

İNSANSIZ HAVA ARACI KULLANILARAK ANADOLU YABAN KOYUNLARININ POPÜLASYONUNUN BELİRLENMESİ: KONYA-BOZDAĞ BÖLGESİ

İlkay BUĞDAYCI¹ (ORCID: 0000-0001-8361-1306)*
Abdullah VARLIK¹ (ORCID: 0000-0003-2072-3313)
Fatma MUTLU¹ (ORCID: 0000-0002-0468-3764)

¹Harita Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Necmettin Erbakan Üniversitesi, Konya, Türkiye

Geliş / Received: 10.04.2019
Kabul / Accepted: 20.06.2019

ÖZ

Yaban hayatı yönetimi çalışmalarının verimli olarak yürütülebilmesi için popülasyonun sayısı ve dağılımı hakkında bilgi elde edilmesi ve düzenli olarak envanter çalışmalarının yapılması gerekir. Yaban hayatı popülasyonlarının belirlenmesinde, yüksek kaliteli veriler sunan uzaktan algılama tekniklerinden İHA'nın kullanımı oldukça artmıştır. Bu kapsamda ülkemizde en önemli endemik memeli türü olan, Bozdağ Yaban Hayatı Geliştirme Sahası (YHGS) sınırları içerisinde bulunan Anadolu Yaban Koyunlarının İHA tekniğiyle envanter çalışması gerçekleştirilmiştir. Çalışma kapsamında PHANTOM-3 modeli İHA ve Agisoft PhotoScan Pro yazılımı kullanılmıştır. Anadolu Yaban Koyunlarının sayımı için 4 farklı gözlem alanı belirlenmiş, havdan doğrudan gözlem metodu ile kısmi sayım tekniği kullanılmıştır. Verilerin değerlendirilmesi sonucunda 585 adet Anadolu Yaban Koyunu tespit edilmiştir. Yapılan çalışmanın diğer envanter çalışmalarına, av ve yaban hayatı yönetimine altlık olacağı düşünülmektedir.

Anahtar kelimeler: Anadolu yaban koyunları, envanter çalışması, insansız hava aracı, kısmi sayım tekniği

DETERMINATION OF THE POPULATION OF ANATOLIAN WILD SHEEPS USING UNMANNED AIR VEHICLES: KONYA-BOZDAĞ REGION

ABSTRACT

In order to carry out wildlife management efficiently, information about the number and distribution of the population should be obtained and regular inventory studies should be carried out. The use of UAV from remote sensing techniques that provide high quality data has increased considerably in identification of wildlife populations. In this context, an inventory study was conducted with the UAV technique of the Anatolian Wild Sheeps, which are the most important endemic mammal species in our country, within the boundaries of Bozdağ Wildlife Development Area (YHGS). PHANTOM-3 model UAV and Agisoft PhotoScan Pro software was used. Four different observation areas were determined for counting of Anatolian Wild Sheep and partial counting technique was used with direct observation method. As a result of the evaluation of the data, 585 Anatolian Wild Sheep were identified. The study is thought to be a base for other inventory studies, hunting and wildlife management.

Keywords: Anatolian wild sheeps, inventory, uav (unmanned ariel vehicle), partial counting technique

1. GİRİŞ

Anadolu Yaban Koyunu, dünyadaki beş yaban koyunu türünden biri olan Asya Muflonu' nun (*Ovis gmelinii*) 15 alt türünden biridir. Anadolu' daki endemik türlerden biri olup, tüm dünyada sadece Türkiye' de yaşamaktadır.

Kısa tüyleri, kısa kulakları ve kuyruğu, uzun ve ince bacaklarıyla koyundan çok geyikgillere benzeyen Anadolu Yaban Koyunu'nun görme, koku alma ve işitme duyuvarı oldukça fazla gelişmiştir. Anadolu Yaban Koyunu biyolojik özellikleri, evcil koyunların atası olması ve Anadolu'daki biyolojik çeşitlilik açısından çok önemli bir türdür [1]. Bilim dünyasına ilk kez 1841 yılında Blyth, 1856 da da Valenciennes tarafından tanıtılmış, 1800' lü yıllardaki çalışmalara göre; yaşam alanları Ankara, Eskişehir, Afyon ve Konya' nın dağlık bölgeleri olarak belirtilmiştir. Aşırı avlanma, bazı avcı türlerin baskısı ve besin sıkıntısı gibi nedenlerle nesli tükenme tehdidiyle karşı karşıya kalan Anadolu Yaban Koyunlarının sayısı 1960' lı yıllarda 50' nin altına düşmüştür [2]. Anadolu Yaban Koyunlarının yaşam alanı 1967 yılında Tarım Bakanlığı tarafından Yaban Koyunu Koruma Sahası olarak kabul edilmiştir. Yaban Koyunu Koruma Sahası Karatay, Selçuklu ve Altınekin ilçeleri sınırları kapsamakta olup ve 07.09.2005 tarihinde 2005/9453 sayılı Bakanlar Kurulu Kararı ile 59.296,5 ha'lık bir alan Yaban Hayatı Geliştirme Sahası (YHGS) olarak değiştirilip, ilan edilmiştir [3]. Dünyada sadece ülkemizde bulunan Anadolu Yaban Koyunları için en uygun yaşam koşullarının sağlanması ve sürdürülebilir yaban hayatı yönetiminin geliştirilmesi bu türün geleceğe taşınması bakımından oldukça önemlidir.

Yaban hayatı yönetimi ya da doğal yaşam yönetimi stratejilerinin geliştirilmesindeki temel sorunlardan birisi doğru popülasyon verilerinin elde edilmesi yani belirli aralıklarla düzenli olarak yapılması gereken envanter çalışmalarıdır. Sadece yaban hayatındaki değişimleri anlamak için değil, aynı zamanda yönetim uygulamalarının yaban hayatı popülasyonları ve yaşam alanları üzerindeki etkilerini anlamak için de önemlidir. Herhangi bir hasat stratejisi, koruma politikası planlanıp uygulanmadan önce çalışmaların verimli olarak yürütülmesi için hayvan sayılarının bilinmesi oldukça önemlidir. Bir popülasyonun sayısı, dağılımı hakkında herhangi bir bilgi olmadan, buna bağlı çalışmalar yapmak mümkün değildir.

Günümüzde uzaktan algılama, birçok alanda yeni teknikler olarak kullanılmaya başlanılmıştır. Uzaktan algılamanın son yıllarda kullanıldığı alanlardan birisi de yaban hayatıdır. Uzaktan algılama (İnsansız Hava Araçları (İHA), LİDAR, Uydu görüntüleme), fotokapan, Global Navigation Satellite System (GNSS) teknikleri yaban hayatının geliştirilmesi, koruma altına alınan türlerin doğadan alınması ve koruma sahalarına yerleştirilmesi, kontrol edilmesi ve biyoçeşitlilik gibi alanlarda önemli katkılar sağlamaktadır. Uzaktan algılama teknikleri, yaban hayatı popülasyonlarının hızla tehdit altına girmeleri, yaban hayvanlarının çok hareketli olması ve uzak habitatlarda bulunmaları gibi nedenlerden dolayı diğer tekniklere göre giderek daha fazla kullanılmaktadır [4, 5, 6, 7].

Uzaktan algılama teknolojisi olan İHA'lar, arkeolojik alanların ve kültürel mirasın belgelenmesi [8, 9], hassas tarımı destekleme amacıyla bitki örtüsü izleme [10, 11], afet yönetimi [12, 13], gibi çeşitli uygulamaların yanı sıra yaban hayatı çalışmalarında da etkin bir yöntemdir. İHA'lar, yapay zekâ ve minik termal görüntüleme sistemleriyle birlikte, yaban hayatı ekolojisinde büyük alanlarda maliyeti düşük araştırmaların yapılabilmesi için fırsatlar sunmaktadır [14, 15].

Bu çalışmanın amacı, Konya ili Karatay ilçesi, "Bozdağ Yaban Hayatı Geliştirme Sahası" sınırları içerisinde bulunan Anadolu Yaban Koyunlarının İHA fotogrametrisi yöntemiyle popülasyonunun belirlenmesidir. Elde edilen verilerden üretilen yoğunluk haritası ile popülasyon yoğunluğu ve Anadolu yaban koyunlarının bölge içindeki dağılımları belirlenmiştir. Çalışma kapsamında gerçekleştirilen Anadolu Yaban Koyunları envanteri Türkiye'de haritacılık alanında İHA kullanılarak yapılan ilk çalışmadır. Elde edilen sonuçların yapılacak diğer çalışmalara (habitat restorasyonu, envanter çalışmaları, av ve yaban hayatı yönetimine) altlık oluşturacağı düşünülmektedir.

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Yaban Hayatı Envanterine İlişkin Teknikler

Envanter çalışmaları, yeni bilgi arayışı (örneğin, fauna veya habitatları tanımlamak için, belirli bir alanın habitat ve ilgili terimlerinin tanımlanması için) ya da değişimleri belirlemekle birlikte yönetim uygulamalarının yaban hayatı popülasyonları ve yaşam alanları üzerindeki etkilerini inceleyebilmek için oldukça önemlidir. Hasat stratejisi, koruma politikası vb. çalışmaların verimli olarak yürütülmesi için hayvan sayılarının bilinmesi gereklidir. Çünkü bir popülasyonun sayısı, dağılımı hakkında bilgi olmadan, buna bağlı ilişkileri araştırma

İNSANSIZ HAVA ARACI KULLANILARAK YABAN KOYUNLARININ POPÜLASYONUNUN BELİRLENMESİ

olanağı yoktur. Yaban hayatı popülasyonlarının korunması, artması ve yaşadıkları ortamların uygun hale getirilmesi kısaca yaban hayatı yönetimi için aktif nüfus sayımlarına ihtiyaç vardır [16].

Envanterlerin esas amacı hedef popülasyonun yoğunluğunu belirlemektir. Bu tür envanterler yılda 3 kez ideal olarak; üreme mevsiminde, yavrular doğduktan sonra avlanma mevsimi başlamadan önce ve avlanma mevsiminden sonra yapılmalıdır. Ancak, envanter çalışmaları genellikle insan gücü ve maddi sıkıntı nedeniyle yılda bir kez yapılmaktadır.

Yaban hayatı yöneticileri, yaban hayatı popülasyon büyüklüklerini tahmin etmek için 4 genel yaklaşım kullanmaktadır [17]. Bu yaklaşımlar; tam sayım, kısmi sayım, doğrudan sayım tekniği, dolaylı gözlem teknikleri olmak üzere aşağıda sırasıyla açıklanacaktır.

2.1.1. Tam (total) sayım

Tam sayımda hedef popülasyonun tamamının kısa bir süre içinde sayılması esas alınmaktadır. Çok sayıda insandan oluşan bir ekiple tüm alan taranarak bölgede saklananlar da dahil sayılmak istenen türün tamamının sayılması esastır. Bu yöntemle %100 sayımın yapılabilmesi mümkün olmamakla birlikte, minimum popülasyon büyüklüğü belirlenebilmektedir. Bu yaklaşım yüksek maliyet ve personel eksikliğinden dolayı yaban hayatı yönetiminde nadiren kullanılmaktadırlar [17].

2.1.2. Örnekleme/kısmi sayım

Bir popülasyonun bir kısmını sayarak, bu sayıya göre tüm popülasyonu tahmin etme yöntemidir. Örnekleme, tipik olarak hedef türün yayılış alanının sadece belli kesimlerinin taranması yoluyla yapılır. Böyle bir kısmi sayım, bireylerin hepsinin kısa bir süre içinde görülemeyeceği, saptanamayacağı gerçeğinin yanı sıra zaman, personel ve ulaşım kısıtlamaları nedeniyle alanın tamamının eşzamanlı olarak taranamaması nedeniyle de zorunlu olur. Örnekleme sayımda örnekleminin olabildiğince yansız olmasına, çalışma yapılan arazi farklı bitki örtüsüne ya da popülasyon yoğunluğa sahip ise o zaman katmanlama yaklaşımı ile bu bölgelere ayrı ayrı örnekleme yapılmasına dikkat edilmelidir. Ayrıca örneklenen toplam popülasyon büyüklüğü hesaplanırken yanlış da olsa bazı varsayımlarda (bireylerin alanda aynı yoğunlukta dağıldıkları) bulunmak gerekmektedir. Bu tip varsayımlardan ve örnekleminin doğasından kaynaklanan hatalar popülasyon hesaplanmasında yaban hayatı envanterlerinde kabul edilen hata payı oranı %10 olarak dikkate alınmalıdır [17].

2.1.3. Doğrudan sayım teknikleri

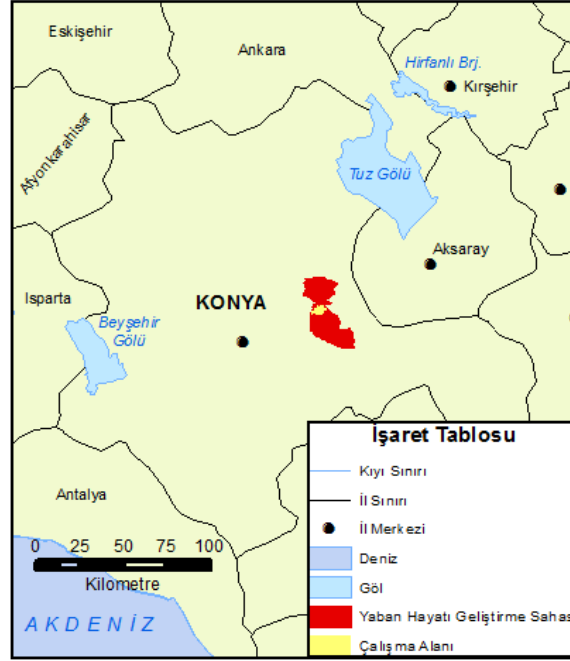
Popülasyonun tamamına ait bireyleri veya kısmi bireyleri doğrudan gözleyerek, hayvanın kendisinin görülerek yapılan sayım tekniğidir. Uzaktan algılama tekniklerini kullanılarak popülasyondaki bireylerin uzaktan görülmesi veya tespit edilmesi de doğrudan sayım tekniklerine girer [18].

2.1.4. Dolaylı gözlem teknikleri

Dolaylı gözlem tekniği, işaretlerden (ayak izi, dışkı, ağaç kabuklarının soyulması, yiyecek artıkları, eşinme yeri ve ses vb.) yola çıkarak örnekleme teknikleri kullanılmasıdır. Doğrudan sayım teknikleriyle karşılaştırıldığında daha az emek ve zaman harcayarak envanter verileri elde edilen bir tekniktir [18].

2.2. Çalışma Alanı

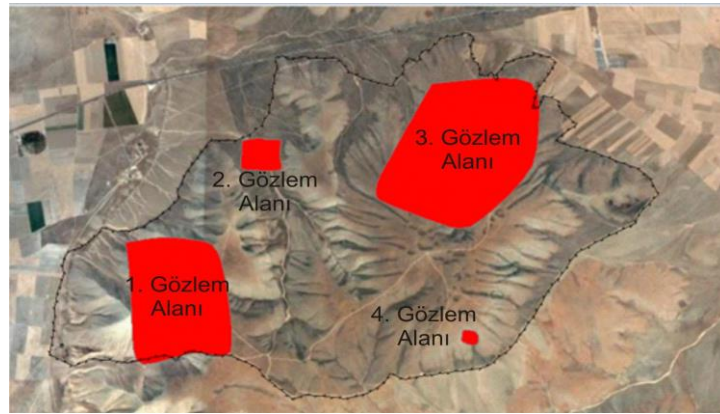
Çalışma sahası olarak Konya Bozdağ Yaban Hayatı Geliştirme Sahası (YHGS) içerisindeki kafes tel çitle çevrili alan belirlenmiş, Şekil 1'de çalışma alanı olarak gösterilmiştir. 1967 yılında Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü, Konya Şube Müdürlüğüne bağlı Bozdağ Yaban Koyunu Koruma ve Üretim Sahası Tarım Bakanlığı görevlilerinin düzenledikleri rapora göre Yaban Koyunu Koruma Sahası olarak ilan edilmiştir. Koruma sahası Karatay, Selçuklu ve Altınekin ilçeleri sınırları kapsamakta olup ve 07.09.2005 tarihinde 2005/9453 sayılı Bakanlar Kurulu Kararı ile 59.296,5 ha'lık bir alan YHGS olarak değiştirilip, ilan edilmiştir. 1988-1992 yılları boyunca bu sahanın 3429.5 ha'lık bir alanı kafes tel çitle çevrilmiştir. Çalışmalar 3429.5 ha'lık olan bu alanda yürütülmüştür. Dışarıdaki Anadolu Yaban Koyunları üzerine yoğun bir şekilde kurt, evcil koyun, köpek ve insan baskısı mevcuttur. Bölgede karasal iklim hâkim olup, alanda başka koruma statüsü bulunmamaktadır. YHGS sınırlarında Anadolu Yaban Koyunundan başka, kurt, tilki, tavşan, porsuk, gelincik, kartal, keklik vs. hayvanlar yaşamaktadır [3].



Şekil 1. Konya Bozdağ Yaban Hayatı Geliştirme Sahası ve çalışma alanının konumu

2.3. Veri Toplama

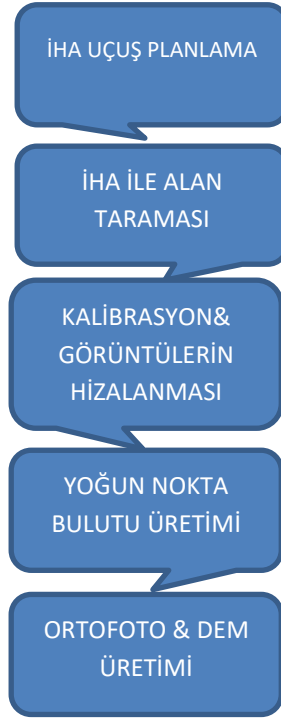
İlk olarak elektrikli tel çitle çevrili 3429.5 ha'lık bir alanın ön etüt çalışması yapılmıştır. Çalışma alanını iyi tanıyan geliştirme sahasında görev yapan personellerden bilgi alınarak sahada istikşaf çalışmaları yapılmıştır. Yaban koyunlarının sıklıkla gözlemlendiği yerler dikkate alınarak alınan bilgiler doğrultusunda, kısmi sayım tekniğinin uygulanacağı 4 adet gözlem alanı belirlenmiş ve çalışmalar bu gözlem alanlarında yürütülmüştür (Şekil 2). Çalışmada Havadan Doğrudan Gözlem Metodu ile Kısmi Sayım Tekniği tercih edilmiştir.



Şekil 2. Anadolu Yaban Koyunu envanteri gözlem alanları (Google Earth görüntüsü)

Çalışmada, kurum görevlisinden destek alınarak arazi ulaşımında Orman ve Su İşleri 8. Bölge Müdürlüğüne ait 1 adet 4x4 Toyota marka Pikap, yaban koyunlarını kolayca ve net olarak görebilmek amacıyla 1 adet nikon marka dürbün, çalışma sahası ve objelerin fotoğraflanması amacıyla Panasonic Lumix GX1 marka fotoğraf makinesi kullanılmıştır.

Görüntüler bir İHA platformu ile elde edilmiştir. İHA Fotogrametrisi işlem adımları Şekil 3'te verilmiştir. Fotoğraf ölçeği, enine ve boyuna bindirme oranı, uçuş yüksekliği ve kolon sayısı parametrelerinin belirlenmesini içeren İHA uçuş planlaması yapılmıştır.

İNSANSIZ HAVA ARACI KULLANILARAK YABAN KOYUNLARININ POPÜLASYONUNUN BELİRLENMESİ

Şekil 3 İHA Fotogrametrisi İşlem Adımları

Çalışma alanı tanımlandıktan sonra uçuş planı hazırlanmıştır. Havadan resim alımı için, 12 MP (4000x3000) çözünürlüklü kameraya sahip DJI Phantom 3 Pro kullanılmıştır. İHA'nın sahip olduğu 3-eksenli gimbal kendisine bağlı olan kameranın titreşimini $\pm 0.02^\circ$ eğik titreşim aralığında olacak hassasiyette engellemektedir. İHA en fazla 6000 m yüksekliğe çıkabilmektedir. Aracın uzaktan kumanda ile iletişim uzaklığı ise yaklaşık 120 m'dir. Aracın hava şartlarına bağlı olarak uçuş süresi yaklaşık 25 dk'dır. Ayrıca araçta dahili bir GPS alıcısı bulunmaktadır ve havada iken konum doğruluk aralığı yatayda ± 1.5 m, düşeyde ± 0.5 m'dir. Araçta kullanılan kamerada 1/2.3" CMOS sensör ve diyaframı f/2.8, FOV (Field of View – Görüş Alanı) 94° , odak uzaklığı 20 mm (35 mm eşdeğeri) lens bulunmaktadır.

Fotoğraf elde etme aşamasında, noktalardan geçerken bindirme oranları ile oluşturulmuş bloklar üzerinde uçuş gerçekleştirilmiştir. Tüm alımlarda, boyuna %80 ve enine %60 bindirme oranları kullanılmıştır. Bir diğer proje parametresi olan uçuş yüksekliği ise 100 metredir. İHA'nın hızı 5 m/sn. olarak ayarlanmıştır. Uçuş Planının hazırlanması ve uçuşun yönetimi aşamasında Google Earth tabanlı olarak çalışan "Pix4d Capture" mobil yazılımı kullanılmıştır. Uçuş planı tüm uçuşlar için ayrı ayrı hazırlanmıştır.

Envanter çalışmasında 1. ve 3. gözlem alanlarında otomatik uçuş ile alım yapılmıştır, 2. ve 4. gözlem alanlarında manuel uçuş ile alan taraması yapılmıştır. Çalışma alanından toplam 535 adet hava fotoğrafı çekilmiştir.

2.4. Veri İşleme

İHA fotogrametrisinde amaç, nesneyi çepeçevre saran fotoğraflardan (belirli bir geometri hedeflenmeden) nesnenin geri-çatımının hızlı ve verimli şekilde oluşturulmasıdır.

Görüntülerden konumsal veri ve 3B model üretmek için görüntü yöneltmesi yapılarak Coğrafi konumlandırma yapılır. Görüntü yöneltmesi için iki yöntem vardır; Dolaylı yöneltme, doğrudan yöneltme. Dolaylı yöneltmede görüntülerin dış yöneltme parametrelerinin hesaplanması için, resim alımı yapılan bölgede tesis edilen ve jeodezik yöntemlerle koordinatları elde edilen nirengi noktalarına (Yer Kontrol Noktası-YKN) ihtiyaç duyar. YKN kullanılarak yapılan konumlandırma işlemine Dolaylı Coğrafi konumlandırma denir.

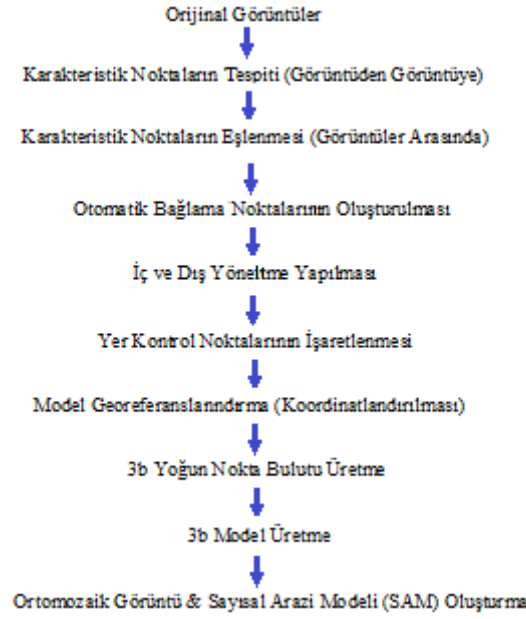
Küresel konumlandırma- İç Ölçüm Birimi (GPS-IMU) sisteminin birlikte kullanılmasıyla görüntülerin dış yöneltme parametrelerinin doğrudan tespiti işlemine doğrudan yöneltme denir. GPS/IMU kullanılarak yapılan konumlandırma işlemine Doğrudan Coğrafi konumlandırma denir.

Bu yöntemde dış yöneltme parametreleri sadece GPS/IMU gözlemlerine bağlı olarak hesaplanır. Obje koordinatları ise ayrı bir adımda elde edilir. Doğrudan Coğrafi konumlandırma yönteminin dolaylı coğrafi

İ. BUĞDAYCI, A. VARLIK, F. MUTLU

konumlandırma yöntemine göre bazı üstünlüklere sahiptir. Bunlar; uzak ve erişilemeyen bölgelerin haritalanması olanağı, Yer Kontrol Noktalarının tesisi, işaretlenmesi, ölçümü ve hesabı gibi zaman alıcı ve maliyeti yüksek olan çalışmalardan kurtaracağı için avantajlar sunar. Dolaylı Coğrafi konumlandırmadan daha hızlıdır. Bir İHA genellikle kendi düşük maliyetli, hafif navigasyon sistemini içerir. Bu sistem metre altı hassasiyette konum doğruluğu üretmez. Bununla birlikte, uçuş sırasında kaydedilen GPS verilerini kullanmanın tüm avantajlarından yararlanabilir ve sahada toplanan GPS verisine kolayca bağlayabilir. Bu nedenle, kullanıcı, referans alınan bir nokta bulutunun nihai ürününün daha hızlı bir şekilde elde edilip edilmemesi gerektiğine karar vermelidir. Bu durumda, doğrudan Coğrafi konumlandırma yöntemi tercih edilmelidir veya daha yüksek bir doğruluk gerekiyorsa dolaylı Coğrafi konumlandırma yöntemi kullanılmalıdır. Bu çalışmada doğrudan Coğrafi konumlandırma yöntemi kullanılmıştır.

Fotogrametrik veri üretimi için Agisoft PhotoScan Professional program kullanılmıştır. Photoscan yazılımı veri işleme prosedürü Şekil 4'te gösterilmiştir.



Şekil 4. Photoscan Pro yazılımı veri işleme adımları

PhotoScan, yazılımında fotoğraf hizalama sırasında görüntü üzerinde otomatik olarak seçilen anahtar noktalar kullanılır ve rastgele seçilen obje uzayında eşleşen noktalardan yararlanır. Bu eşleştirme işlemiyle iç yöneltilme ve dış yöneltilme parametreleri için yaklaşık değerler oluşturulur.

Tablo 1. Kamera Kalibrasyon Değerleri

Resolution 12 MP (4000x3000)	Focal Length(mm) 3.61	Pixel Size (μm) 1.56x1.56	
Camera Type: Frame		cx: 9.4579	
f: 2312.135		cy: 4.90995	
k1:0.0030357		b1:-1.86278	
k2:-0.0581518		b2:-1.8935	
k3:0.0947856		b3:0.000207262	
k4:-0.0426652		b4:0.000639072	

Önce kamera konumu ya da her bir poz durumu için ayrı kamera bilinmeyenleri (fiziksel büyüklükle) belirlenmekte, ardından da iteratif ve hiyerarşik bir yaklaşımla seyrek nokta bulutları hesaplanmaktadır. Daha sonra ise ışın demeti dengelemesi yapılmaktadır.

Önceki aşamalarda rastgele tanımlı bir referans sistemi ile gerçekleştirilen hesaplama ve parametre tahminine dayanarak oluşturulan seyrek nokta bulutu, obje uzayında tanımlı bir küme referans nokta (yer kontrol noktası

İNSANSIZ HAVA ARACI KULLANILARAK YABAN KOYUNLARININ POPÜLASYONUNUN BELİRLENMESİ

kümesi) ile seçilen 7 parametrelilik benzerlik dönüşümü kullanılarak doğrusal olarak dönüştürülür (3 öteleme, 3 dönüklük ve 1 ölçek parametresi).

Her bir bölge için görüntüler ayrı ayrı değerlendirilmiş ve o bölge için kendi navigasyonundan gelen kamera koordinatlarının da işleme sokulmasıyla koordinat dönüşümü yapılmıştır. Tahmin edilen kamera konumlarına dayanarak program, her kamera için derinlik bilgisini tek bir yoğun nokta bulutu içinde birleştirilecek şekilde hesaplar. LIDAR nokta bulutlarından, daha yoğun olmasa da hemen hemen aynı yoğunluğa sahip ekstra yoğun nokta bulutları üretme eğilimindedir.

Oluşturulan seyrek nokta bulutu ve fotoğraflar yöneltme elemanları ile optimize edildikten sonra aynı fotoğraflardan yoğun nokta bulutu oluşturulmuştur. Yoğun nokta bulutlarından Sayısal Yükseklik Modeli (SYM) üretilmiştir. Ardından yine yoğun nokta bulutu ile Sayısal Yüzey Modeli SYM elde edildikten sonra gözlem alanlarına ait ortofoto görüntüsü oluşturulmuştur (Şekil 5). Üzerine resim dokusu giydirilmiş SYM'dan üretilen ortofotonun Yer Örnekleme Aralığı (YÖA) 10 cm/pixel'dir. SYM ise YÖA 20 cm/pixel olacak şekilde üretilmiştir.



Şekil 5. 3. Gözlem alanına ait ortofoto görüntüsü

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

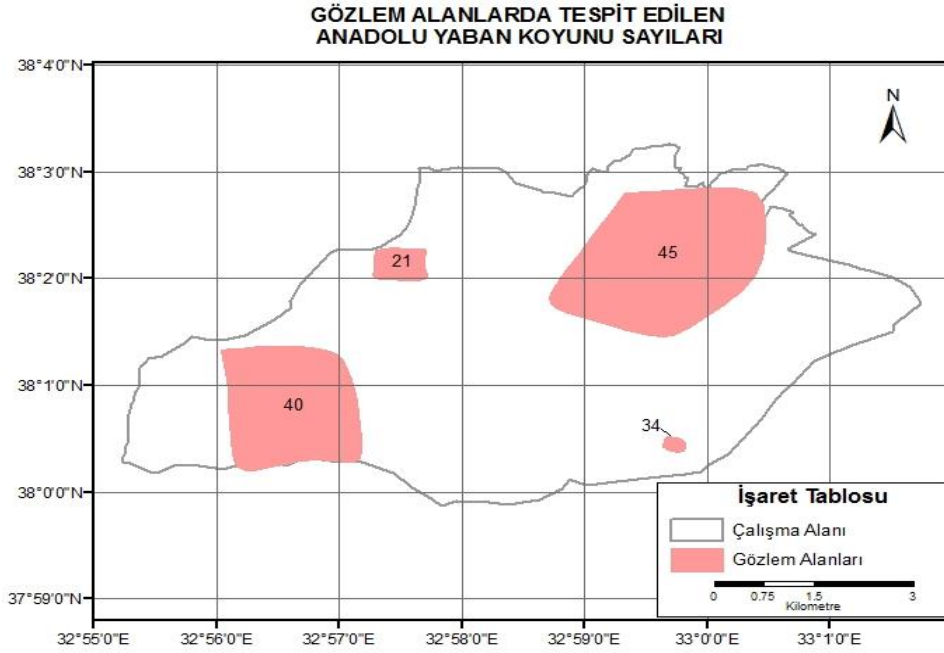
Gözlem alanlarına ait ortofotolardan yararlanarak çıplak gözle koyunlar tespit edilebilmektedir. Ortofotolar ED50 datumunda UTM (36) koordinat sisteminde geotif dosyası olarak kaydedilmiştir. Netcad 6 ortamında tel çitle çevrilmiş 3429.5 ha'lık çalışma alanı sayısallaştırılmış ve üzerine geotif dosyası olarak ortofotolar eklenmiştir. Gözlem alanları çalışma alanı sınırları içerisinde çakıştırılmıştır. Böylece çalışma alanı sınırları içerisinde kısmi sayım tekniğiyle taranan gözlem alanlarının büyüklükleri sırasıyla;

1. Gözlem Alanı: 303.458 ha,
2. Gözlem Alanı: 32.701 ha,
3. Gözlem Alanı: 477.888 ha,
4. Gözlem Alanı: 5.636 ha,

olarak tespit edilmiştir. YHGS' de taranan 4 gözlem alanının toplamı 819.675 ha' dır. 4 gözlem alanındaki Anadolu Yaban Koyunları sayısı ortofotolardan tek tek sayılarak belirlenmiştir (Şekil 6). Gözlem alanlarındaki Anadolu Yaban Koyunu sayıları üretilen haritada gösterilmiştir (Şekil 7). 819.675 ha'lık alanda 140 tane Anadolu Yaban Koyunu olduğu sonucuna ulaşılmıştır.



Şekil 6. Ortofoto görüntüsünden yaban koyunlarının sayısının tespiti



Şekil 7. Gözlem alanlarındaki Anadolu Yaban Koyunu sayısı

Hesaplama, kaydedilen birey sayısının taranan alanın büyüklüğüne bölünerek bir yoğunluk değeri elde edilmesini içermektedir. Sayım sonucu elde edilen değer, toplam gözlem alanına bölünerek yoğunluk hesaplanır. Gözlem alanlarından elde edilen sayım sonucuna göre, yaban koyunu yoğunluk hesabı aşağıdaki gibi yapılmıştır:

$$\text{Yoğunluk (d)} = \frac{\text{Görülen birey sayısı}}{\text{Gözlem alanlarının büyüklüğü (ha)}}$$

$$\text{Yoğunluk (d)} = 140 \text{ koyun} / 819.675 \text{ ha}$$

Yapılan yoğunluk hesaplaması ile hektar başına Anadolu Yaban Koyunu yoğunluk değeri 0.17 bulunmuştur. Kısmi sayım tekniği sonucunda elde edilen popülasyon yoğunluğunun, tel çitle çevrili olan çalışma alanına enterpolasyonu yapılmıştır.

İNSANSIZ HAVA ARACI KULLANILARAK YABAN KOYUNLARININ POPÜLASYONUNUN BELİRLENMESİ

Koyun Sayısı = Hesaplanan yoğunluk değeri / Çalışma alanı büyüklüğü (ha)

Koyun Sayısı = 0.17 x 3429.5 ha = 585 adet

Kısmi sayım tekniğinin uygulandığı yaban hayatı envanter çalışmalarında hata payı oranı %10'dur [15].

Hata Payı = Hesaplanan Anadolu Yaban Koyunu Sayısı x Hata payı oranı

Hata Payı = 585 x %10 = ± 59 adet

Hata payı eklendiğinde Bozdağ YHGS içerisinde 526-644 adet aralığında Anadolu Yaban Koyunun yaşadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Üretilen haritada (Şekil 3.2), 2. ve 4. gözlem alanlarında manuel uçuş yapılmasından kaynaklı daha az alan taranmıştır. Buna rağmen, yoğunlukların bu bölgelerde fazla olmasının; taranan 2. ve 4. gözlem alanlarında hayvanların otlanması için daha çok bitkilerin olması, ikindi saatlerinde ölçüm yapıldığından dolayı tepenin bu yamaçlarının gölge olması, su içme yerlerine giden yol hattının bu gözlem alanlarında bulunması gibi nedenlerden kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Ayrıca, bu bölgelerdeki bitki yoğunluğunun ve bitki türlerinin araştırılması da bu kapsamda yapılacak araştırmalara katkı sağlayacaktır.

4. SONUÇLAR

Yapılan çalışma sonunda, Bozdağ Yaban Hayatı Geliştirme Sahasında (YHGS) tel örgülü alan içinde toplamda 585 adet Anadolu Yaban Koyunun yaşadığı sonucuna ulaşılmıştır. Anadolu Yaban Koyunlarının YHGS içindeki dağılımları yoğunluk haritası ile gösterilmiştir. Bu araştırma, Anadolu Yaban Koyunlarının popülasyon yoğunluğu örneği ile yaban hayatı envanter çalışmalarında yersel tekniklerden İHA teknolojisine geçişi göstermektedir.

Elde edilen envanter sonuçları, Doğa Koruma Ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü yönetmeliği kapsamında gelecek yıl av turizmi kotasını belirlemek ve genel olarak popülasyonun yönetimi için alınacak kararlara altlık oluşturmak ve tehlike altındaki popülasyonları izlemek için kullanılabilir. Üretilen yoğunluk haritası, yapılacak envanter çalışmalarının çalışma planları ve iş akışı için altlık niteliğindedir.

İHA, yabani hayvanların ve yaşam alanlarının, erişilemeyen veya gezinmesi zor bölgeleri için ve hassas veya agresif türler için, vahşi yaşamı rahatsız etmesi ve biyologlar arasında işle ilgili ölümlerin olması açısından yaban hayatı çalışmaları için uygun tekniktir. Ancak yaban hayatı çalışmalarında; cihazların dayanıklılığı ve uçuş hızı sınırlı olması ve sadece küçük alanları kapsaması, İHA'daki veri depolama alanı, uçuşları nispeten kısa mesafelere sınırlaması gibi dezavantajlara sahiptir. İHA'lar, yaban hayatı çalışmaları için bu tip sınırlandırmalara sahip olsa da bazı türlerin ekolojileri (örneğin, buzağılama alanları, kışlama alanları) için kritik olan belirli alanları hedefleyerek veya aynı zamanda mekânsal olarak (örneğin, kuşlar) bir arada var olan nüfus sayım türlerini hedefleyen vahşi yaşam sayımında çok faydalı olmaktadır.

YHGS'nin büyük yüz ölçümüne sahip olması nedeniyle total sayım tekniğinin uygulanması oldukça zaman ve emek gerektirmektedir. Sayım çalışmasının pratik ve kolayca yapılabilmesi için olabilecek en az sayıda araştırmacı tarafından en kısa sürede tamamlanması için örnekleme metotları tercih edilmektedir.

Çalışma yapılan araştırma sahasında, iş akışının daha sistemli ve nitelikli sürdürülebilmek için sahaya hâkim, envanteri yapılacak türü tanıyan, yerlerini bilen yöre sakinlerinin, kurum çalışanlarının desteğine başvurulmalıdır. Av ve yaban hayatı yönetimi için zamansal değişimi bilmek önemlidir. Bundan dolayı envanter çalışmaları düzenli olarak yapılmalıdır.

TEŞEKKÜR

Arazi çalışmalarına katkılarından dolayı Arş. Gör. Fırat Uray'a teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- [1] MİLLİ PARKLAR, ANADOLU YABAN KOYUNU
<http://www3.milliparklar.gov.tr/anasayfa/resimlihaber/> (erişim tarihi: 08 Mayıs 2019).
- [2] ANADOLU YABAN KOYUNU
<http://www.tramem.org/memeliler/?fsx=2fsd117@d&tur=Anadolu%20Yabankoyunu>, (erişim tarihi: 20 Mayıs 2019)
- [3] ORMAN VE SU İŞLERİ BAKANLIĞI, <http://www.ormansu.gov.tr/haber/> (erişim tarihi: 9 Temmuz 2018).

- [4] DİRZO, R., YOUNG, H.S., GALETTI, M., CEBALLOS, G., ISAAC, N.J.B., COLLEN, B., 2014, Defaunation in the Anthropocene. *Science*, 345, 401-406.
- [5] TILMAN, D., CLARK, M., WILLIAMS, D.R., KIMMEL, K., POLASKY, S. AND PACKER, C., 2017, Future threats to biodiversity and pathways to their prevention. *Nature*, 546, 73-81.
- [6] MOLL, R.J., MİLLSPAUGH, J.J., BERİNGER, J., SARTWELL, J. AND HE, Z., 2007, A new 'view' of ecology and conservation through animal-borne video systems. *Trends in Ecology & Evolution*, 22, 660-668.
- [7] HEBBLEWHITE, M. AND HAYDON, D.T., 2010, Distinguishing technology from biology: a critical review of the use of GPS telemetry data in ecology. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 365, 2303-2312.
- [8] EISENBEISS, H., SAUERBIER, M., 2011, Investigation of UAV systems and flight modes for photogrammetric applications. *Photogramm. Rec*, 26, 400-421.
- [9] FERNÁNDEZ-HERNANDEZ, J., GONZÁLEZ-AGUILERA, D., RODRÍGUEZ-GONZÁLVEZ, P. AND MANCERA-TABOADA, J., 2015, Image-based modelling from Unmanned Aerial Vehicle (UAV) photogrammetry: An effective, low-cost tool for archaeological applications. *Archaeometry*, 57, 128-145.
- [10] ZHANG, C., KOVACS, J.M., 2012, The application of small unmanned aerial systems for precision agriculture: A review. *Precis. Agric.* 13, 693-712.
- [11] BERNİ, J., ZARCO-TEJADA, P., SUÁREZ, L., GONZÁLEZ-DUGO, V., FERERES, E., 2009, Remote sensing of vegetation from UAV platforms using lightweight multispectral and thermal imaging sensors, *Proc. ISPRS*, 38, 22-29.
- [12] BENDEA, H., BOCCARDO, P., DEQUAL, S., GIULIO TONOLO, F., MARENCHİNO, D., PİRAS, M., 2008, Low cost UAV for post-disaster assessment. *Proc. ISPRS 2008*, 37, 1373-1379.
- [13] CHOU, T.Y., YEH, M.L., CHEN, Y.C. AND CHEN, Y.H., 2010, Disaster monitoring and management by the unmanned aerial vehicle technology. *Proc. ISPRS 2010*, 35, 137-142.
- [14] WATTS, A.C., AMBROSİA, V.G. AND HİNKLEY E.A., 2012, Unmanned aircraft systems in remote sensing and scientific research: classification and considerations of use. *Remote Sensing* 4:1671-1692.
- [15] GONZALEZ, F., HECKMANN, A., NOTTER, S., ZÜRN, M., TRACHTE, J. AND MCFADYEN, A., 2015, Non-linear model predictive control for UAVs with slung/swung load. In *International Conference on Robotics and Automation (ICRA 2015)*, 26-30 May 2015, Washington State Convention & Trade Center (WSCC), Seattle, Washington, USA.
- [16] BUCKLAND, S.T., Goudie, B.J. and Borchers, D.L., 2000, Wildlife Population Assessment: Past Developments and Future Directions, *Biometrics* 56:1-12.
- [17] BİLGİN, C. C., Yaban Hayatı Envanter Tekniklerinde Yeni Yaklaşımlar, Kaçkar Dağları Sürdürülebilir Ormanlık ve Doğa Koruma Projesi Kitapçığı, Ankara, 2010
- [18] OĞURLU, D., 2003, Yaban Hayatında Envanter, T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü Av ve Yaban Hayatı Dairesi Başkanlığı Yayınları, Ankara.