

## Landsat-8 OLI uydu görüntüsünden çıkarılan arazi çeşitliliği ile kuş türü zenginliği arasındaki ilişkiler

Ahmet Mert<sup>a,\*</sup>, Şengül Aksan<sup>a</sup>, Ulaş Yunus Özkan<sup>b</sup>, İbrahim Özdemir<sup>a</sup>

**Özet:** Biyolojik çeşitliliğin korunması amacıyla altlık haritaların hazırlanması, orman envanterinde giderek önem kazanmaktadır. Gerek orman amenajman planlarının düzenlenmesinde, gerekse diğer yarı-doğal ekosistemlerin yönetiminde böyle haritalara ihtiyaç bulunmaktadır. Biyolojik çeşitlilik haritaları, özellikle orman yapısının çeşitliliği ve kuş türü zenginliği gibi kolay ölçülebilen değişkenlere dayalı olarak düzenlenebilmektedir. Çok büyük coğrafi alanlar için yersel ölçme ve gözlemlerle, bu haritaların hazırlanması oldukça güç, maliyetli ve zaman alıcıdır. Uydu görüntülerinin bu konudaki potansiyeli yoğun olarak araştırılmaktadır. Bu çalışmanın amacı Landsat-8 OLI uydu verisi ve görüntü dilimleme kullanılarak hesaplanan arazi çeşitliliği ile kuş türü zenginliği arasındaki ilişkiyi ortaya koymaktır. Çalışmada, uydu verisine dayalı olarak hesaplanan arazi çeşitliliği ile kuş türü zenginliği arasında istatistiksel olarak önemli bir ilişki olduğu ( $r=0,58$  ve  $p<0,01$ ) tespit edilmiştir. Bu bulguya göre; kuş türü zenginliğinin modellenmesi ve haritalanması için, Landsat-8 OLI uydu verilerinin önemli potansiyelinin olduğu söylenebilir. Ancak doğru bir haritalama için uydu verileri tek başına kullanmak yeterli olmayabilir. Diğer çevresel değişkenler ve uydu verisinden çıkarılan özelliklerin entegre edilmesi, tahmin doğruluğunu arttırabilir. Bu amaçla, daha fazla gözlem alanı ve gelişmiş modelleme yöntemleri kullanılarak, bu çalışmanın daha geniş coğrafi alanlarda tekrarlanmasının önemli olduğu düşünülmektedir.

**Anahtar kelimeler:** Kuş türü zenginliği, Uydu görüntüsü, Biyolojik çeşitlilik

## Relationships between the richness of bird species and structural diversity from satellite images of Landsat-8 OLI

**Abstract:** Preparation of the base maps in conserving biodiversity gain importance gradually in forest inventory. Such maps are needed to either in arrangement of forest management maps, or in managing other semi-natural ecosystems. Biodiversity maps can be prepared particularly based on the variables to be easily measured such as forest structural diversity and bird species richness. Preparation of these maps for large geographic areas using field measurements and observations is difficult, costly, and time consuming. The potential of satellite data has been intensively investigated on this subject. The aim of this study is to determine the relations between bird species richness and the landscape diversity calculated based on Landsat-8 OLI data and image segmentation. The results showed that there is a statistically important relation between bird species richness and landscape diversity ( $r=0,58$  and  $p<0,01$ ). This study suggests that Landsat-8 OLI data has a great potential in modelling and mapping bird species richness. However, using satellite data alone for an accurate mapping may be insufficient. Estimation accuracy can be improved by integrating other environmental variables and features extracted from satellite data. For this purpose, to repeat this study is considered very important in larger geographic regions using more bird observation plots and sophisticated modelling methods.

**Keywords:** Bird species richness, Satellite image, Biological diversity

### 1. Giriş

Gerek odun üretimi amaçlı yapılan silvikültürel müdahaleler gerekse doğal ya da insan kaynaklı diğer yıkıcı faktörler, orman ekosistemlerinde habitat bozulmalarına ve kayıplarına sebep olmaktadır. Benzer şekilde tarımsal ekosistemlerin de arazi yapısı sürekli değişim göstermektedir. Doğal ve yarı doğal ekosistemlere bağlı yaşayan çok sayıda yaban hayvanı bu habitat bozulmalarından ve yapısal değişimlerden olumsuz etkilenmektedir (Gibbons vd., 2000; Başkaya, 2003; Fahrig vd., 2011; Johnstone vd., 2014). Uygun yöntemler kullanarak, geniş coğrafi alanlarda yaban hayatı habitatlarını

izlemek ve gerekli tedbirleri zamanında almak son derece önemlidir. Biyolojik çeşitliliği korumak ve geliştirmek amacıyla değişimi gösteren, hem ormancılık hem de tarım sektörü planlamalarına altlık oluşturacak bu mekânsal verilere ihtiyaç duymaktadır (Hernández-Stefanoni vd., 2012; Jewitt vd., 2015). Böylece, biyolojik çeşitlilik açısından öncelikli korunması gereken alanlar ve buralarda öngörülen uygulamalar kolaylıkla kararlaştırılabilmektedir. Belirli aralıklarla oluşturulan böyle haritalar kullanılarak etkili bir izleme sistemi kurulabilir ve başta odun üretimine yönelik yapılan ormancılık uygulamaları olmak üzere, diğer doğal yıkıcı faktörlerin bitki ve hayvan türleri üzerindeki olumsuz etkileri tespit edilebilir. Benzer şekilde, biyolojik

✉ <sup>a</sup> Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi, Yaban Hayatı Ekolojisi ve Yönetimi Bölümü, Isparta

<sup>b</sup> İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, İstanbul

@ \* **Corresponding author** (İletişim yazarı): ahmetmert@sdu.edu.tr

✓ **Received** (Geliş tarihi): 15.12.2015, **Accepted** (Kabul tarihi): 26.12.2015



**Citation** (Atıf): Mert, A., Aksan, Ş., Özkan, U.Y., Özdemir, İ., 2016. Landsat-8 OLI uydu görüntüsünden çıkarılan arazi çeşitliliği ile kuş türü zenginliği arasındaki ilişkiler. Turkish Journal of Forestry, 17(1): 68-72.  
DOI: [10.18182/tjf.03309](https://doi.org/10.18182/tjf.03309)

çeşitlilik haritalarının güncellenmesiyle, tarımsal faaliyetlerin (yoğun zirai mücadele, ekolojik tarım, sulama vb.) biyolojik çeşitliliğe etkileri sürekli takip edilebilir.

Büyük ölçekli biyolojik çeşitlilik haritalarının oluşturulmasında ilk başvurulacak kaynak uzaktan algılama verileridir (Maron vd., 2015; Turner vd., 2015; ). Uzaktan algılama verileri; hava fotoğrafları, pasif algılayıcı uydu sistemlerden elde edilen multi-spektral ve hiper-spektral görüntüler, aktif algılama sistemlerinden elde edilen RADAR ve LiDAR verileri olmak üzere sınıflandırılabilir. Çok-bantlı uydu görüntüleri, hem geniş alanları kapsadıklarından, hem de belirli aralıklarla sürekli veri akışı sağladıklarından, böyle amaçlar için sıklıkla kullanılmaktadır (Chawla vd., 2012; Yu vd., 2015). Amerikan Uzay ve Havacılık Dairesine ait (NASA) Landsat serisinin sekizinci uydusu olan Landsat-8 OLI (Operational Land Imager) ücretsiz olarak servis edilmektedir. Bu bakımdan, bu uydu verisinin biyolojik çeşitliliği izlemedeki potansiyeli öncelikle araştırılmalıdır.

Biyolojik çeşitliliği bütünüyle kapsayan bir gösterge bulunmamaktadır. Bir alandaki, bütün bitki ve yaban hayvanı türlerini esas alan bir çeşitlilik göstergesini hesaplamının oldukça güç hatta imkânsız olduğu söylenebilir. Bitki türlerini tespit etmek hayvanlara kıyasla daha kolay olabilir, fakat bunların alandaki oransal dağılımı ve ekosistem içindeki fonksiyonlarını (fonksiyonel çeşitlilik) belirlemek yine de çok zordur. Bu zorluklar dikkate alınarak, son yıllarda yapılan çalışmalar ile biyolojik çeşitliliği temsil edebilecek ve kolay ölçülebilecek göstergeler belirlenmeye çalışılmaktadır (Gao vd., 2015). Bu amaçla, arazi çeşitliliğinin (meşcerelerin ve diğer parçaların sayısı, kompozisyonu ve mekânsal dizilişi) ve meşcere içi çeşitliliğin (tabakalanma, ağaç boyutlarında çeşitlilik, tür çeşitliliği) biyolojik çeşitlilik göstergesi olabileceği düşünülmektedir (Schindler vd., 2013; 2015; Bergner vd., 2015). Başka bir ifadeyle, bir orman ya da tarım arazisinde, ne kadar farklı özellikte arazi parçası (örneğin, hububat tarlası, meyve bahçesi, yaşlı bir meşe meşceresi, çayırılık alan, gençleştirme sahası vb.) varsa; ya da bir meşcerede yapısal çeşitlilik (kovuk ağaç, kalın ölü odun enkazı, meyveli çalı türleri vb.) ne kadar yüksek ise, bu alanın o kadar fazla canlı türüne ev sahipliği yapacak habitat özelliklerine sahip olduğunu düşünmek mümkündür (Oğurlu, 1998; Oğurlu vd., 2010; Gündoğdu, 2010).

Doğrudan bazı hayvan türlerini esas alarak, bir alanın biyolojik çeşitlilik değeri belirlenebilmektedir. Örneğin nesli tükenme tehlikesi olan türler, şemsiye türler ve bayrak türler bu amaçla değerlendirilmektedir. Bu konuda kuş türü zenginliği de, etkili bir biyolojik çeşitlilik göstergesi olarak kabul edilmektedir. Bir bölgedeki kuş türlerinin sayıca fazlalığı o ekosistemin sağlıklı işlediğini ve biyolojik çeşitlilik açısından zengin olduğunu göstermektedir (Bibby vd., 1992, Burgess vd., 2002).

Ülkemiz orman ekosistemlerinde bu konuda yapılmış çalışma bulunmamakla birlikte, çeşitli ülkelerde, Landsat uydu görüntülerinden çıkarılan doku ve spektral özellikler ile kuş türü zenginliğini tahmin etmeye yönelik çalışmalar bulunmamaktadır. Bu çalışmalarda, kuş türü zenginliğinin 30 m çözünürlüklü görüntülerden hesaplanan doku özelliklerini kullanılarak başarılı olarak modellenilebileceği belirtilmiştir (St-Louis vd., 2009; Culbert vd., 2012). Doku özellikleri yanında, arazi heterojenliği, nesne temelli olarak da hesaplanabilir. Görüntü dilimleme algoritması kullanılarak,

benzer özellikteki pikseller gruplandırılmak suretiyle, ekolojik olarak daha anlamlı nesnelere dönüştürülebilir. Buna göre; nesnelere sayısı ve bulunma oranları dikkate alınarak, Shannon indeksine dayalı olarak bir sahanın arazi çeşitliliği ortaya koyulabilir (Özdemir vd., 2012). Bu yaklaşımla elde edilen (görüntü dilimleme) arazi çeşitliliğinin, kuş türü zenginliğinin iyi bir göstergesi olabileceği öngörülmektedir. Görüntü nesnelere dayalı hesaplanan çeşitliliğin, ülkemiz orman ekosistemlerinde, kuş türü zenginliğinin tahmin etme potansiyelinin araştırılmasının önemli olduğu düşünülmektedir. Sonuç olarak bu çalışmada, Landsat-8 OLI uydu görüntüsünden çıkarılan arazi çeşitliliği ile kuş türü zenginliği arasındaki ilişkilerin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## 2. Materyal ve yöntem

### 2.1. Çalışma alanı ve kuş verileri

Çalışma, geleneksel tarım yapılan Isparta-Atabey ovası, odun üretimine yönelik yoğun işletmecilik faaliyetlerine konu olan Karacaören Barajı çevresindeki kızılçam meşcereleri ve Gölcük Tabiat Parkı sınırları içinde kalan ağaçlandırma sahaları olmak üzere üç farklı ekosistemde yürütülmüştür. Kuş zenginliği ile ilgili veriler, 2013-2015 yılları arasında farklı amaçlarla yürütülmüş projelerde yapılmış gözlemlerden elde edilmiştir. Bu çalışmalarda kuş sayımları, “noktada sayım” yöntemi ile belirlenmiştir. Kuş türleri, hem dürbünle gözlemlenerek arazide, hem de fotoğrafları çekilerek büroda teşhis edilmiştir. Kuş gözlemleri yaklaşık 2500 m<sup>2</sup>’lik bir alanı temsil edecek biçimde yapılmıştır. Çalışılan farklı yöredeki gözlem alanları en az üç kez ziyaret edilmiştir.

### 2.2. Uydu görüntüsünden arazi çeşitliliğinin hesaplanması

Landsat serisinin sekizinci uydusu olan Landsat-8 OLI; 30 m mekânsal çözünürlüğe sahip Kıy1/ Aerosol (0,433-0,453  $\mu$ m), Mavi (0,450-0,515  $\mu$ m), Yeşil (0,525-0,600  $\mu$ m), Kırmızı (0,630-0,680  $\mu$ m), Yakın Kızılötesi (0,845-0,885  $\mu$ m), Kısa Dalga Kızılötesi (1,560-1,660  $\mu$ m), Kısa Dalga Kızılötesi (2,100-2,300  $\mu$ m) ve Sırrus (1,360-1,390  $\mu$ m) bandına sahiptir. Bu uydu görüntüsü “<http://earthexplorer.usgs.gov/>” sitesinden ücretsiz olarak indirilebilmektedir. Veri sağlanmasındaki süreklilik de düşünüldüğünde, bu uydu görüntüsü biyolojik çeşitliliğin izlenmesinde öne çıkmaktadır.

Öncelikle Landsat-8 uydu görüntüsü, yeri hem 1/25000 ölçekli topoğrafik haritada, hem de görüntüde belirgin olan yer kontrol noktaları yardımıyla, UTM ED-50 koordinat sistemine referanslandırılmıştır. Görüntü çekimi sırasında herhangi bir sis olmadığından görüntüye herhangi bir atmosferik düzeltme uygulanmamıştır. Atmosferik düzeltme uygulanmadığından, parlaklık değerlerinin, yansıtım değerlerine dönüştürülmesine gerek görülmemiştir. Çünkü atmosferik düzeltme yapılmadığında, yansıtım değerleri sadece orijinal parlaklık değerlerinin doğrusal transformasyonu olacağından, hesaplanan Normalleştirilmiş Fark Bitki İndeksi (NDVI) değerleri bu işlemde etkilenmemektedir. Sonuç olarak, uydu verisinin kırmızı ve yakın kızılötesi bantları formüldeki şekilde hesaplanmak suretiyle (1), NDVI görüntüsü elde edilmiştir. Kuş gözlemlerinin yapıldığı alan, 30 m çözünürlüklü Landsat-8

OLI görüntüsü üzerinde yaklaşık dört pikseli temsil etmektedir. Görüntünün geometrik kaydıncan kaynaklanan sapmalar ve Küresel Konum Belirleyicinin taşıdığı hatalar dikkate alınarak, çalışmada kuş gözleminin yapıldığı noktanın çevresindeki en yakın 16 piksel (4x4) değerlendirilmeye alınmıştır.

$$NDVI = \frac{Yakın\ Kızılötesi - Kırmızı}{Yakın\ Kızılötesi + Kırmızı} \quad (1)$$

Şekil ve renk parametreleri değiştirilerek, NDVI görüntüsü üzerinde çok sayıda deneme yapılmış; görüntünün çözünürlüğü ve gözlem alanlarındaki çeşitliliği en iyi temsil eden görüntü dilimleme seçeneği (Ölçek parametresi 5, Renk 0,9 ve Şekil 0,1) tespit edilmiştir. Her gözlem alanı içindeki oluşan nesnelerin (benzer parlaklık değerine sahip piksel grupları) sayısı ve bunların arazide temsil ettiği yüzölçümleri hesaplanmıştır. Farklı nesne sayısı ve bunların bulunma oranları aşağıda verilen, Shannon çeşitlilik indeksi ( $Sh$ ) formülünde (2) yerine koyularak her gözlem alanının arazi çeşitliliği bulunmuştur (Şekil 1). Böylece, gözlem alanlarına karşılık gelen pikseller için, arazi çeşitlilik değerleri elde edilmiştir.

$$Sh = - \sum_{i=1}^N P_i \ln(p_i) \quad (2)$$

Formülde;  $N$  parça sayısını (görüntü objesi sayısı),  $P_i$  parçanın yüzölçümünün toplam alana oranını göstermektedir.

Shannon çeşitlilik indeksi yanında, her gözlem alanı için "ortalama NDVI" de değerlendirilmeye alınmıştır.

### 2.3. İstatistiksel değerlendirme

Uydu verisinden türetilen arazi çeşitliliği ile kuş türü zenginliği arasındaki ilişkinin yönünü, derecesini ve önemini ortaya koymak amacıyla korelasyon analizi uygulanmıştır. Çalışmada kullanılan bu iki değişken normal dağılıma uygunluk gösterdiği Shapiro-Wilk testiyle kontrol edilmiş ve Pearson korelasyon analizinin kullanılması

kararlaştırılmıştır. Korelasyon katsayısının ( $r$ ) anlamlı olup olmadığı  $t$  dağılımı ile test edilmiştir.

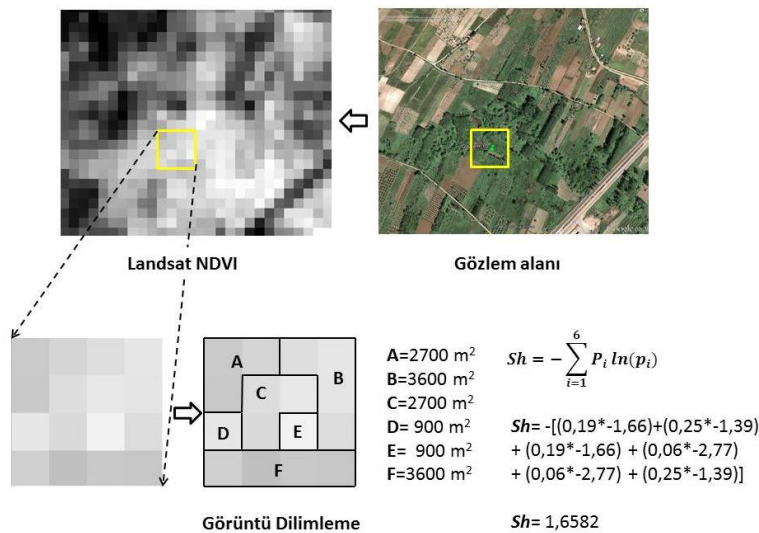
## 3. Bulgular

### 3.1. Kuş gözlemleri

Çalışma alanında toplam 27 kuş türü gözlemlenmiştir. Bunlar; Ak Kuyruksallayan (*Motacilla alba*, Akgerdanlı Ötleğen (*Sylvia communis*), Alaca Ağaçkakan (*Dendrocopos syriacus*), Alakarga (*Garrulus glandarius*), Anadolu sıvıcısı (*Sitta krueperi*), Büyük baştankara (*Parus major*), Çam Baştankarası (*Parus ater*), Çıvgın (*Phylloscopus collybita*), Çitkuşu (*Troglodytes troglodytes*), İbibik (*Upupa epops*), İspinoz (*Fringilla coelebs*), Kara Alınlı Örümcek Kuşu (*Lanius minör*), Karabaşlı İskete (*Spinus spinus*), Karatavuk (*Turdus merula*), Kaya Serçesi (*Petronia petronia*), Keten Kuşu (*Carduelis cannabina*), Kızılgerdan (*Erithacus rubecula*), Kumru (*Streptopelia decaocto*), Küçük İskete (*Serinus serinus*), Maskeli örümcekuşu (*Lanius nubicus*), Orman Tırnaşık Kuşu (*Certhia familiaris*), Öter Ardıç (*Turdus philomelos*), Saka (*Carduelis carduelis*), Sarı Kuyruksallayan (*Motacilla flava*), Sığırcık (*Sturnus vulgaris*), Sıvacı Kuşu (*Sitta europaea*) ve Üveyik (*Streptopelia turtur*)'tir.

### 3.2. Kuş türü zenginliği ile Landsat uydu verisinden çıkarılan değişkenler arasındaki ilişkiler

Ortalama NDVI ve görüntü objeleri temel alınarak hesaplanan Shannon indeksi ile gözlemlerle tespit edilen kuş türü zenginliğine ait tanımlayıcı istatistikler Çizelge 1'de verilmiştir. Buna göre, en düşük kuş türü sayısı (3); Aşağı Gökdere yöresindeki saf kızılçam ormanından alınan bir gözlem alanında belirlenmiştir. En düşük Shannon değeri de (0,77), aynı şekilde kızılçam ağırlıklı meşcerelerden elde edilmiştir. En yüksek kuş türü sayısı (26) ise meyve bahçeleri ile orman alanlarının sınır bölgesinden alınan bir noktada gözlemlenmiştir. En büyük Shannon değeri (2,22) de, yine meyve bahçeleri, çalılıklar ve orman sınırını içine alan bir alanda hesaplanmıştır.



Şekil 1. Gözlem alanına karşılık gelen NDVI görüntüsüne uygulanan "görüntü dilimleme" ve Shannon indeksinin hesaplanması

Çizelge 1. Tanımlayıcı istatistikler

	Örnek alan sayısı (N)	Min.	Maks.	Ortalama	Standart sapma
Kuş türü zenginliği	23	3	26	14,43	6,41
Ortalama NDVI	23	0,14	0,44	0,32	0,063
Shannon indeksi	23	0,77	2,22	1,40	0,38

Uygulanan Shapiro-Wilk testi sonuçlarına göre önem düzeyleri, Kuş türü zenginliği, Shannon indeksi ve Ortalama NDVI için sırasıyla; 0,13, 0,93 ve 0,26 olarak hesaplanmıştır. Buna göre değişkenlerin normal dağım gösterdiği anlaşılmıştır. İncelenen değişkenler arasındaki ilişkileri gösteren Pearson Korelasyon analizi sonuçları Çizelge 2'de verilmiştir. Görüldüğü gibi kuş türü zenginliği ile Ortalama NDVI değerleri arasında bir ilişki bulunmamaktadır. Diğer taraftan kuş türü zenginliği ile Görüntü objeleri temel alınarak hesaplanan Shannon indeksi arasında istatistiksel olarak anlamlı ( $p < 0,01$ ) bir pozitif ilişki tespit edilmiştir. Çalışmada öngörüldüğü gibi, uydu verisinden türetilen arazi çeşitliliği arttıkça, kuş türü sayısında bir artış olmuştur. Ancak elde edilen korelasyon katsayısı ( $r:0,58$ ) bu ilişkinin kuvvetli olmadığını göstermektedir.

#### 4. Tartışma ve sonuçlar

Çalışmada, uydu görüntüleri kullanılmak suretiyle, geniş coğrafi bölgeler için, kuş türü zenginliğiyle dolaylı olarak da biyolojik çeşitlilik ile ilgili bir değerlendirme yapılabilir mi sorusuna cevap aranmıştır. Elde edilen bulgular, kuş türü zenginliği ile görüntü objelerinin sayısı ve alansal oranları dikkate alınarak hesaplanan Shannon Çeşitlilik indeksi değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olduğunu göstermektedir. Hesaplanan Pearson Korelasyon Katsayısına göre ( $r:0,58$ ) bu ilişkinin düşük düzeyde olduğu söylenebilir. Çalışmada ortaya çıkan bu istatistiksel ilişkinin kaynağı, gözlem alanlarındaki kuş türü zenginliğinin, Landsat NDVI görüntüsündeki piksel değerlerinin varyansının artmasına paralel olarak yükselmesi olarak düşünülmektedir. Diğer taraftan, kuş türü zenginliğinin modellenmesi için, uydu görüntüsüne dayalı arazi çeşitliliğinin tek başına kullanıldığı bir doğrusal regresyon modelinin, geniş alanlarda kuş türü zenginliğini haritalamada yetersiz olabileceği söylenebilir.

Bu çalışmanın bulguları Landsat serisinin uydu görüntülerinin kullanıldığı benzer çalışmalarla kısmen örtüşmektedir. St-Louis vd., (2009) tarafından yapılan çalışmada, Landsat-NDVI verisinden türetilen doku özelliklerini kullanarak kuş tür zenginliğini tahmin edilmiştir. Elde edilen tahmin modellerinin açıklama payı ( $R^2 = 0,82$ ) olarak verilmiştir. Benzer bir çalışmada, Culbert vd., (2012) Landsat verilerinden ürettikleri doku özellikleri ile kuş tür zenginliği arasında istatistiksel olarak önemli bir ilişki tespit etmişlerdir ( $R^2 = 0,51$ ). Görüldüğü gibi sunulan bu çalışmada daha düşük bir ilişki bulunmuştur ( $R^2=0,34$ ). Bu uyumsuzluk, çalışılan orman ekosistemlerinin özellikleri arasındaki farklardan ya da görüntü değişkenlerinin hesaplanmasında farklı yöntemlerin kullanılmasından kaynaklanmış olabilir.

Çizelge 2. Kuş türü zenginliği ile görüntü değişkenleri arasındaki ilişkilere ait Pearson Korelasyon Katsayıları (r)

	Kuş türü zenginliği	Shannon indeksi	Ortalama NDVI
Kuş türü zenginliği	1	0,58**	0,21
Shannon İndeksi		1	0,12
Ortalama NDVI			1

\*\*  $P < 0,01$

Her ne kadar bu çalışmanın bulguları ümit verici olsa da, kuş türü çeşitliliğinin modellenmesinde, uydu görüntüsünden türetilen arazi çeşitliliğinin, diğer çevresel (topoğrafik, ekolojik) faktörlerle bir arada kullanılmasının daha uygun olacağı düşünülmektedir. Kuş gözlemlerinin yapıldığı alanın hemen yakın çevresinde, kuş türlerinin bu gözlem alanını ziyaret etmesini etkileyen diğer faktörler olabilir. Örneğin çevrede bir su kaynağının bulunması, yerleşim yerlerine uzaklık gibi faktörler gözlem yapılan alandaki tür kompozisyonuna etki yapabilir. Bu sebeple, bütün değişkenleri değerlendirmeye alabilen, daha gelişmiş çok yönlü modelleme tekniklerine (Özkan, 2010) ihtiyaç duyulmaktadır. Uygun modelleme yöntemleriyle, geniş coğrafi alanlarda kuş türü zenginliğini gösteren haritalar elde edilebilir. Böyle haritalar, başta yaban hayatı amenajmanı olmak üzere, biyolojik çeşitliliğin korunması ve orman işletmelerinin planlanması çalışmalarında çok yararlı olabilir.

Çalışmada 23 gözlem alanı kullanılmıştır. Bu sayının geniş coğrafi bölgelerde, kuş türü zenginliğini modellemek için yapılacak çalışmalar için yetersiz olduğu açıktır. Ülkemizde, biyolojik çeşitliliğin önemli göstergelerinden birisi olan, kuş türü zenginliği ve kuş yoğunluğu ile ilgili farklı Orman Bölge Müdürlüklerinde yapılacak uzun süreli gözlemlere ihtiyaç bulunmaktadır. Ormancılık Araştırma Enstitüleri uygun bir planlamayla, sabit gözlem alanları olarak bu izleme çalışmasını gerçekleştirebilirler. Uzun dönemleri kapsayan gözlem verileri oluştuğunda, uydu görüntüleri ve Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) verileri kullanılarak Bölge veya İşletme Müdürlükleri itibarıyla kuş türü çeşitliliği modellenilebilir. Böylece biyolojik çeşitliliğin korunması için önemli altlık haritalar elde edilebilir. Ayrıca, sabit alanlarda yapılacak düzenli gözlemler temel alınarak, küresel iklim değişimlerinin kuş türleri üzerine etkilerini takip etmek de mümkün olabilir. Örnek alan sayısı yanında, çalışmada bulunan ilişkinin derecesini etkileyen sebeplerinden birisi de, uydu verisinin mekânsal çözünürlüğü olabilir. İleride yapılacak çalışmalarda, farklı mekânsal çözünürlüğe sahip uydu verileri bu amaçla karşılaştırılmalıdır.

Meyve bahçeleri ve çalılık alanların ormanla sınırlı olduğu gözlem alanlarında, saf orman arazileriyle karşılaştırıldığında, kuş çeşitliliğinin çoğunlukla fazla olması, bu çalışmada ortaya çıkan diğer bir bulgudur. Buralar, daha fazla kuş türünün örtü, yuva ve beslenme ihtiyaçlarını karşılayabildiği habitatlara sahip alanlardır. Buradan, özellikle geleneksel tarım uygulamalarının yapıldığı orman sınırları içine ya da bitişiğindeki arazilerin, yaban hayatı yönetiminde dikkate alınması gerektiği söylenebilir (Fahrig vd., 2011). Özellikle orman içi açıklıkların meyveli ağaç ve çalı türleriyle bitkilendirilmesi, bu bakımdan çok önemli gözükmektedir.

Özetlemek gerekirse; bu çalışma Landsat uydu görüntüsünden görüntü dilimleme yöntemiyle elde edilen

çeşitlilik ile kuş türü zenginliği arasında bir ilişkinin varlığını ortaya koyması bakımından önemlidir. Ancak, bu bulgunun daha geniş coğrafi bölgelerde, daha fazla gözlem alanı ile farklı çözünürlükte uydu görüntüleri kullanılarak ve diğer çevresel faktörler dâhil edildiği daha kapsamlı çalışmalarla desteklenmesi gerekmektedir.

### Teşekkür

Bu çalışmada kullanılan kuş verilerinin bir kısmı, Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenen BAP 3471-YL1-13 ve BAP 3473-YL1-13 nolu proje çalışmalarından elde edilmiştir.

### Kaynaklar

Başkaya, S. 2003. Distribution and principal threats to Caucasian black grouse *Tetrao mlokosiewiczii* in the Eastern Karadeniz Mountains in Turkey, *Wildlife Biology*, 9(4), 377-383.

Bergner, A., Avcı, M., Eryiğit, H., Jansson, N., Niklasson, M., Westerberg, L., & Milberg, P. 2015. Influences of forest type and habitat structure on bird assemblages of oak (*Quercus* spp.) and pine (*Pinus* spp.) stands in southwestern Turkey. *Forest Ecology and Management*, 336, 137-147.

Bibby, C. J., N. D. Burgess, and D. A. Hill. 1992. "Bird census techniques". British trust for ornithology and the royal society for the protection of birds: 257. Academic press, London.

Burgess, N. D., Rahbek, C., Larsen, F. W., Williams, P., Balmford, A. 2002. How much of the vertebrate diversity of sub-Saharan Africa is catered for by recent conservation proposals?, *Bioogical Conservation*. 107, 327-339.

Chawla, A., Yadav, P. K., Uniyal, S. K., Kumar, A., Vats, S. K., Kumar, S., & Ahuja, P. S. 2012. Long-term ecological and biodiversity monitoring in the western Himalaya using satellite remote sensing. *Current Science(Bangalore)*, 102(8):1143-1156.

Culbert, P. D., Radeloff, V. C., St-Louis, V., Flather, C. H., Rittenhouse, C. D., Albright, T. P., Pidgeon, A. M. 2012. Modeling broad-scale patterns of avian species richness across the Midwestern United States with measures of satellite image texture, *Remote Sensing of Environment*, 118:140-150.

Fahrig, L., Baudry, J., Brotons, L., Burel, F. G., Crist, T. O., Fuller, R. J., ... & Martin, J. L. 2011. Functional landscape heterogeneity and animal biodiversity in agricultural landscapes. *Ecology letters*, 14(2):101-112.

Gao, T., Nielsen, A. B., & Hedblom, M., 2015. Reviewing the strength of evidence of biodiversity indicators for forest ecosystems in Europe. *Ecological Indicators*, 57, 420-434.

Gibbons, J. W., Scott, D. E., Ryan, T. J., Buhlmann, K. A., Tuberville, T. D., Metts, B. S., ... & Winne, C. T., 2000. The Global Decline of Reptiles, Déjà Vu Amphibians Reptile species are declining on a global scale. Six significant threats to reptile populations are habitat loss and degradation, introduced invasive species, environmental pollution, disease, unsustainable use, and global climate change. *BioScience*, 50(8):653-666.

Gündoğdu, E. 2010. Conservation Strategies on Bird and Mammal Species in Yukarıgökdere-Isparta, Turkey. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 9(9):1338-1344.

Hernández-Stefanoni, J. L., Gallardo-Cruz, J. A., Meave, J. A., Rocchini, D., Bello-Pineda, J., & López-Martínez, J. O., 2012. Modeling  $\alpha$ - and  $\beta$ -diversity in a tropical forest from remotely sensed and spatial data. *International journal of applied earth observation and geoinformation*, 19:359-368.

Jewitt, D., Goodman, P. S., Erasmus, B. F., O'Connor, T. G., & Witkowski, E. T., 2015. Systematic land-cover change in KwaZulu-Natal, South Africa: Implications for biodiversity. *South African Journal of Science*, 111(9-10):01-09.

Johnstone, C. P., Lill, A., & Reina, R. D., 2014. Habitat loss, fragmentation and degradation effects on small mammals: Analysis with conditional inference tree statistical modelling. *Biological Conservation*, 176:80-98.

Maron, M., Gordon, A., & Mackey, B. G., 2015. Agree on biodiversity metrics to track from space. *Nature*, 523: 403-405.

Oğurlu, İ. 1988. İşletme Ormanlarında Yaban Hayatı Habitatlarının Düzenlenmesi, İÜ. Orman Fakültesi Dergisi, 38(2):120-135.

Oğurlu, İ., Ünal, Y., Aksan, Ş. 2010. Yaban Hayatında Biyorestorasyon, III. Ulusal Karadeniz Ormanlık Kongresi, 20-22 Mayıs 2010, Bildiriler Kitabı, Artvin, 1225-1232.

Özdemir, İ., Mert, A., Şentürk, Ö., 2012. Predicting Landscape Structural Metrics Using Aster Satellite Data, *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management*, 20(2):168-176.

Özkan, K., 2010. Orman ekosistemçeşitliliği haritalama çalışmaları için ekolojik alan çeşitliliğinin belirlenmesi üzerine bir öneri. *SDÜ Orman Fakültesi Dergisi* 2:136-148.

Schindler, S., von Wehrden, H., Poirazidis, K., Hochachka, W. M., Wrbka, T., Kati, V., 2015. Performance of methods to select landscape metrics for modelling species richness. *Ecological Modelling*, 295:107-112.

Schindler, S., von Wehrden, H., Poirazidis, K., Wrbka, T., Kati, V., 2013. Multiscale performance of landscape metrics as indicators of species richness of plants, insects and vertebrates. *Ecological Indicators*, 31:41-48.

St-Louis, V., Pidgeon, A. M., Clayton, M. K., Locke, B. A., Bash, D., Radeloff, V. C. 2009. Satellite image texture and a vegetation index predict avian biodiversity in the Chihuahuan Desert of New Mexico. *Ecography*, 32(3): 468-480.

Turner, W., Rondinini, C., Pettorelli, N., Mora, B., Leidner, A. K., Szantoi, Z., ... & Woodcock, C., 2015. Free and open-access satellite data are key to biodiversity conservation. *Biological Conservation*, 182:173-176.

Yu, L., Shi, Y., & Gong, P., 2015. Land cover mapping and data availability in critical terrestrial ecoregions: A global perspective with Landsat thematic mapper and enhanced thematic mapper plus data. *Biological Conservation*, 190:34-42.