşılaştırılabilirliği sağlamak amacıyla 0–1 aralığına normalize edilmiştir. Tüm raster işlemleri GEE ortamında piksel bazlı olarak yürütülmüştür. Arazi örtüsü bilgisi, dokuz sınıf içeren Dynamic World v1 küresel arazi örtüsü veri setinden elde edilmiştir. Arazi örtüsü haritası, çalışma dönemini temsil edecek biçimde çok zamanlı gözlemlerin modal (en sık gözlenen sınıf) kompoziti kullanılarak üretilmiştir.

Arazi Örtüsü Uygunluk Katsayıları

Her bir arazi örtüsü sınıfına, literatürde tanımlanan habitat geçirgenliği ve tür hareketliliği yaklaşımları dikkate alınarak uygunluk katsayıları atanmıştır. Doğal ve yarı doğal alanlar yüksek uygunluk değerleri ile temsil edilirken, yoğun antropojenik kullanım alanları düşük uygunluk katsayıları ile tanımlanmıştır. Yeniden sınıflandırma işlemleri GEE ortamında piksel bazlı remapping yöntemiyle gerçekleştirilmiştir (Meyer et al., 2016; Hilty et al., 2020).

Habitat Uygunluk Yüzeyinin Oluşturulması

Habitat uygunluk yüzeyi, NDVI ve arazi örtüsü bileşenlerinin ağırlıklı doğrusal birleşimi kullanılarak hesaplanmıştır:

$$H_i = w_{\{NDVI\}} \cdot NDVI_i + w_{\{DW\}} \cdot DW_i \quad (2)$$

Bu çalışmada temel senaryoda $w_{\{NDVI\}} = 0.6,\backslash quad\, w_{\{DW\}} = 0.4$ olarak belirlenmiştir. Model çıktılarının ağırlık seçimine duyarlılığını değerlendirmek amacıyla NDVI ağırlığı 0.5–0.7 aralığında sistematik olarak değiştirilmiş ve her bir senaryo için habitat uygunluk yüzeyi yeniden hesaplanmıştır.

Maliyet Yüzeyi ve Ekolojik Koridorların Belirlenmesi

Habitat uygunluk yüzeyine dayalı olarak tür hareketini temsil eden maliyet yüzeyi aşağıdaki dönüşümle elde edilmiştir:

$$Ci = 1 - Hi \tag{3}$$

Bu dönüşümde düşük maliyet değerleri tür hareketi açısından daha geçirgen alanları, yüksek maliyet değerleri ise ekolojik direncin arttığı alanları temsil etmektedir. Elde edilen maliyet yüzeyi kullanılarak potansiyel ekolojik koridorlar en düşük maliyetli yol (least-cost path, LCP) analizi ile tanımlanmıştır (Beier et al., 2008). Kaynak ve hedef noktalar, yüksek habitat uygunluğu gösteren çekirdek alanlar arasından seçilmiştir.

Tür Gözlemleri ve Duyarlılık Analizi

Modelleme sürecinde GBIF ve iNaturalist platformlarından elde edilen açık erişimli tür gözlem verileri kullanılmıştır (Tablo 2). Tür kayıtları mekânsal doğrulamadan geçirilmiş ve çalışma alanı sınırları içerisinde filtrelenmiştir.

Tablo 2. Çalışmada Kullanılan Tür Gözlem Verilerinin Taksonomik Gruplara Göre Dağılımı (inaturalist ve GBIF).

Taksonomik Grup	iNaturalist	GBIF
Plantae (Bitkiler)	26	16
Aves (Kuşlar)	9	860
Insecta (Böcekler)	8	15
Fungi (Mantarlar)	5	5
Mammalia (Memeliler)	2	1
Reptilia (Sürüngenler; Testudines dâhil)	1	2
Arachnida (Örümceğimsiler / Örümcekler)	1	-
Amphibia (Amfibiler)	-	2
TOPLAM	**52**	**901**

Tür gözlemleri doğrudan hareket parametresi olarak kullanılmamış; habitat uygunluğu ve maliyet yüzeylerinin ekolojik gerçeklikle uyumunu değerlendirmek amacıyla destekleyici biyolojik katman olarak ele alınmıştır. Bu veriler, model çıktılarının parametrik değişimlere karşı davranışını incelemek amacıyla gerçekleştirilen duyarlılık analizlerinde referans olarak kullanılmıştır.

Saha Doğrulaması

Modelleme sürecinin son aşamasında, LCP analizi ile belirlenen potansiyel ekolojik koridorların arazi gerçekliği ile uyumunu değerlendirmek amacıyla saha gözlemleri gerçekleştirilmiştir. Farklı arazi örtüsü türlerini ve antropojen baskı düzeylerini temsil edecek biçimde seçilen kesitlerde habitat yapısı ve arazi kullanım özellikleri yerinde incelenmiş; gözlemsel veriler uzaktan algılama tabanlı model çıktılarıyla karşılaştırılarak yorumlanmıştır.

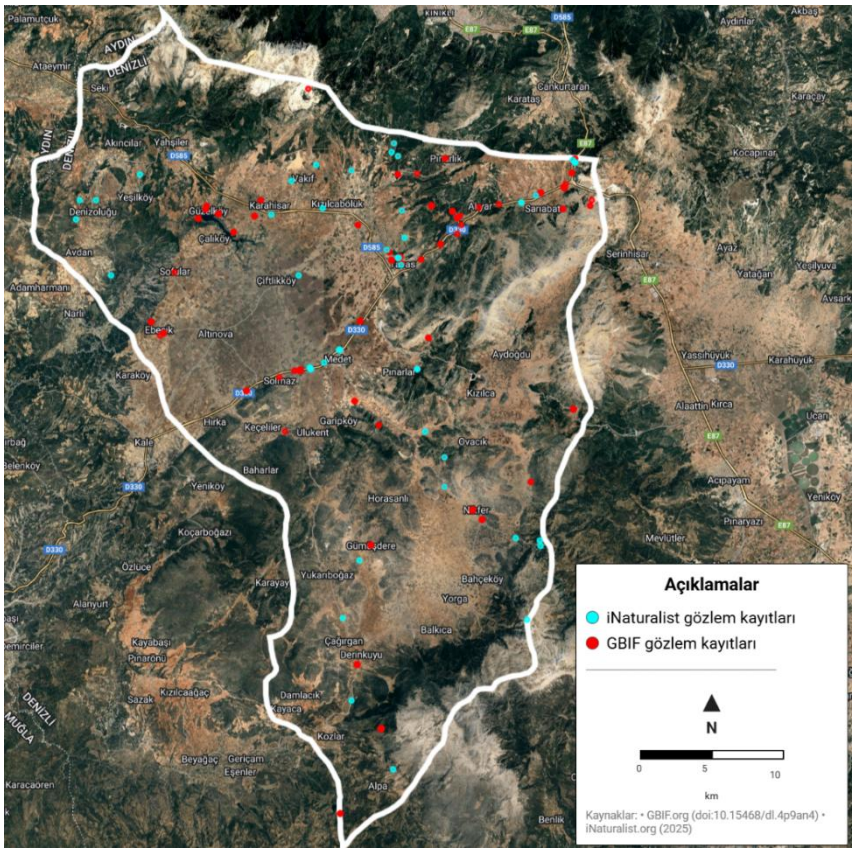
BULGULAR

Bu çalışmada, uzaktan algılama verileri ile açık erişimli biyolojik tür gözlemlerinin bütünleşik kullanımı yoluyla Tavas (Denizli) ilçesi için habitat uygunluğu, peyzaj geçirgenliği ve potansiyel ekolojik koridorlar mekânsal olarak modellenmiştir. Elde edilen bulgular, çalışma alanındaki arazi örtüsü yapısı, habitat uygunluğu örüntüleri, tür gözlemlerinin mekânsal dağılımı ve peyzaj bağlantılılığı bileşenleri arasındaki ilişkileri ortaya koymaktadır.

Dynamic World v1 veri setine dayalı arazi örtüsü dağılımı, çalışma alanının belirgin bir mekânsal heterojenlik sergilediğini göstermektedir (Şekil 2). Ormanlık ve çalılık alanların özellikle kuzey, doğu ve güney kesimlerde yoğunlaştığı; tarım alanlarının ise merkezi plato boyunca baskın bir dağılım gösterdiği belirlenmiştir. Yerleşim alanları daha sınırlı ve parçalı bir örüntü sunmakta olup, antropojen baskının belirli zonlarda yoğunlaştığı gözlenmektedir.

Tür Gözlemlerinin Mekânsal Dağılımı

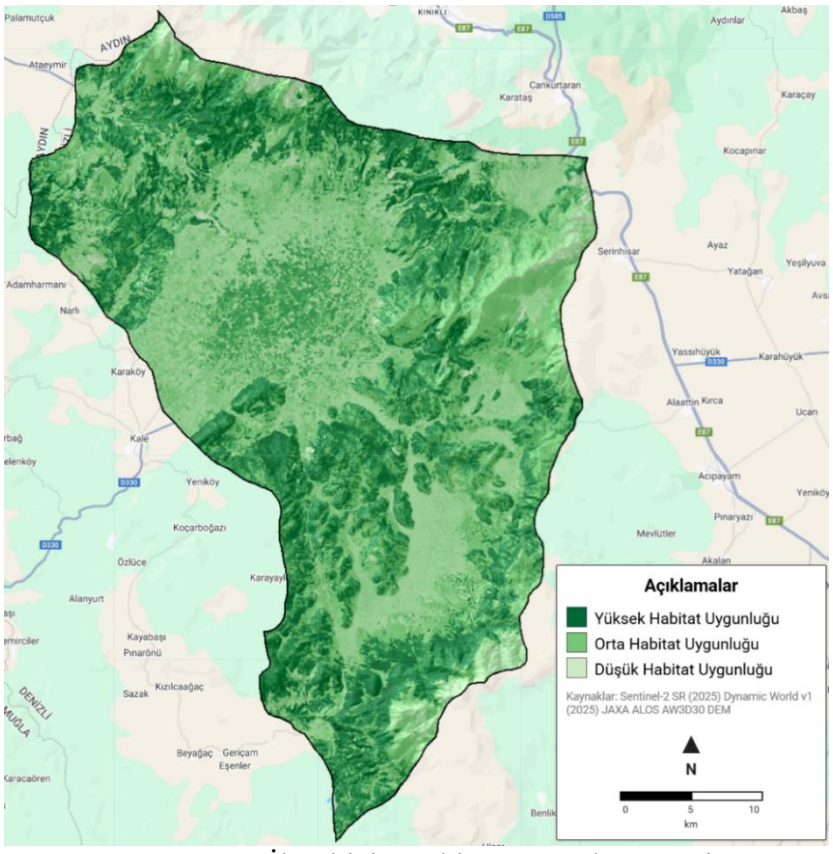
GBIF ve iNaturalist platformlarından elde edilen tür gözlem kayıtlarının mekânsal dağılımı, gözlemlerin büyük ölçüde ormanlık ve yarı doğal alanlarda yoğunlaştığını ortaya koymaktadır (Şekil 4). Buna karşılık tarım alanları ve yerleşim bölgelerinde tür gözlemlerinin seyrekleştiği belirlenmiştir. Tür gözlem verileri, izleyen analiz aşamalarında elde edilen habitat uygunluğu ve maliyet yüzeyi çıktılarının değerlendirilmesinde biyolojik referans katman olarak kullanılmıştır.



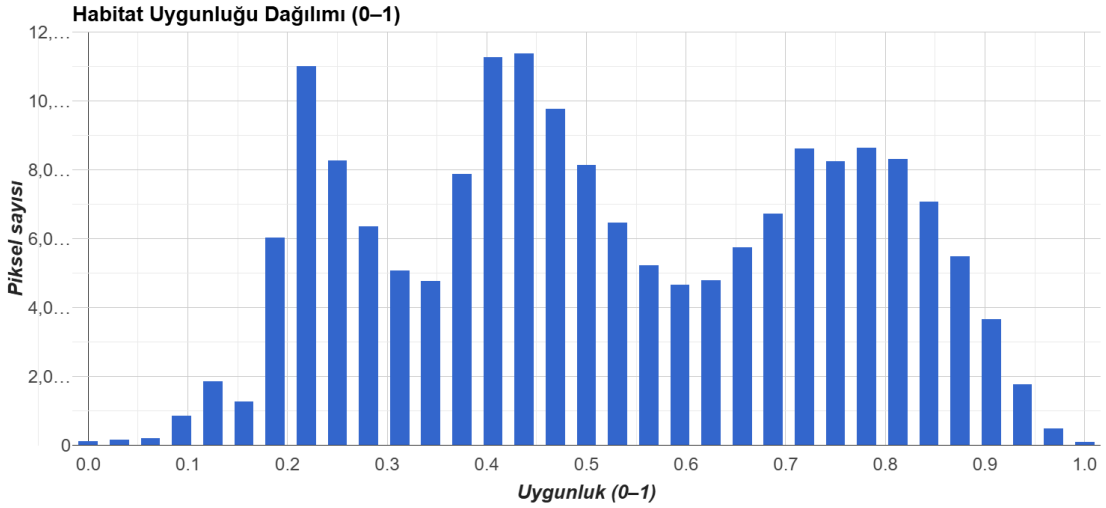
Şekil 4. GBIF ve inaturalist Tür Gözlem Kayıtlarının Mekânsal Dağılımı.

Habitat Uygunluğu Örüntüleri

NDVI ve arazi örtüsü bileşenlerinin ağırlıklı doğrusal birleşimiyle oluşturulan habitat uygunluk haritası, çalışma alanı genelinde 0–1 aralığında değişen değerler üretmiştir (Şekil 5). Habitat uygunluk değerlerinin frekans dağılımı, alanın önemli bir bölümünün orta ve yüksek uygunluk sınıflarında yoğunlaştığını göstermektedir (Şekil 6).

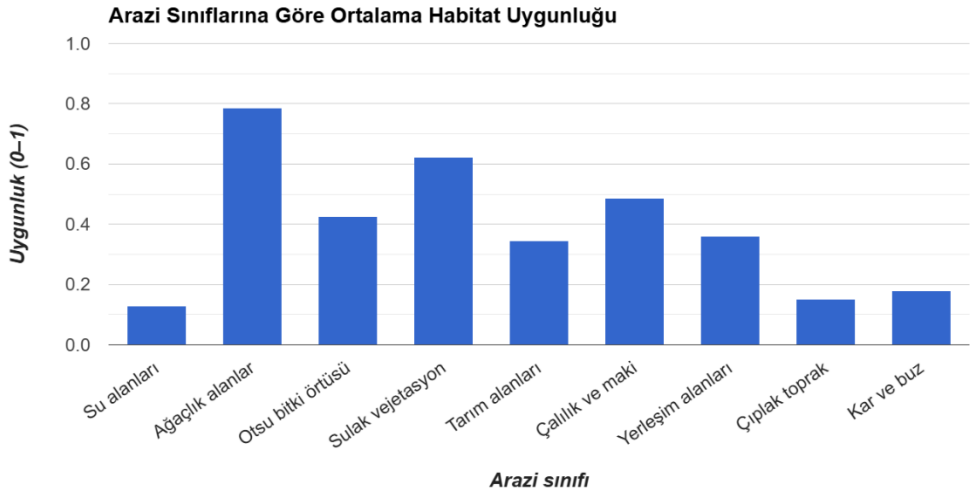


Şekil 5. Tavas İlçesi için Habitat Uygunluğu Haritası



Şekil 6. Habitat Uygunluk Değerlerinin (0–1) Frekans Dağılımı

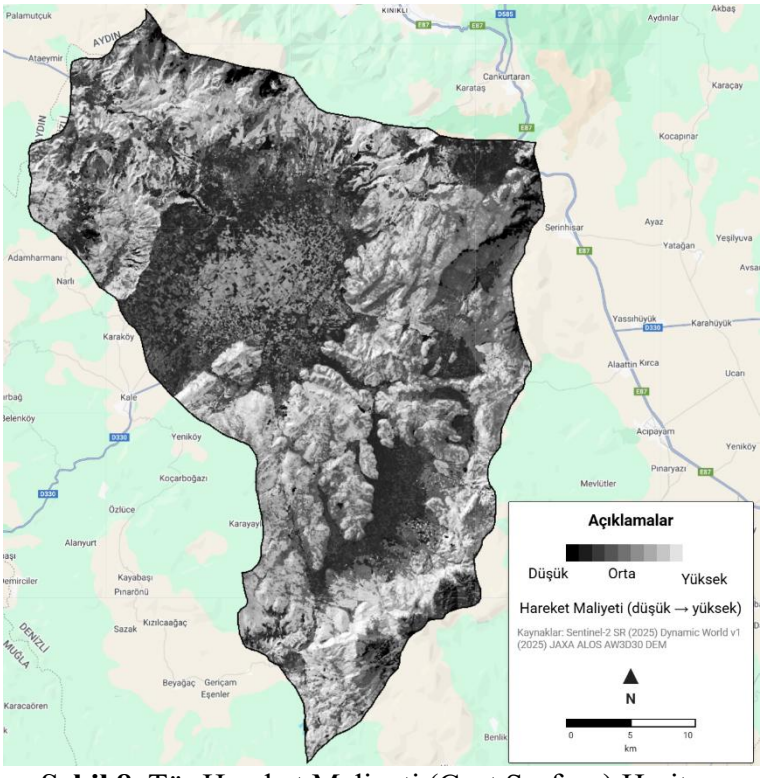
Arazi örtüsü sınıflarına göre hesaplanan ortalama habitat uygunluk değerleri, sınıflar arasında belirgin farklılıklar bulunduğunu ortaya koymuştur (Şekil 7). En yüksek ortalama uygunluk değerleri ağaçlık alanlarda gözlenirken, tarım ve yerleşim alanlarında bu değerlerin belirgin biçimde azaldığı tespit edilmiştir.



Şekil 7. Dynamic World V1 Arazi Örtüsü Sınıflarına Göre Ortalama Habitat Uygunluğu

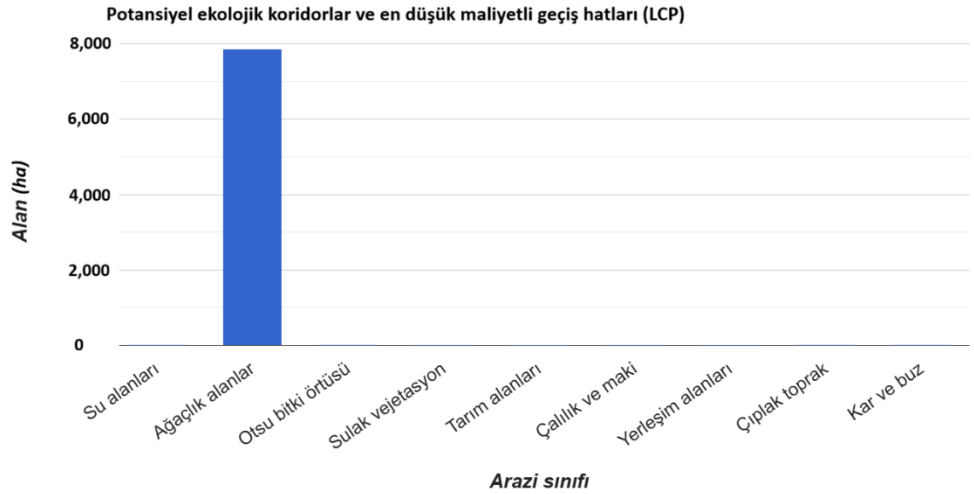
Maliyet Yüzeyi ve Potansiyel Ekolojik Koridorlar

Habitat uygunluk yüzeyinin tersine çevrilmesiyle elde edilen maliyet haritası, tür hareketleri açısından alan içerisindeki potansiyel engel ve geçiş zonlarını açık biçimde yansıtmaktadır (Şekil 8). Düşük maliyetli alanlar, yüksek habitat uygunluğu gösteren doğal ve yarı doğal alanlarla büyük ölçüde çakışmaktadır.



Şekil 8. Tür Hareket Maliyeti (Cost Surface) Haritası

Bu maliyet yüzeyi kullanılarak gerçekleştirilen en düşük maliyetli yo (least-cost path, LCP) analizleri sonucunda, çalışma alanının kuzey ve güney kesimleri arasında uzanan baskın bir potansiyel ekolojik geçiş zonu tanımlanmıştır (Şekil 9). Belirlenen koridorlar, ağırlıklı olarak ormanlık alanlar boyunca süreklilik göstermekte; tarım alanlarının baskın olduğu merkezi plato kesimlerinde ise daralan bir yapı sergilemektedir.



Şekil 9. Potansiyel Ekolojik Koridorlar ve En Düşük Maliyetli Geçiş Hatları (LCP)

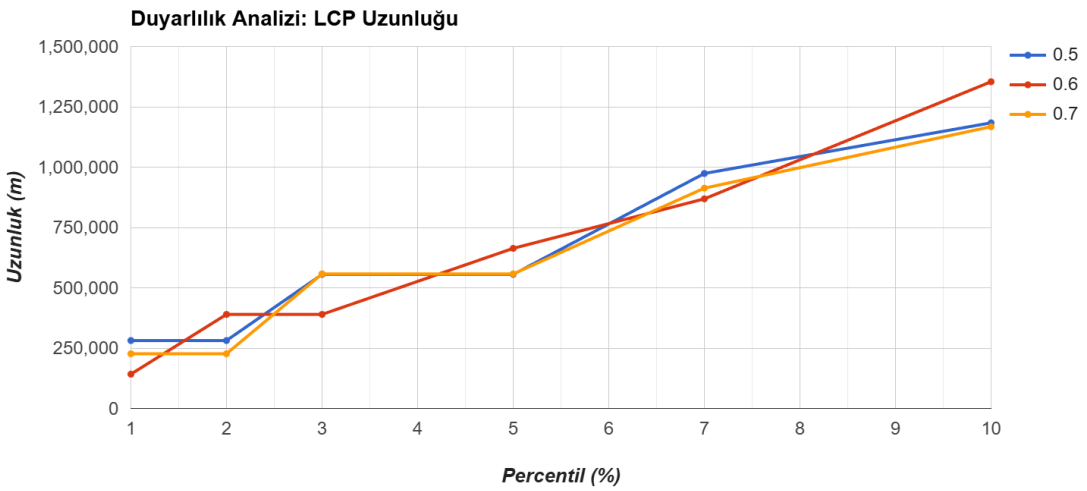
Potansiyel ekolojik koridor alanlarının arazi örtüsü sınıflarına göre dağılımı Tablo 3'te sunulmuştur.

Tablo 3. Potansiyel Ekolojik Koridor Alanlarının Arazi Örtüsü Sınıflarına Göre Dağılımı

Arazi Sınıfı	Alan (ha)	Oran (%)
Ağaçlık alanlar	7,867.40	99.94
Tarım alanları	2.40	0.03
Yerleşim alanları	1.00	0.01
Çalılık ve makilikler	0.50	0.01
Sulak vejetasyon alanlar	0.50	0.01
Otsu bitki örtüsü alanlar	0.00	0.00
Çıplak toprak yüzeyleri	0.00	0.00
Su yüzeyleri	0.00	0.00
Kar ve buz kaplı alanlar	0.00	0.00
TOPLAM	**7,871.80**	**100.00**

Model Duyarlılık Analizi

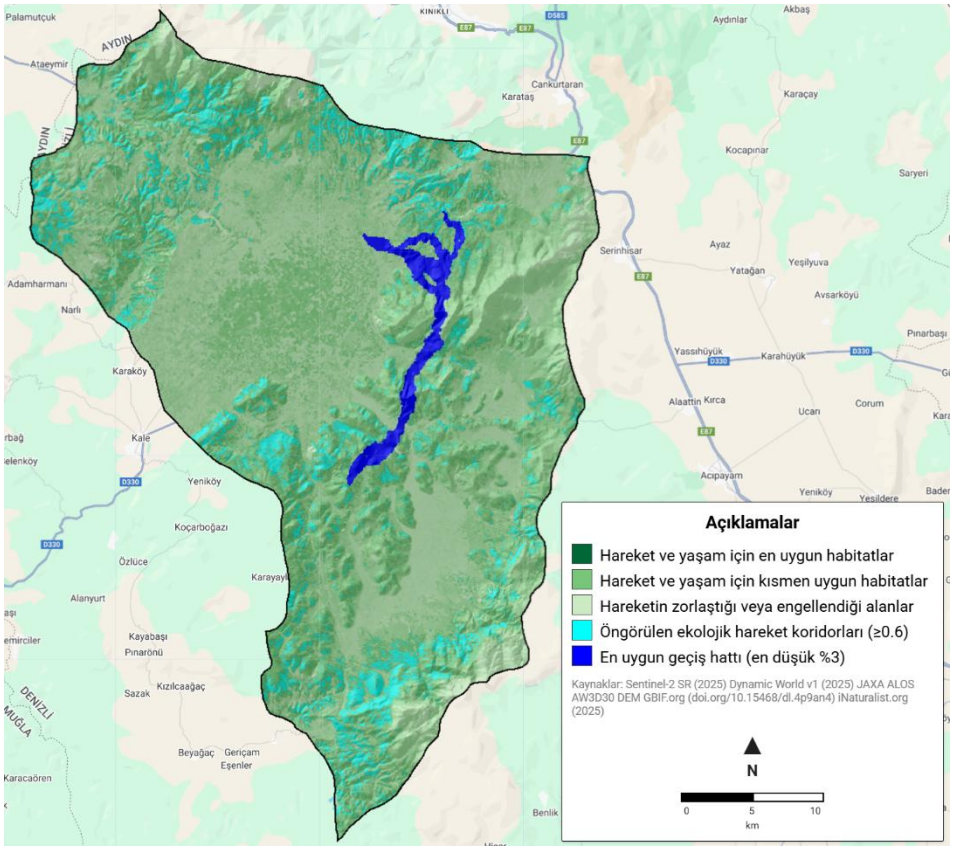
Farklı NDVI–arazi örtüsü ağırlıkları ve percentil eşik değerleri altında gerçekleştirilen duyarlılık analizleri, LCP uzunluklarının ve koridor konfigürasyonlarının parametre değişimlerine duyarlı olduğunu göstermiştir (Şekil 10). Orta düzey eşik değerlerinde (%2–%3), koridor güzergâhlarının yönsel sürekliliğinin korunduğu ve mekânsal tutarlılığın daha yüksek olduğu belirlenmiştir.



Şekil 10. Farklı NDVI–arazi örtüsü ağırlıkları ve percentil eşikleri altında en düşük maliyetli yol (least-cost path, LCP) uzunluğundaki değişim.

Saha Gözlemleri ile Doğrulama

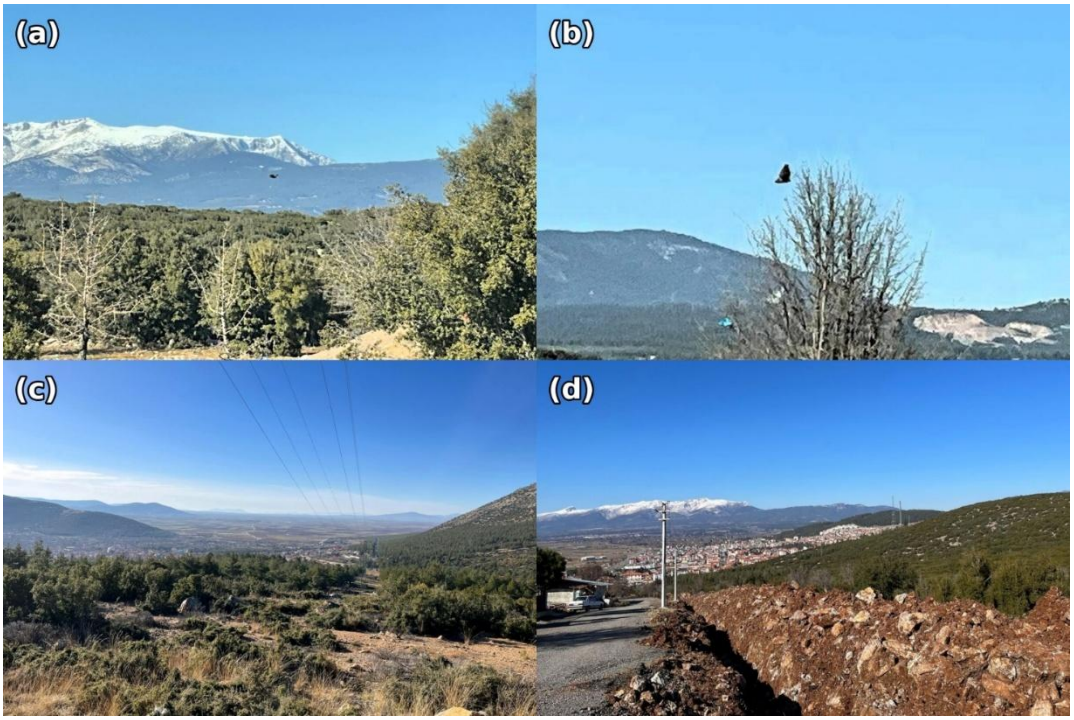
Bütünleşik ekolojik koridor analiz sonuç haritası Şekil 11'de sunulmuştur. Bu harita, habitat uygunluğu, maliyet yüzeyi, potansiyel koridor zonları ve en düşük maliyetli geçiş hattını birlikte göstermektedir.



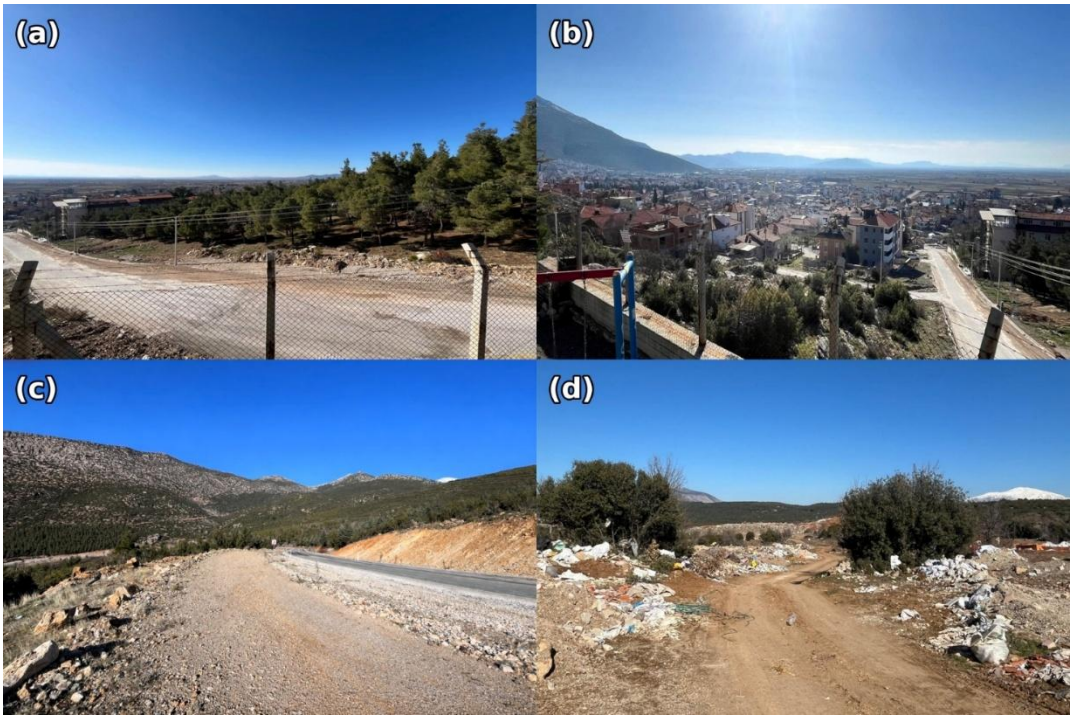
Şekil 11. Habitat Uygunluğu, Peyzaj Geçirgenliği, Potansiyel Ekolojik Koridorlar (≥0.6) ve En Düşük Maliyetli Geçiş Hattının (LCP) Birlikte Gösterildiği Bütünleşik Ekolojik Koridor Analiz Sonuç Haritası

Saha gözlemleri, model tarafından tanımlanan koridor güzergâhlarının büyük ölçüde doğal ve yarı doğal habitat bileşenleri ile örtüştüğünü ortaya koymuştur. Özellikle ormanlık alanlarda koridor sürekliliğinin yüksek olduğu; tarım alanları ve yerleşim baskısının arttığı kesimlerde ise bağlantılılığın zayıfladığı belirlenmiştir.

Koridor güzergâhlarına ilişkin temsilî saha görselleri Şekil 12'de, bağlantılılığı sınırlayan başlıca antropojen baskı unsurlarına ait örnekler ise Şekil 13'te sunulmuştur.



Şekil 12. Potansiyel ekolojik koridor güzergâhları boyunca gerçekleştirilen saha gözlemlerinden örnek görseller: (a) koridor içi doğal bitki örtüsü ve habitat sürekliliği, (b) saha çalışmaları sırasında gözlemlenen canlı birey, (c) ekolojik koridor güzergâhının ağaçlık yamaç sistemleri ile ova tabanındaki tarımsal ve yerleşim alanları arasındaki mekânsal ilişkisinin uzaktan algılanabilir görünümü, (d) biyotik hareketliliğin yoğunlaştığı alan ile bitişiğindeki olumsuz arazi kullanımlarının birlikte bulunduğu geçiş zonu.



Şekil 13. Ekolojik koridor sürekliliğini etkileyen başlıca antropojen baskı unsurlarına ait saha gözlemleri: (a) koridor alanının sona erdiği yerleşim geçiş zonu, (b) Tavas ilçe merkezinde yoğunlaşan yerleşim alanları, (c) karayolu altyapısına bağlı doğrusal antropojen bariyer, (d) kaçak döküm alanı ve belediye çöplüğü kaynaklı koridor kesintisi.

TARTIŞMA

Bu çalışmada üretilen habitat uygunluğu, maliyet yüzeyi ve en düşük maliyetli yol (least-cost path, LCP) çıktıları birlikte değerlendirildiğinde, Tavas ilçesi peyzajının doğal ve yarı doğal çekirdek alanlar ile tarımsal ve yerleşim baskısı altındaki geçiş zonları arasında belirgin bir mekânsal ayrışma sergilediği görülmektedir. Ormanlık ve çalılık alanların çalışma alanının çevresel kesimlerinde yoğunlaşması, buna karşılık tarım alanlarının merkezi plato boyunca baskın bir örüntü oluşturması, ekolojik bağlantılılık açısından dar boğazların ve eşik davranışlarının ortaya çıkmasına elverişli bir peyzaj yapısı üretmektedir. Türkiye'de yürütülen bağlantılılık çalışmalarında da arazi kullanımındaki bu tür mekânsal ayrışmaların direnç yüzeylerini yeniden şekillendirdiği ve ekolojik geçiş zonlarını sınırladığı vurgulanmaktadır (Özcan & Aytaş, 2020; Tigen & Şahin, 2023).

Potansiyel ekolojik koridor alanlarının büyük ölçüde ağaçlık alanlar içerisinde yer alması, kullanılan habitat uygunluk bileşenlerinin ve ağırlıklandırma yaklaşımının doğal ve yarı doğal peyzaj elemanlarını ön plana çıkarmasının beklenen bir sonucudur. Bununla birlikte, bu bulgunun yalnızca yöntemsel bir yan ürün olarak değerlendirilmesi yeterli değildir. Türkiye'de otoyol, tarım ve yerleşim altyapılarının ekolojik bağlantılar üzerindeki etkisini inceleyen çalışmalar, etkin bağlantının çoğunlukla ormanlık ve yarı doğal alanlar üzerinden sağlandığını; tarım ve yerleşim dokusunun ise tür hareketlerini sınırlayan temel direnç unsurları olduğunu ortaya koymaktadır (Özcan, 2021; Sütünç, 2021). Bu çalışmada elde edilen sonuçlar da söz konusu eğilimle büyük ölçüde örtüşmektedir.

Habitat uygunluğu ile peyzaj bağlantılılığı arasındaki ilişkinin birebir olmadığı, son yıllarda özellikle vurgulanan bir konudur. Habitat uygunluk yüzeyleri bağlantılılık analizleri için güçlü bir girdi sunmakla birlikte, türlerin hareketi algılama ölçeği, davranışsal tepkiler ve antropojen ya da doğal bariyerlerin etkisi nedeniyle bu uygunluk örüntülerinden ayrışabilmektedir. Bu nedenle uygunluk temelli modellerin gen akışı ve hareket süreçlerini her zaman eksiksiz biçimde temsil edemeyebileceğine yönelik önemli uyarılar bulunmaktadır (Zeller et al., 2012; Mateo-Sánchez et al., 2015). Bu çalışmada habitat uygunluğu, tek başına nihai bir çıktı olarak değil; maliyet yüzeyine dönüştürülen ve tür gözlemleriyle biyolojik olarak desteklenen bir karar destek bileşeni olarak ele alınmıştır.

Açık erişimli tür gözlem verilerinin (GBIF ve iNaturalist) analize dâhil edilmesi, çalışmanın işlevsel bağlantılılık boyutunu güçlendiren temel unsurlardan biridir. Tür gözlemleri doğrudan hareket parametresi olarak kullanılmamış; habitat sürekliliği ve alan kullanımına ilişkin biyolojik göstergeler şeklinde değerlendirilmiştir. Bitki gözlemleri uzun dönemli çevresel koşulların ve habitat kalitesinin bir yansıması olarak ele alınırken, hayvan gruplarına ait gözlemler peyzaj içerisindeki potansiyel hareket örüntülerine ilişkin tamamlayıcı bir biyolojik referans sağlamıştır. Bu yaklaşım, açık erişimli biyolojik verilerin uzaktan algılama temelli modellemelerde destekleyici bir katman olarak kullanılmasını öneren çalışmalarla uyumludur (Heberling et al., 2021; Unger et al., 2020).

Açık erişimli tür verilerinin örnekleme yanlılığı ve mekânsal dengesizlik gibi sınırlılıklar içerdiği bilinmektedir. Bu nedenle tür gözlem kayıtları koordinat doğrulama ve veri temizleme süreçlerinden geçirilerek analizlere dâhil edilmiştir. Bu tür temizlik yaklaşımlarının, biyolojik verilerin mekânsal analizlerde güvenilirliğini anlamlı ölçüde artırdığı literatürde açık biçimde ortaya konmuştur (Zizka et al., 2019; Zizka et al., 2020).

Bununla birlikte, çalışmada kullanılan tür gözlem verilerinin taksonomik dağılımı dengeli değildir. Kayıtların büyük bölümünün kuşlara ait olması, modelin memeliler ve sürüngenler gibi diğer karasal grupları aynı ölçüde temsil etmesini sınırlayabilir. Bu durum, elde edilen bulguların yorumlanmasında dikkate alınması gereken önemli bir sınırlılık oluşturmaktadır.

Bunun yanında, bu çalışmada kullanılan en düşük maliyetli yol analizi belirli bir odak türe göre kurgulanmamıştır. Bu nedenle ortaya konan koridorlar, tür-özgül hareket güzergâhlarından çok, çalışma alanındaki genel bağlantılılık örüntüsünü yansıtan mekânsal bir yaklaşım olarak değerlendirilmelidir.

Habitat uygunluk yüzeyinin tersine çevrilmesiyle elde edilen maliyet yüzeyi, peyzaj içerisindeki potansiyel engel ve geçiş zonlarını yansıtmaktadır. Düşük maliyetli alanların doğal ve yarı doğal habitatlarla çakışması, yüksek maliyetli alanların ise tarım ve yerleşim bölgelerinde yoğunlaşması, maliyet yüzeyinin ekolojik gerçeklikle uyumlu biçimde üretildiğine işaret etmektedir. Bu maliyet yüzeyine dayalı olarak gerçekleştirilen LCP analizleri, Tavas ilçesinin kuzey ve güney kesimleri arasında uzanan baskın bir potansiyel ekolojik geçiş omurgasını tanımlamıştır. Benzer mekânsal örüntüler hem Türkiye'de hem de farklı coğrafyalarda yürütülen LCP temelli çalışmalarda rapor edilmiştir (Zeller et al., 2012; Sütünç, 2021).

Model çıktılarının saha gözlemleriyle birlikte değerlendirilmesi, tanımlanan potansiyel ekolojik koridorların yalnızca sayısal bir optimizasyon ürünü olmadığını, aynı zamanda arazi koşullarıyla büyük ölçüde örtüştüğünü göstermektedir. Orman içi sürekliliğin yüksek olduğu

kesitlerde koridor bütünlüğünün korunduğu; buna karşılık tarım alanlarının genişlediği ve yerleşim baskısının arttığı bölümlerde koridor genişliğinin daraldığı ya da sürekliliğin yer yer zayıfladığı gözlenmiştir. Özellikle karayolu geçişleri gibi doğrusal altyapı unsurlarının potansiyel geçiş güzergâhları üzerinde belirgin bariyer etkisi oluşturduğu, belediye çöplüğü gibi noktasal fakat yoğun antropojen baskı alanlarının ise yerel ölçekte yüksek direnç zonları meydana getirdiği belirlenmiştir. Benzer biçimde, Altuntaş (2025) yeşil altyapı perspektifinden yaptığı değerlendirmede, peyzaj ölçeğinde bağlantılılığın yalnızca habitat parçalarının mekânsal dağılımıyla değil aynı zamanda bu parçalar arasındaki fonksiyonel entegrasyonla belirlendiğini ve planlama süreçlerinde yeşil altyapının dikkate alınmasının ekolojik koridorların etkinliğini artırdığını ortaya koymuştur. Benzer bir durum, Cengiz (2022)'in Malatya örneğinde de gözlenmiş; kentsel yayılımın ekosistemler arası bağlantıyı zayıflattığı ve koridorların bu anlamda peyzaj bütünlüğü için kritik bir işlev gördüğü vurgulanmıştır. Ayrıca Gülçin (2020), Manisa'da yeşil alanların bağlantılılığının zamanla azaldığını ve bu durumun peyzaj parçalanmasının bir göstergesi olduğunu ortaya koymuştur. Buna karşılık topoğrafik olarak daralan vadi ve boğaz sistemlerinin tür hareketleri açısından zorunlu geçiş alanları olarak işlev gördüğü gözlemlenmiştir.

Bu bulgular, uzaktan algılama tabanlı bağlantılılık modellerinin saha verileriyle birlikte değerlendirilmesinin, ekolojik koridorların işlevsel gerçekliğinin yorumlanmasında belirleyici bir rol oynadığını göstermektedir. Çalışmadan elde edilen sonuçlar, Türkiye literatüründe vurgulanan arazi kullanımı–bağlantılılık ilişkileriyle büyük ölçüde uyumlu olup, mekânsal modelleme çıktılarının yerinde gözlemlerle desteklenmesinin karar destek süreçlerini güçlendirdiğini ortaya koymaktadır (Özcan, 2021; Tigen & Şahin, 2023).

SONUÇ

Uzaktan algılama verileri ile açık erişimli biyolojik tür gözlemlerinin bütünleşik kullanımıyla elde edilen bulgular, yaklaşık 143.220 ha büyüklüğündeki Tavas ilçesi peyzajında ekolojik bağlantılılığın büyük ölçüde doğal ve yarı doğal habitat sürekliliğine bağlı olarak şekillendiğini göstermektedir. Habitat uygunluğu, maliyet yüzeyi ve en düşük maliyetli yol (least-cost path, LCP) analizlerinin birlikte değerlendirilmesi, çalışma alanında kuzey–güney doğrultusunda belirginleşen bir ana ekolojik geçiş omurgasının varlığını ortaya koymaktadır. Bu omurga, Tavas ilçe merkezinin hemen kuzeyinden başlayarak Tavas Ovası'nda yoğunlaşan tarım alanlarının güneydoğu sınırını izlemekte; Pınarlar yerleşim biriminin doğusunda daralan bir yapı sergilemekte ve buradan itibaren güney yönünde topoğrafik olarak daha süreklilik gösteren doğal alanlara doğru uzanmaktadır. Tanımlanan koridor güzergâhının mekânsal konfigürasyonu, yerleşim alanları ve tarımsal kullanımın tür hareketlerini mutlak biçimde engellemekten ziyade, koridorların yönünü belirleyen ve daraltan unsurlar olarak işlev gördüğünü; buna karşılık ormanlık ve yarı doğal alanların bağlantılılık açısından belirleyici rol üstlendiğini ortaya koymaktadır.

Harita üzerinde dikkat çeken bir diğer önemli bileşen, çalışma alanının kuzeybatı kesiminde, Aydın il sınırına komşu Avdan–Yeşilköy–Denizoluğu hattı boyunca uzanan ormanlık ve çalılık alan sürekliliğidir. Bu bölgede habitat uygunluk değerlerinin görece yüksek olması ve maliyet yüzeyinin düşük dirençli bir yapı sergilemesi, kuzeybatı yönlü ikincil bir bağlantılılık zonunun varlığına işaret etmektedir. Her ne kadar bu alan ana LCP güzergâhı üzerinde baskın bir rol üstlenmese de, peyzajın bu kesimi özellikle yerel ölçekli hareketler ve alternatif geçiş yolları açısından tamamlayıcı bir işlev görmektedir. Bu durum, ekolojik bağlantılılığın tekil bir hat

üzerinden değil, peyzajın farklı bölümlerinde değişen ölçeklerde çoklu geçiş potansiyelleri çerçevesinde değerlendirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

Elde edilen sonuçlar, uzaktan algılama tabanlı habitat uygunluk göstergelerinin tek başına yapısal bir değerlendirme sunduğunu; buna karşın GBIF ve iNaturalist gibi açık erişimli platformlardan elde edilen tür gözlem verileriyle birlikte ele alındığında, ekolojik koridorların mekânsal gerçekliğinin daha güçlü biçimde temsil edilebildiğini göstermektedir. Tür gözlemlerinin yoğunlaştığı alanların büyük ölçüde yüksek habitat uygunluğu ve düşük maliyet değerleriyle çakışması, model çıktılarının biyolojik açıdan tutarlı olduğunu ortaya koymaktadır. Bu mekânsal ve biyolojik bulgular, çalışmanın başlangıcında ortaya konulan hipotezin desteklendiğini ve açık erişimli biyolojik verilerin, konvansiyonel yapısal peyzaj metriklerine dayalı yaklaşımlara kıyasla işlevsel bağlantılılığın yorumlanmasına anlamlı katkılar sunduğunu göstermektedir.

Duyarlılık analizleri, NDVI ve arazi örtüsü ağırlıklarındaki değişimlerin ekolojik koridorların mekânsal konfigürasyonu üzerinde belirgin etkiler yarattığını ortaya koymuştur. Özellikle orta düzey eşik değerlerinde (%2–%3) koridorların daha tutarlı ve mekânsal olarak daha seçici bir yapı sergilemesi, parametre seçiminin ekolojik modelleme çalışmalarında kritik bir karar aşaması olduğunu göstermektedir. Bu bulgu, maliyet yüzeylerinin tekil senaryolar üzerinden değil, çoklu parametre kombinasyonları altında test edilmesinin gerekliliğini vurgulamaktadır. Saha gözlemleriyle desteklenen mekânsal analiz sonuçları, tanımlanan potansiyel ekolojik koridorların arazi gerçekliğiyle yüksek düzeyde uyum sergilediğini ortaya koymaktadır. Ormanlık alanlar boyunca süreklilik gösteren kesitlerde habitat bütünlüğünün korunduğu; buna karşılık tarımsal faaliyetlerin yoğunlaştığı ve yerleşim baskısının arttığı alanlarda koridor genişliğinin daraldığı veya yer yer kesintiye uğradığı belirlenmiştir. Özellikle Tavas Ovası çevresinde tarım alanlarının yoğunlaştığı kesimlerde, doğal topoğrafik geçitlerin ve yarı doğal habitat parçalarının koridor sürekliliği açısından kritik rol oynadığı gözlenmiştir.

Bununla birlikte, çalışmanın bazı sınırlılıkları bulunmaktadır. Kullanılan tür gözlem verilerinin büyük bölümünün kuş kayıtlarından oluşması, modelin farklı hareket özelliklerine sahip diğer karasal grupları aynı ölçüde temsil etmesini sınırlayabilir. Ayrıca bu çalışmada kullanılan en düşük maliyetli yol analizi belirli bir odak türe göre kurgulanmadığı için, ortaya konan koridorlar tür-özgül hareket güzergâhlarından çok, çalışma alanındaki genel bağlantılılık örüntüsünü yansıtmaktadır.

Bu sınırlılıklara rağmen, çalışma Tavas ilçesi örneğinde ekolojik koridorların belirlenmesine yönelik bütünleşik bir yaklaşımın uygulanabilirliğini ortaya koymakta ve gelecekte yapılacak araştırmalar için de önemli bir metodolojik zemin sunmaktadır. Açık erişimli tür gözlem verilerinin miktarı, mekânsal dağılımı ve taksonomik çeşitliliği arttıkça, habitat uygunluğu ve bağlantılılık modellerinin daha hassas sonuçlar üretmesi beklenmektedir. Bu bağlamda, tür-özgül hareket modellerinin geliştirilmesi, mevsimsel ve çok yıllık uzaktan algılama verilerinin entegrasyonu ile yol–yerleşim–ekoloji etkileşimlerinin daha ayrıntılı biçimde incelenmesi, ileride yapılacak çalışmalar için öncelikli araştırma alanları olarak değerlendirilebilir. Bu yönüyle çalışma, hem yerel ölçekte karar destek süreçlerine katkı sunmakta hem de Türkiye'de ekolojik bağlantılılık araştırmalarının geliştirilmesine yönelik güçlü ve uygulanabilir bir metodolojik çerçeve ortaya koymaktadır.

YAZAR KATKILARI

Ali Ünver: Çalışmanın kavramsallaştırılması, veri temini, analizlerin yürütülmesi, sonuçların değerlendirilmesi, makalenin yazımı, yazışma ve revizyon süreci. **Fatma Sarun:** Çalışmanın kavramsallaştırılması, veri temini, analizlerin yürütülmesi, sonuçların değerlendirilmesi ve makalenin yazımı.

FİNANSAL DESTEK BEYANI

Bu çalışma kapsamında herhangi bir kurum, kuruluş ya da proje desteği alınmamıştır.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

ETİK KURUL ONAYI

Bu çalışma insan katılımcılar veya deney hayvanları üzerinde yürütülen bir araştırma içermediği için etik kurul onayı gerektirmemektedir.

KAYNAKLAR

Adriaensen, F., Chardon, J. P., De Blust, G., Swinnen, E., Villalba, S., Gulinck, H., & Matthysen, E. (2003). The application of least-cost modelling as a functional landscape model. *Landscape and Urban Planning, 64*(4), 233–247. https://doi.org/10.1016/S0169-2046(02)00242-6

Altuntaş, A. (2025). Yeşil altyapı ve ekolojik koridorlar: Peyzaj ölçeğinde bağlantılılık. *Peyzaj – Eğitim, Bilim, Kültür ve Sanat Dergisi.* https://doi.org/10.53784/peyzaj.1837044

Beier, P., Majka, D. R., & Spencer, W. D. (2008). Forks in the road: Choices in procedures for designing wildland linkages. *Conservation Biology, 22*(4), 836–851.

Cengiz, S. (2022). Kentsel ekolojik koridor modeli: Malatya örneği. *Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Dergisi, 13*(2), 451–464.

Cisneros-Araujo, P., Ramirez-Lopez, M., Juffe-Bignoli, D., Fensholt, R., Muro, J., Mateo-Sánchez, M. C., & Burgess, N. D. (2021). Remote sensing of wildlife connectivity networks and priority locations for conservation in the Southern Agricultural Growth Corridor (SAGCOT) in Tanzania. *Remote Sensing in Ecology and Conservation, 7*(3), 430–444. https://doi.org/10.1002/rse2.199

Çolak, A. H., & Rotherham, I. D. (2006). A review of the forest vegetation of Turkey: Its status past and present and its future conservation. *Biology and Environment: Proceedings of the Royal Irish Academy, 106*(3), 343–354. https://doi.org/10.1353/bae.2006.0033

Çolakkadıoğlu, D. (2019). Yerleşim alanlarının artışının flora üzerine etkisinin belirlenmesi: Çukurova Üniversitesi kampüsü örneği. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi, 22*(Ek Sayı 2), 49–57.

Doygun, N. (2017). Tarımsal alan kullanım değişimlerinin bazı peyzaj metrikleri ile incelenmesi: Kahramanmaraş örneği. *KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi, 20*(3), 270–275.

Fahrig, L. (2003). Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics, 34*, 487–515.

Foley, J. A., DeFries, R., Asner, G. P., Barford, C., Bonan, G., Carpenter, S. R., … Snyder, P. K. (2005). Global consequences of land use. *Science, 309*(5734), 570–574.

Gülçin, D. (2020). Yeşil alanların ekolojik bağlantılığının mekânsal zamansal değerlendirilmesi: Manisa örneği. *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences, 5*(4), 585–596. https://doi.org/10.35229/jaes.794559

Heberling, J. M., Miller, J. T., Noesgaard, D., Weingart, S. B., & Schigel, D. (2021). Data integration enables global biodiversity synthesis. *Proceedings of the National Academy of Sciences, 118*(6), e2018093118. https://doi.org/10.1073/pnas.2018093118

Hilty, J. A., Worboys, G. L., Keeley, A. T. H., Woodley, S., Lausche, B. J., Locke, H., & Theobald, D. M. (2020). *Guidelines for conserving connectivity through ecological networks and corridors*. IUCN.

Mateo-Sánchez, M. C., Balkenhol, N., Cushman, S. A., Pérez, T., Domínguez, A., & Saura, S. (2015). A comparative framework to infer landscape effects on population genetic structure: Are habitat suitability models effective in explaining gene flow? *Landscape Ecology, 30*(8), 1405–1420. https://doi.org/10.1007/s10980-015-0194-4

Meyer, C., Weigelt, P., & Kreft, H. (2016). Multidimensional biases, gaps and uncertainties in global plant occurrence information. *Ecology Letters, 19*(8), 992–1006.

Özcan, A. U. (2021). Ekolojik köprülerin potansiyel yer seçimleri: İzmir–Çeşme Otoyolu örneği. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi, 7*(1), 146–156.

Özcan, A., & Aytaş, İ. (2020). Peyzaj direnç değişimlerinin ekolojik bağlantılar üzerine etkileri: Çankırı örneği. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 22*(3), 728–742.

Pettorelli, N., Ryan, S., Mueller, T., Bunnefeld, N., Jedrzejewska, B., Lima, M., & Kausrud, K. (2011). The normalized difference vegetation index (NDVI): Unforeseen successes in animal ecology. *Climate Research, 46*, 15–27. https://doi.org/10.3354/cr00936

Sánchez-Mercado, A. Y., Ferrer-Paris, J. R., & Franklin, J. (2010). Mapping species distributions: Spatial inference and prediction. *Oryx, 44*(4), 615–624.

Sütünç, H. S. (2021). Detecting barriers between protected areas to restore ecological connectivity. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi, 11*(2), 355–369.

Şekercioğlu, Ç. H., Anderson, S., Akçay, E., Bilgin, R., Can, Ö. E., Semiz, G., … Dalfes, H. N. (2011). Turkey's globally important biodiversity in crisis. *Biological Conservation, 144*(12), 2752–2769. https://doi.org/10.1016/j.biocon.2011.06.025

Taylor, P. D., Fahrig, L., Henein, K., & Merriam, G. (1993). Connectivity is a vital element of landscape structure. *Oikos, 68*(3), 571–573. https://doi.org/10.2307/3544927

Taylor, P. D., Fahrig, L., With, K. A., & Brookes, A. (2006). Landscape connectivity: A return to the basics. In K. Crooks & M. Sanjayan (Eds.), *Connectivity conservation* (pp. 29–43). Cambridge, UK: Cambridge University Press.

Tigen, M. G., & Şahin, Ş. (2023). Ekolojik ve rekreasyonel bağlantılılık modeli: Ankara ili örneği. *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences, 10*(2), 208–218. https://doi.org/10.35229/jaes.1625222

Turner, M. G., Gardner, R. H., & O'Neill, R. V. (2001). *Landscape ecology in theory and practice: Pattern and process*. New York, NY: Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4939-2794-4

Unger, S., Rollins, M., Tietz, A., & Dumais, H. (2020). iNaturalist as an engaging tool for identifying organisms in outdoor activities. *Journal of Biological Education, 55*(5), 1–11. https://doi.org/10.1080/00219266.2020.1739114

Valerio, F. (2022). *Landscape functional connectivity and animal movement: Application of remote sensing for increasing efficiency of road mitigation measures* (Doctoral dissertation). Universidade de Évora, Portugal.

Zeller, K. A., McGarigal, K., & Whiteley, A. R. (2012). Estimating landscape resistance to movement: A review. *Landscape Ecology, 27*(6), 777–797.

Zizka, A., Antonelli, A., Silvestro, D., et al. (2020). No one-size-fits-all solution to clean GBIF. *BMC Bioinformatics, 21*, 1–13. https://doi.org/10.1186/s12859-020-03697-9

Zizka, A., Silvestro, D., Andermann, T., Azevedo, J., Ritter, C. D., Edler, D., et al. (2019). coordinateCleaner: Standardized cleaning of occurrence records from biological collection databases. *Methods in Ecology and Evolution, 10*(5), 744–751.