ÇANKIRI KARATEKİN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TABİAT PARKLARI TREKKING PARKURLARININ BELİRLENMESİNDE UZAKTAN ALGILAMA VE İNSANSIZ HAVA ARACI KULLANIM OLANAKLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ (AFYON-AKDAĞ TABİAT PARKI ÖRNEĞİ)

Oğuzhan AKBAŞ

ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ÇANKIRI
2023

Her hakkı saklıdır

TEZ ONAYI

Oğuzhan AKBAŞ tarafından hazırlanan **"Tabiat Parkları Trekking Parkurlarının Belirlenmesinde Uzaktan Algılama ve İnsansız Hava Aracı Kullanım Olanaklarının Değerlendirilmesi (Afyon-Akdağ Tabiat Parkı Örneği)"** adlı tez çalışması 27/01/2023 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy çoğunluğu ile Çankırı Karatekin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalında **Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

Danışman **:** Doç. Dr. Ender BUĞDAY

Jüri Üyeleri **:**

Başkan **:** Prof. Dr. Sezgin AYAN
Orman Mühendisliği Anabilim Dalı
Kastamonu Üniversitesi

Üye **:** Prof. Dr. M. Nuri ÖNER
Orman Mühendisliği Anabilim Dalı
Çankırı Karatekin Üniversitesi

Üye **:** Doç. Dr. Ender BUĞDAY
Orman Mühendisliği Anabilim Dalı
Çankırı Karatekin Üniversitesi

Yukarıdaki sonucu onaylarım

Prof. Dr. İbrahim ÇİFTÇİ

Enstitü Müdürü

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Çankırı Karatekin Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğine göre hazırlamış olduğum "**Tabiat Parkları Trekking Parkurlarının Belirlenmesinde Uzaktan Algılama ve İnsansız Hava Aracı Kullanım Olanaklarının Değerlendirilmesi (Afyon-Akdağ Tabiat Parkı Örneği)**" konulu tezin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı, tezin içerdiği yenilik ve sonuçları başka bir yerden almadığımı, tezde kullandığım eserleri usulüne göre kaynak olarak gösterdiğimi, tezin Çankırı Karatekin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nden başka bir bilim kuruluna akademik amaç ve unvan almak amacıyla vermediğimi ve bu çalışmanın Çankırı Karatekin Üniversitesi tarafından kullanılan "Bilimsel İntihal Tespit Programı"yla tarandığını, "intihal içermediğini" beyan ederim. Çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması halinde ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçlara razı olduğumu bildiririm. Çankırı Karatekin Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca gereğinin yapılmasını arz ederim (27/01/2023).

Oğuzhan AKBAŞ

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

TABİAT PARKLARI TREKKING PARKURLARININ BELİRLENMESİNDE UZAKTAN ALGILAMA VE İNSANSIZ HAVA ARACI KULLANIM OLANAKLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ (AFYON-AKDAĞ TABİAT PARKI ÖRNEĞİ)

Oğuzhan AKBAŞ

Çankırı Karatekin Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Orman Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Ender BUĞDAY

Doğa ile buluşma, yenilenme ve tazelenme ihtiyacı geçmişten bu yana insanoğlunun düzenli olarak gerçekleştirdiği faaliyetlerdendir. Özellikle son yıllarda kentleşmenin hızla artmasıyla birlikte doğaya olan ihtiyacı giderek artırmıştır. Yakın zamanda tüm dünyayı etkileyen Covid-19 salgını sonrasında yaşam hareketliliği en düşük seviyeye düşmüş ve doğal alanlara olan ihtiyaç daha da artarak devam etmiştir. Türkiye'de planlama bakımından Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü'ne bağlı faaliyet gösteren tabiat parkları insanların doğa ile güvenle buluşmalarının sağlandığı alanlardandır. Devlet eliyle faaliyetler yürüten birimlerde merkezi planlama ve planlama deneyimlerinin uygulamaya aktarılması daha verimli olmaktadır. Bu çalışmada tabiat parklarında trekking planlaması ihtiyacı duyulan alanlarda alternatif güzergahların ortaya konması için Uzaktan Algılama (UA) veri setleri ile İnsansız Hava Aracı (İHA) cihazlarından elde edilen veri setleri kullanılarak Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) yardımıyla uygulayıcı, plan yapıcı ve karar vericiler için kullanılabilecek bir analiz ortamının ifade edilmesi amaçlanmıştır. Bu bağlamda çalışma alanına ait Sayısal Yükseklik Modeli (SYM) ve arazide İHA cihazı ile gerçekleştirilen uçuşlar sonrası elde edilen Sayısal Arazi Modeli (SAM) veri setleri kullanılarak yükseklik ve eğim kriterlerine ait veriler üretilmiştir. Ayrıca, bu çalışmada çok kriterli karar verme sürecinde yollara ve derelere olan uzaklık kriterleri kurumdan temin edilerek toplam dört kriter ile trekking uygunluk haritaları üretilmiştir. Elde edilen trekking uygunluk haritaları kullanılarak çalışma kapsamında üç farklı trekking rotası SYM ve SAM veri setleri bağlamında değerlendirilmiştir. Tabiat parklarında CBS yardımıyla ortaya konacak trekking güzergahı planlama çalışmalarında, planlama amacına ve lokasyon bilgilerine bağlı olarak yüksek hassasiyetli İHA veri setlerinin kullanımının avantajlar sağlayacağı düşünülmektedir.

2023, 28 sayfa

ANAHTAR KELİMELER: Doğa yürüyüşü, İHA, Parkur planlama, Uygunluk analizi,

ABSTRACT

Master of Science Thesis

EVALUATION OF REMOTE SENSING AND UNMANNED AERIAL VEHICLE USE OPPORTUNITIES IN DETERMINATION OF NATURE PARKS TREKKING ROUTES (AFYON-AKDAĞ NATURE PARK SAMPLE)

Oğuzhan AKBAŞ

Çankırı Karatekin University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Departments of Forest Engineering

Advisor: Assoc. Prof. Dr. EnderBUĞDAY

The need to meet with nature, renew and refresh is one of the activities carried out regularly by human beings since the past. Especially in recent years, with the rapid increase in urbanization, the need for nature has increased. After the Covid-19 epidemic, which has recently affected the whole world, the mobility of life has dropped to the lowest level and the need for natural areas has continued to increase. Nature parks operating under the General Directorate of Nature Conservation and National Parks (NCNP) in terms of planning in Turkey are areas where people can safely meet with nature. It is more efficient to put central planning and planning experiences into practice in units that carry out activities by the state. In this study, data sets obtained from Remote Sensing (RS) data sets and Unmanned Aerial Vehicle (UAV) devices can be used for practitioners, plan makers and decision makers with the help of Geographic Information Systems (GIS) to reveal alternative routes in areas where trekking planning is needed in nature parks. It is aimed to express an analysis environment. In this context, using the Digital Elevation Model (DEM) of the study area and the Digital Terrain Model (DTM) data sets obtained after the flights performed with the UAV device in the field, data on the height and slope criteria were produced. In addition, in this study, in the multi-criteria decision-making process, the distance to roads and distance to streams criteria were obtained from the institution and trekking suitability maps were produced with a total of four criteria. Using the trekking suitability maps obtained, three different trekking routes were evaluated in the context of DEM and DTM data sets within the scope of the study. It is thought that the use of high-precision UAV datasets will provide advantages, depending on the planning purpose and location information, in the trekking route planning studies to be revealed with the help of GIS in nature parks.

2023, 28 pages

Keywords: Route planning, Susceptibilty analysis, Trekking, UAV

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Çalışmam boyunca bir danışmandan çok yol gösterici olan, çalışma dışında da hayata bakış açımı değiştirmemi sağlayan, bu zamana kadar öğrendiğim her şeyin çok daha fazlasını yüksek lisans süresi boyunca öğrenmemi sağlayan, tez süreci boyunca desteğini esirgemeyen danışman hocam Sayın Doç. Dr. Ender BUĞDAY'a teşekkürlerimi borç bilirim.

Eğitim sürecim boyunca yanımda olan her zaman bana güven veren aileme ve nişanlıma teşekkür ederim.

Oğuzhan AKBAŞ

Çankırı, Ocak 2023

İÇİNDEKİLER

ÖZET……i
ABSTRACT……ii
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR……..iii
İÇİNDEKİLER……...iv
SİMGELER DİZİNİ……v
KISALTMALAR DİZİNİ……..vi
ŞEKİLLER DİZİNİ…….. vii
ÇİZELGELER DİZİNİ……... viii
1. GİRİŞ……1
2. LİTERATÜR ÖZETİ…….. 6
3. MATERYAL VE METOT…… 10
3.1 Araştırma Alanının Tanıtımı……10
3.2 Yöntem……11
3.3 İHA Uçuş Planlaması ve Görüntü Alımı…….. 14
4. BULGULAR VE TARTIŞMA……..16
5. SONUÇ VE ÖNERİLER……...24
KAYNAKLAR……...25
ÖZGEÇMİŞ……... 28

SİMGELER DİZİNİ

°C	Santigrat derece
%	Yüzde
cm	Santimetre
ha	Hektar
km	Kilometre
m	Metre

KISALTMALAR DİZİNİ

CBS	Coğrafi Bilgi Sistemleri
DKMP	Doğa Koruma ve Milli Parklar
GIS	Geographic Information Systems
İHA	İnsansız Hava Aracı
OGM	Orman Genel Müdürlüğü
RS	Remote Sensing
UA	Uzaktan Algılama
UAV	İnsansız Hava Aracı

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1 Çalışma alanının konumu……10
Şekil 3.2 Afyon-Akdağ tabiat parkı (URL 4)……..11
Şekil 3.3 Ağırlıklı çakıştırma yöntemi (ESRI, 2022a)…… 13
Şekil 3.4 CBS yazılımında kullanılan Cost-Path modülünden görünüm (ESRI 2022b). 13
Şekil 3.5 İHA cihazı otonom uçuş programı arayüzü (Buğday, 2018)……... 14
Şekil 3.6 Pix4D Mapper arayüzü ve çalışmada kullanılan İHA veri seti…… 15
Şekil 4.1 Çalışma alanına ait SYM yükseklik haritası…… 16
Şekil 4.2 Çalışma alanına ait SAM yükseklik haritası…… 17
Şekil 4.3 Çalışma alanına ait SYM veri setinden üretilen eğim haritası……. 17
Şekil 4.4 Çalışma alanına ait SAM veri setinden üretilen eğim haritası……. 18
Şekil 4.5 Çalışma alanına ait yollara olan uzaklık haritası……..19
Şekil 4.6 Çalışma alanına ait derelere olan uzaklık haritası…… 19
Şekil 4.7 Analiz sonucunda üretilen SYM bazlı uygunluk haritası…….20
Şekil 4.8 Analiz sonucunda üretilen SAM bazlı uygunluk haritası…….21
Şekil 4.9 SYM bazlı uygunluk haritasına ait alternatif trekking rotaları…….22
Şekil 4.10 SAM bazlı uygunluk haritasına ait alternatif trekking rotaları……...23

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1 DJI Phantom 4 drone cihazı bazı teknik bilgiler……..12

1. GİRİŞ

Ormanların ekonomik, ekolojik ve sosyo-kültürel fonksiyonları vardır (OGM 2014). Ormanlar gelir kaynağı olma yanında zengin ekolojik çeşitliliğe de sahiptir. Bunların yanı sıra dinlenme ve aktivite alanları olarak açık doğa sporlarına ev sahipliği de yapmaktadır. Gelişen ve değişen günümüz şartlarında yenilenmek ve tazelenmek için insanlar sık sık ormanlık alanları tercih etmektedirler. Ülkemizin ilk milli parkı, 1958 yılında tesis edilen ve 264 hektar alana sahip olan "Yozgat Çamlığı"dır (URL 1). Günümüz itibariyle 262 adet tabiat parkımız bulunmaktadır (URL 2). Tabiat parkları, *"Milli veya bölge seviyesinde üstün tabii fizyocoğrafik yapıya, bitki örtüsü ve yaban hayatı özelliklerine ve manzara güzellikleri ile rekreasyon potansiyeline sahip olma, kaynak ve manzara bütünlüğünü sağlayacak yeterli büyüklükte olma, mahalli örf ve adetlerin, geleneksel arazi kullanma düzeninin ve kültürel manzaraların ilgi çeken örneklerini de ihtiva edebilme"* (Atmış vd. 2020) özelliklerine sahiptir.

Günümüze kadar geçen süre içerisinde tabiat parklarının planlanması (Özen ve Gül 2020), arazi kullanımının sınıflandırılması (Gül 2020) ve farklı etkinlikler için (zipline, bisiklet yolu, at sürüş yolları vb.) alanların belirlenmesi (Öztürk vd. 2020) gibi ihtiyaçlar topoğrafik haritalar üzerinden giderilmeye çalışılmıştır. Günümüz itibariyle bilgisayar teknolojinin hızla gelişmesine paralel olarak teknolojik ürünlerin temininin kolaylaşmasından dolayı tüm alanlarda olduğu gibi dönüşümler yaşanmıştır. Geleneksel anlayıştan modern planlama anlayışına evrilen çalışmalarda hassas ölçüm yapan cihazların yaygınlaşması sayesinde ölçümler daha hassas ve hata oranları düşüktür. Yazılımların yaygınlaşması, bu alanlarda uzman sayısının her geçen gün artması ve bilgiye ulaşmanın kolaylığı sayesinde çok fazla mesafe katedilmiş ve projelendirme iş ve işlemlerinde daha etkin bir durum ortaya çıkmıştır.

CBS yazılımlarının sağladığı avantajlar ışığında, çok çeşitli amaçlar için farklı kriterlerin bir arada değerlendirilebildiği uygunluk analizleri rutin işlemler haline gelecektir. Karar verici ya da planlayıcılar için simülasyonların daha gerçeğe yakın olabilmesinde uygunluk analizleri sıklıkla kullanılmaktadır. Ayrıca, üretilen haritalar hem sayısal hem de görsel olarak aynı anda bilgiyi daha rahat yönetme imkanını sunmaktadır.

Doğa odaklı turizm faaliyetleri son otuz yılda dünya ve ülkemiz ölçeğinde hızlı bir büyüme göstermiştir. Doğal alanların yakınında yaşayan halk için de sosyo-ekonomik avantajlar sağlayan doğa turizmi ülkelerin refahı açısından iyileştirme çalışmalarına ayrı bir kaynak olarak görülmeye başlanmıştır. Doğa turizminin yaygınlaşmasıyla ortaya çıkan *"ekoturizm"* kavramı, özetle doğal alanlarla çevrili lokasyonların sürdürülebilir turizmi sağlamayı ifade etmektedir. Bu amaçla sürdürülebilirliğin en önemli aşaması olan koruma uygulamaları ve toplum ekoturizm bilincinin artırılmasıdır. Turizm sektöründe çevreye duyarlı bir yaklaşımı olan ekoturizm ve ekoturizm faaliyetleri hem turizm işletmelerinin ve destinasyonların çeşitliliği, hem de verimliliğin artması için mevcut ve yeni teknolojilerin uygulanması bağlamında sürekli güncel tutulmaktadır. Turizm endüstrisindeki gelişmeler, doğal alanlar üzerinde olumlu ve olumsuz etkilere yol açabilmektedir. Bu nedenle, çevresel zararları azaltmak, ekoturizm sektörünü desteklemek ve doğal kaynakların sürdürülebilirlik anlayışı çerçevesinde kullanımını sağlamak için planlamalar ve uygulamalarla etkin bir denge sağlanması şarttır.

Ekoturizm alanlarında tesis edilen orman yolları ve yürüyüş güzergahları, insanların doğaya ulaşımına imkan veren ve ziyaretçilerin güvenli bir doğal çevre gözlem deneyimi yaşamasını sağlayan tesislerdir. Bu tesislerin rota planlaması ziyaretçilerin güvenliğini sağladığı gibi aynı zamanda ekolojik yönden hassas olan alanlara zarar verme riskini en aza indirecek şekilde tasarlanmaktadır. Ekoturizm odaklı olsun ya da olmasın ziyaretçiler için planlanan doğal alanlarda, korunan alanlarda ve ormanlık bölgelerde terk edilmiş patikalar veya önceden kullanılmış dar yollar manzaralı gezi rotalarına dönüştürülebilmektedir. Ekoturizm amaçlı kullanılan doğal alanlarda yapılan yürüyüş parkurları, doğa ve manzara deneyimi yaşamak için gelen insanların manzaraya erişimini kolaylaştırmak ve aynı zamanda ziyaretçilerin kontrolsüz olarak dağılmalarını önlemek için detaylı olarak tasarlanmış en önemli altyapı unsurlarındandır. Yürüyüş parkurları, bisiklete binme, binicilik, arazi araçları, yol sürüşü vb. gibi ilgili faaliyetlerin türüne göre alt sınıflara ayrılabilir.

Türkiye'de doğa turizmi ve ekoturizmle ilgili olarak hem özel sektör hem de devlet eliyle işletmeler hizmet vermektedir. Doğal alanların sürdürülebilirlik yönetimi anlayışı çerçevesinde planlanması ve yönetimi bağlamında düşünüldüğünde, parkur sisteminin

etkin ve verimli bir şekilde yönetimi için mevcut alanların fizibilite raporunun oluşturulması, yeni güzergahların mevcut rotalarla entegre olacak şekilde planlanması ve mevsime bağlı olarak ortaya çıkabilecek veya yaşanabilecek olumsuzlukların önceden planlamaya dahil edilmesi ile giderilmesi gerekmektedir. Doğal alanların yönetimini yürüten karar vericilerin, planlamada salt mühendislik uygulamaları yanı sıra parkurların rahatlatıcı ortamı en iyileşmesi için pratik tesisler inşa etmesi de bu açıdan önemlidir. Doğal kaynakların ekoturizm amaçlı yönetiminde; gelişen ve hızla yaygınlaşan teknoloji ve yazılımlardan faydalanarak faaliyetlerin planlaması günümüzde etkin ve verimli bir yaklaşımdır. Bu bağlamda planlama aşamasında İnsansız Hava Aracı (İHA) ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) kullanımı oldukça kritik öneme sahiptir.

Günümüzde İHA çok çeşitli amaçlarla ve farklı sektörlerde kullanım olanağına sahiptir (Buğday 2018, Vaigandla *et al.* 2022). Bu sektörler milli savunma ve askeri alanlarda (Karakuş ve Katman 2019), inşaat (Gençerk 2016, Yıldızel and Çalış 2019), tarım (Akkamış ve Çalışkan 2020), trafik (Masat 2014), kargo (Triche *et al.* 2020), ormancılık (Akgül *et. al.* 2018, Buğday 2018, Gülci 2019) vb. olarak ifade edilebilir. İHA cihazları ve elde edilen verilerin yüksek hassasiyette olması plan yapıcılar, karar vericiler ve nihai olarak uygulayıcılar için daha etkin ve daha detaylı karar verme imkanı sunmaktadır. Doğal çevreye ait elde edilmek istenen veriler nispeten küçük alanlar için İHA cihazları yardımıyla alınabilmektedir. CBS yazılımlarının hızla yaygınlaştığı günümüzde İHA cihazlarından alınan ve CBS ortamına aktarılan veriler kullanılarak daha hızlı ve daha etkin planlama yapılabilmektedir. Bunun yanı sıra daha büyük alanlar için uydu görüntülerinden faydalanılabilmektedir. Burada amaç ve ulaşılmak istenilen alt hedefler bağlamında doğal alanlar için hangi veri setine ihtiyaç duyulacağı sınıflandırılarak karar verilebilir.

Covid-19 salgını, evlerine kapanan kent insanları için rekreasyon ihtiyacı ve farkındalığını hızla artırarak doğal alanların bulunduğu lokasyonlarda ciddi ve önemli yatırımlara yol açmıştır. Doğayla içiçe olma isteği, hareketsiz bir ortamda bulunan kent insanlarını yakın çevrelerinde yer alan temiz hava ve yürüyüş imkanı veren alanlara doğru itici bir güç oluşturmuştur. Bu bağlamda doğaya duyulan ihtiyaç, zihinsel ve fiziksel tazelenme hissine ulaşma isteği ve yenilenmenin yaşattığı huzur ortamı yürüyüş

parkurlarının oluşmasında temel bir motivasyon faktörü olmuştur. Ziyaretçiler için doğal alanların bahsedilen ortamına ek olarak güvende olduklarını hissetmeleri diğer bir motivasyon kaynağı olarak karşımıza çıkmaktadır. Ekoturizmin daha ilgi çekici olmasında güvenlik motivasyonu yer almaktadır. Bu tür alanların planlanması ve yönetiminde güvenlik hesaba katılacak faktörlerden biri olarak düşünülmektedir.

Türkiye'de doğal alanların kullanımı ile ilgili olarak Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü (DKMP) sorumluluk sahasına giren alanlar için güzergah tespitinde CBS ve uydu görüntüleri kullanarak analizler yapılmaktadır. Bilgisayar ortamında güzergahların ortaya konması ve çeşitli kriterler kullanılarak planlama için haritalar yapılması ziyaretçilerin deneyimini artırmak için etkin ve verimli bir bakış açısıdır. Bu çalışmada örnek olarak alınan alanda daha detaylı değerlendirme yapmak için İHA cihazı kullanılmıştır. Aynı alan için uydu görüntüsü indirilerek analizler CBS yazılımında yürütülmüştür.

Tabiat parkları, yaban hayatı, bitki örtüsü ve insanlar için büyük önem taşımaktadır. Tabiat parklarında yaban hayatı ve bitki örtüsü korunurken ziyaretçileri bu doğal ortama dahil ederek şehir hayatından uzaklaştırmak amaçlanmaktadır. Tabiat parklarında bulunan trekking yolları, doğa içerisinde farklı zorluk derecelerine sahip yürüyüş alanlarıdır. Trekking yollarının belirlenmesinde güzergah üzerindeki ağaçlar, yapılar vb. unsurlar tespiti zorlaştırmaktadır. Küçük bir alanda çeşitli amaçlara yönelik tesis yapılması planlanan lokasyonların tespiti için, ziyaretçi sayısı, ihtiyaç duyulan tesis çeşidi, yapım aşamasında çalışacak iş gücü ve tesis inşa süresi gibi bilgilere ihtiyaç duyulmaktadır. Günümüzde İHA cihazları, bu tür alanları yüksek çözünürlükte mühendislik ölçme problemlerini çözmeye yarayan ve ön tespitleri tutarlı yapmamıza imkan veren bir platforma dönüşmüştür. Bu havadan görüntüleme teknolojisi sayesinde, uzun süren ölçüm ve tespit çalışmaları çok daha kısa sürede ve daha yüksek doğrulukla yürütülebilmektedir.

Bu çalışmanın amacı, ormancılıkta rekreasyon amaçlı kullanılan tabiat parklarında, trekking parkurlarının uydu görüntüleri üzerinden Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) yazılımı yardımıyla uygunluk analizlerinin yapılması ve bunun sonucunda

haritalandırılarak karar vericiler ve planlayıcılar için modern bir karar destek sistemi platformu oluşturmaktır. Bu çalışmada ayrıca, İnsansız Hava Aracı (İHA) yardımıyla uydu görüntülerine nazaran daha küçük bir alanda daha yüksek çözünürlüklü görüntüler yardımıyla trekking parkur ihtiyacına hizmet edebilecek alanlar yine CBS yardımıyla analiz edilerek uygun olan alanlar tespit edilerek iki farklı görüntü üzerinden karşılaştırmalar yapılmıştır. Böylece parkurların tespitinde İnsansız Hava Aracı (İHA) kullanım olanağı ortaya konularak planlama çalışmalarında drone vb. özellikli teknolojilerin uygulanabilirliği de ortaya konmuştur. Bu çalışma ile daha detaylı planlama ve daha yüksek veri kalitesi gerektiren alanlarda bilgilerinin kıyaslanarak çalışmalara pratik bir yaklaşım kazandırmak amaçlanmaktadır.

Bu çalışmada tabiat parklarının trekking parkurlarının belirlenmesinde eğim, yükseklik, yola ve derelere olan uzaklık olmak üzere toplam dört kriter kullanılmıştır. Ülkemizde son yıllarda ormancılık çalışmalarında İHA cihazları çeşitli amaçlarla kullanılmaya başlanmıştır. Bu çalışmanın önemi, tabiat parklarında UA ve CBS tekniklerinin kullanılmasının yanı sıra daha küçük bir alanda drone uçuşu yapılarak İHA verilerinin de çalışmaya dahil edilerek kıyaslama imkanına kavuşulması ve planlamaya etkin bir şekilde aktarma imkanının ortaya konmasıdır. Tabiat parklarında İHA cihazlarının kullanımının sağlayacağı faydaların bir örneğini teşkil edecek olan bu çalışma ile bu alanda çalışmak isteyen araştırmacılara ne gibi kullanım olanaklarının olabileceğine dair bir model ortaya konulmuştur.

.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

İnsansız Hava Aracı (İHA) kullanılarak ulusal parkların kullanımı, yürüyüş güzergahı değerlendirmesi ve parkların yönetiminde görev alan karar vericiler için ortaya konmuş çalışmalar son on yılda artış göstermekle birlikte ulusal ve uluslararası literatürde sayı bakımından henüz bir zenginliğe ulaşmadığı gözlemlenmiştir. Özellikle bu konuda Türk dilinde hazırlanmış kaynak sayısının daha düşük seviyede olduğu görülmüştür. Bu bölümde, ele alınan tez çalışmasının literatürdeki konumu ifade edilmiş ve kaynak taraması yapılarak genel olarak uluslararası ölçekte yayınların mevcut olduğu tespit edilmiştir.

Ancin Murguzur vd. (2020), Norveç'te yaptıkları çalışmada korunan alanlara artan ziyaret ve ziyaretçi sayılarının artış göstermesi nedeniyle ortaya çıkan yönetim problemlerini çözebilecek yönetim sistemi oluşturmak ve insanların bıraktıkları tesis kullanım izlerini belirlemek için İHA cihazı ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) yazılımı kullanmışlardır. Çalışmada ziyaretçi park kullanım modelleri oluşturmak ve patika durumu, bitki örtüsü yapısı ve yüzey pürüzlülüğü, resmi olmayan patikalar, çöp vb. etkiler gibi yaygın olarak ilişkili etkileri izleyerek korunan alan yönetimine nasıl yardımcı olunabileceğini ifade etmişlerdir (Ancin Murguzur *et al.* 2020).

Sikorsky (2020) Amerika'da yaptığı doktora tezinde "*Kamu arazilerinin rekreasyonel etki izlemesi için insansız hava araçlarının kullanımı*" adlı çalışmasında kamu arazisi yöneticileri, çevresel ve ziyaretçi deneyimi problemlerini optimize etmek için gösterge ve eşik verilerini toplamada basit ve uygun maliyetli yöntemlerin uygulanmasını diğer deyişle İHA cihazlarının kullanımının bir sonraki mantıklı adım olabileceğini ifade etmiş ve yeni kurulan Kansas eyalet parkında, seçilen iki göstergeye göre (ziyaretçi tarafından oluşturulan yollar ve bitki örtüsü kaybı) eşik değerleri formüle etmek için drone kullandıklarını ve dronların rekreasyonel etkileri azaltmak için arazi yönetimi kurumlarına karar vermede yardımcı olabilecek yapıda olması yanı sıra uzun vadede korunan alanlardaki çeşitli çevresel göstergelerin izlenmesi için basitleştirilmiş ve güvenilir bir cihaz olduğunu ifade etmiştir (Sikorsky, 2020)

Grubesic and Nelson (2020) Arizona bölgesinde resmi olmayan yolların, birçok farklı konum ve bağlamda açık alanlar, parklar, vahşi alanlar ve korunan doğal alanlar için ciddi bir tehdit oluşturduğunu ve İHA cihazlarının resmi olmayan bu yolları tespit etme çalışmalarına nasıl katkıda bulunabileceğini ortaya koymak için yaptıkları çalışmada İHA görüntüleri ile birleştirilen temel mekansal verilerin, peyzaj iyileştirmesini en iyilemek için resmi olmayan yolların kullanımını en aza indirmek için peyzaj parçalanmasını ve potansiyel yasak noktaların nasıl tanımlanabileceğini aktarmışlardır (Grubesic and Nelson, 2020).

Eagleston and Marion (2020) tarafından Amerika'da yapılan çalışmada, rekreasyon faaliyetlerinin korunan alan peyzajlarını ve kaynaklarını olumsuz etkileyebildiğini ve oluşabilecek toprak erozyonunun rekreasyon parkurları üzerinde uzun vadeli olumsuz etkide olabileceğini bu nedenle ziyaretçilerin kullandıkları patikalarda toprak kaybını ortaya koymak amacıyla modellemede havasal Lidar cihazı kullanarak arazi hakkında bilgi edindiklerini ve CBS ortamında bu verileri işlediklerini, çalışma sonucunda toprak kaybındaki değişimi arazi kullanım faktörlerine göre modelleyerek park yönetimi için çıkarımlar elde ettiklerini aktarmışlardır (Eagleston and Marion, 2020).

Park vd. (2020) Amerika'da yaptıkları çalışmada; *"davranış haritalamasında insansız hava araçlarının (İHA) uygulanabilirliği"* ni davranış haritalaması oluşturmak için İHA cihazlarının kullanımını ortaya koymayı çalıştıklarını, ziyaretçi özelliklerini (cinsiyet, yaş grubu, aktivite düzeyi) belirlemeye yönelik değerlendiriciler arası güvenilirlik testleri ve coğrafi kodlama yaparak, yüksek Kappa istatistikleri ve konum kesinliği ürettiklerini ve çalışma sonucunda ziyaretçi yoğunluğunun piknik alanları ve oyun alanlarında daha yüksek, çimler, beyzbol sahaları ve su alanlarında daha düşük olduğunu, İHA cihazlarının davranış haritalama yaklaşımı için güvenilir ve etkili bir araç olduğunu, uygulayıcıların veri yönetimi ve detaylı planlama ve yönetim çalışmalarında destek sağlayabileceğini ifade etmişlerdir (Park *et al.* 2020).

Cameron (2022) Kanada'da yaptığı doktora tezinde; *"Coğrafi Bilgi Sistemlerinin mevcut güzergah oluşturma standardı planlama yönergelerine en iyi şekilde nasıl dahil edilebileceği"* konulu çalışmasında vaka çalışması düzeyinde bir dizi farklı kılavuz

oluşturarak nihai bir kılavuz setine ulaşmış ve bilgi kaynaklarını gözden geçirerek CBS'nin yol planlama sürecinde kullanılması gerektiğini, CBS'nin eğim haritaları, üç boyutlu modeller oluşturmak ve çevresel etkilerin azaltılmasına yardımcı olmak için avantajlar sağladığını aktarmıştır. (Cameron, 2022)

Xu vd. (2018) yaptıkları çalışmada, kent parklarına olan talep ve bu parkların kullanımının son yıllarda giderek arttığını, ziyaretçilerin aktivite türü, yaş grubu ve zaman kullanıma bağlı olarak verilerin arazi verilerine entegre edilerek analiz edilmesi gerektiğini ve CBS ve İHA kullanımının bu bağlamda avantajlara sahip olduğunu, çalışma sonucunda elde ettikleri veriler ışığında İHA cihazlarının parkların fiziksel aktivite gözlemlenmesi açısından uygun olduğunu ve yeni bir yöntem olarak kullanılabileceğini ifade etmişlerdir (Xu *et al.* 2018).

Park and Ewing (2017) yaptıkları çalışmada, park kullanımı veya parka dayalı fiziksel aktiviteleri ölçmek için çeşitli gözlem tekniklerinin geliştirildiğini ancak bu yaklaşımlar içerisinde İHA cihazı kullanımının düşük seviyede olduğunu, bu nedenle çalışmalarında İHA cihazı kullanarak gözlem yapma temelinde bir yaklaşım geliştirdiklerini, çalışma sonucunda mevcut yöntemlere kıyasla daha geniş alanları kapsayan İHA gözlem yaklaşımının park ziyaretçilerinin daha güvenilir ve daha verimli bir şekilde takibinin ve kullanım şekillerinin ortaya konularak haritalandırılması için uygun bir ortam sağladığını ifade etmişlerdir. (Park and Ewing, 2017)

Da Silva vd. (2020), Brezilya'da yaptıkları çalışmada ziyaretçiler için rota boyunca daha düşük derecede yoğunluk ile stratejik gözlem lokasyonlarını belirlemeyi amaçlamışlar ve CBS ortamında görüş alanı analiz tekniği ile gözlemcinin görüş alanlarını seçilen ana patika boyunca 17 lokasyonda haritalamışlardır. Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre bu 17 lokasyonun görüş alanı analizi sonucunda üst üste binen görüş alanı modelleri tekniği ile daha düşük yoğunluk derecesi nedeniyle peyzajı düşünmede dört stratejik nokta belirlediklerini ve parkurun görünürlük verilerinin sadece %57'lik bir oranı temsil etmesine rağmen, tespit edilen dört noktanın görünür bölgelerinin en temsil edici olduğuna ulaşmakla beraber park yönetiminde CBS kullanımının kesin avantajlar sağlayabildiğini vurgulamışlardır (Da Silva *et al.* 2020).

Mejia Aguilar vd. (2021), İtalya'da yaptıkları çalışmada dağlık alanlarda artan ziyaretçi sayısına bağlı olarak karşılaşılabilecek riskleri azaltmada güncel teknolojilerin özellikle CBS ve İHA araçlarının kullanılarak tehlike oluşturabilecek alanların önceden tespit edilmesi ve park yönetiminde algılama tekniklerinin desteği ve yer sensörleri gibi *"giyilebilir uzun menzilli alıcı-vericilerin"* kullanılmasını önermişlerdir (Mejia Aguilar *et al.* 2021).

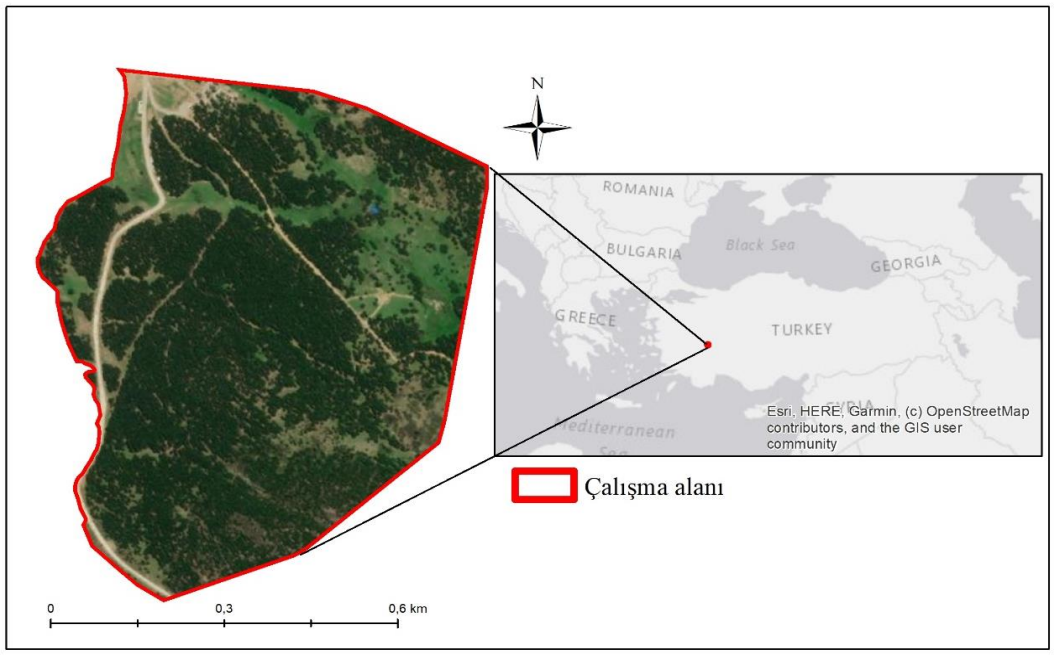
Diez vd. (2021) yaptıkları derleme çalışmasında ormanların, CO_2 filtreleme özellikleri yanı sıra önemli ekonomik, çevresel ve sosyal kaynaklar olduğunu, geleneksel olarak, ormanlarla ilgili bilgilerin, pahalı ve yoğun çalışma gerektiren saha envanterleri kullanılarak oluşturulduğunu, ancak son yıllarda, büyük orman alanlarında yüksek çözünürlüklü verileri toplamanın basit ve ucuz bir yolunun İHA cihazları kullanılarak sağlanabildiğini, derin öğrenme yaklaşımlarıyla ormancılıkta kullanılan bilgilerin etkin bir yönelim olduğunu aktarmışlardır (Diez *et al.* 2021).

Buğday (2019), *"Orman yönetiminde insansız hava aracı uygulamaları"* adlı çalışmasında İHA cihazı kullanımının birçok sektörde arttığını, ormancılık sektöründe çeşitli ormancılık faaliyetlerinin izlenmesi ve ölçümlerin yapılmasında etkili bir şekilde yürütülebileceğini ve İHA sistemlerinin giderek popüler hale gelerek yükselen bir trend yakaladığını ifade etmiştir (Buğday, 2019).

3. MATERYAL VE METOT

3.1 Araştırma Alanının Tanıtımı

Çalışma alanı, Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü 5. Bölge Müdürlüğü sorumluluk sahası içerisinde bulunan 14692 ha alana sahip, Akdağ Tabiat Parkı'dır (Şekil 3.1 ve Şekil 3.2). Akdağ Tabiat Parkı'nın 5463 (% 37,2) ha alanı Afyonkarahisar ili Sandıklı ilçesinde, 9229 (% 62,8) ha alanı ise Denizli ili Çivril İlçesi sınırları içerisinde yer almaktadır. Tabiat parkı sınırları içerisinde tespit edilmiş; 76 familya ve 286 cinse ait 550 tür, 13 alttür ve 3 varyeteden oluşan 566 bitki taksonunun bulunduğu bilinmektedir (URL 3). Ormanlık alanlar içerisinde kızılçam, karaçam, meşe ve ardıç türleri hâkim yayılış göstermektedir. Koru veya bozuk nitelikte olan karaçamı, hemen hemen tüm ormanlık alanlarda en çok görülen ağaç türünü meşe ve ardıç toplulukları takip etmektedir. Ayrıca, doğal yayılış alanının dışında izole ve marjinal bir popülasyon olarak 6 ha büyüklüğünde genç sarıçam meşceresi ve Sandıklı bölümünde kalan ormanlık alanlarda endemik olarak ehrami karaçam olduğu bilinmektedir (Anonim 2017). Çalışma alanı 52,7 ha büyüklüğe sahiptir.



Şekil 3.1 Çalışma alanının konumu

Akdağ Tabiat Parkı'nda (Şekil 3.2) kır evi, çocuk oyun alanları, kanyon, dağ, vadi manzara izlenebilecek kontrollü lokasyonlar, doğal, kültürel ve tarihi alanlar bulunmaktadır. Akdağ Tabiat Parkı'nda fotoğrafçılık, kampçılık ve kuş gözlemciliği gibi aktiviteler yakın çevre tarafından bilinmekte ziyaretçi sayısı her geçen gün artmaktadır (URL 3).



Şekil 3.2 Akdağ tabiat parkı (URL 4)

3.2 Yöntem

İHA aracı drone ile Akdağ Tabiat Parkı'nın henüz yürüyüş parkuru oluşturulmamış ve trekking parkur alanı olabilecek ve bu tabiat parkı içerisinde seçilen alanda tespit için yaklaşık 70,4 ha büyüklüğünde bir alan üzerinde çalışma sınırlandırılmıştır. Çalışma alanına ait bilgisayar ortamındaki sınırlar ve tesis bilgileri Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü, 5. Bölge Müdürlüğü'nden alınmıştır. Çalışmada eğim, yükseklik, yollara ve derelere olan uzaklık kriterleri analiz için kullanılmıştır. Bu kriterlerden eğim ve yükseklik verileri çalışma alanına ait altlık olarak *"www.usgs.gov.tr"* adresinden indirilen 12,5 m mekânsal çözünürlüğe sahip 2010 yılına ait Sayısal Yükseklik Modeli (SYM) verisi ve yine çalışma alanına ait DJI Phantom 4 marka drone cihazı (Çizelge 3.1) kullanılarak elde edilen Sayısal Arazi Modeli (SAM) verisi kullanılarak üretilmiştir.

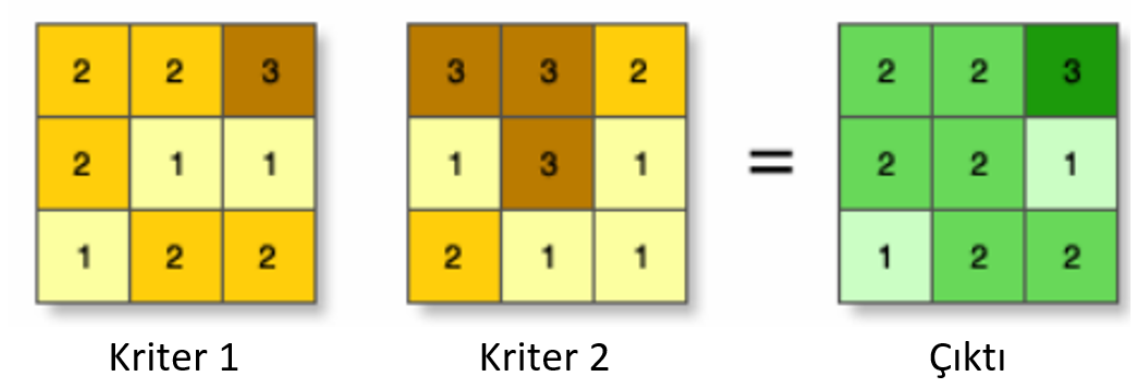
Yollara ve derelere uzaklık kriterleri güncel uydu görüntüsü üzerinden ve 5. Bölge Müdürlüğü'nden alınan CBS veri setleri kullanılarak analiz için hazırlanmıştır.

Çizelge 3.1 DJI Phantom 4 drone cihazı bazı teknik bilgiler

Ağırlık	1350gr-1400gr.
Ebat	36cm-40cm.
Batarya	5870 mAH LiPo.
GPS Modu	GPS Var.
Kamera	4K.
Maksimum Hız	40kmp-50kmp.
Uçuş Mesafesi	5000m-6000m.
Uçuş Süresi	26-30 Dakika.

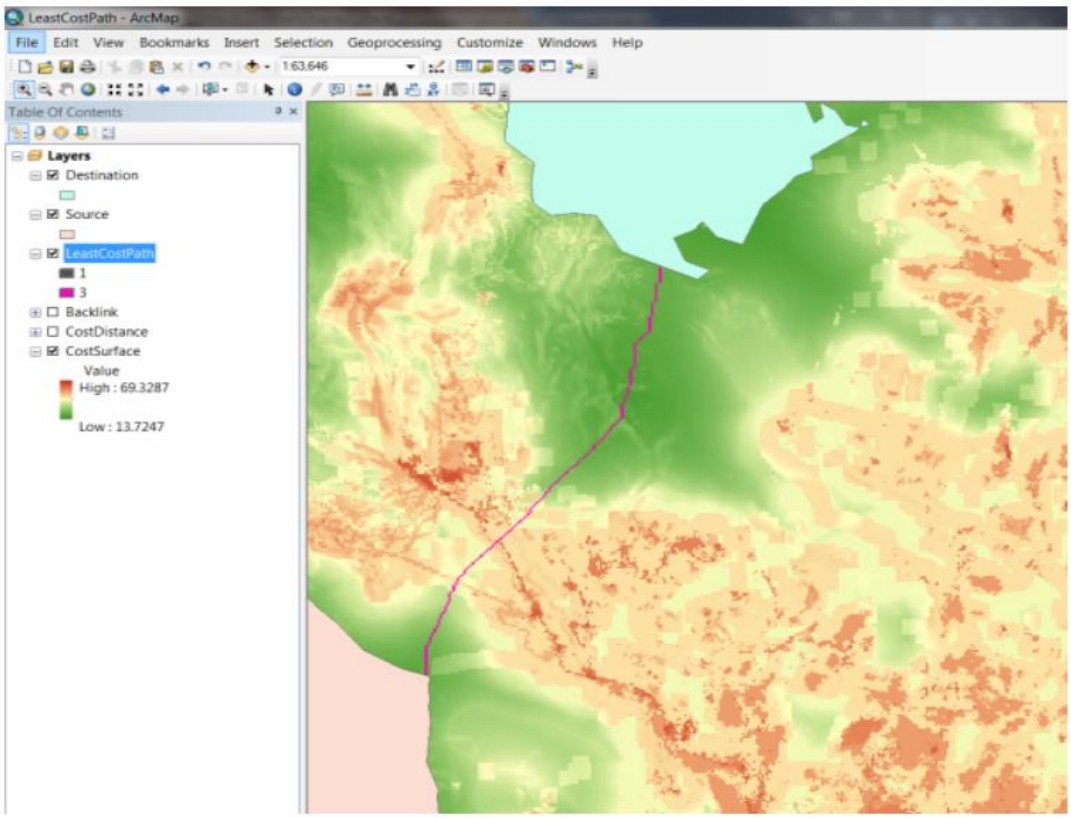
Elde edilen SYM ve SAM verileri kullanılarak eğim ve yükseklik verileri ile 5. Bölge Müdürlüğü'nden temin edilen "yollara olan uzaklık" ve "derelere olan uzaklık" kriterleri CBS yazılımı ArcGIS 10.3 programında işlenmiştir. "Yollara olan uzaklık" kriteri 1-2-5 km zonları ifade edecek şekilde, "derelere olan uzaklık" kriteri1-2-5-10 km zonları kapsayacak şekilde raster veriler oluşturulmuştur.

Üretilen tüm kriterlere ait raster veriler ArcGIS 10.3 programında ağırlıklı çakıştırma yöntemiyle (ESRI 2022a) (Şekil 3.3) analize tabi tutulmuştur.



Şekil 3.3 Ağırlıklı çakıştırma yöntemi (ESRI, 2022a)

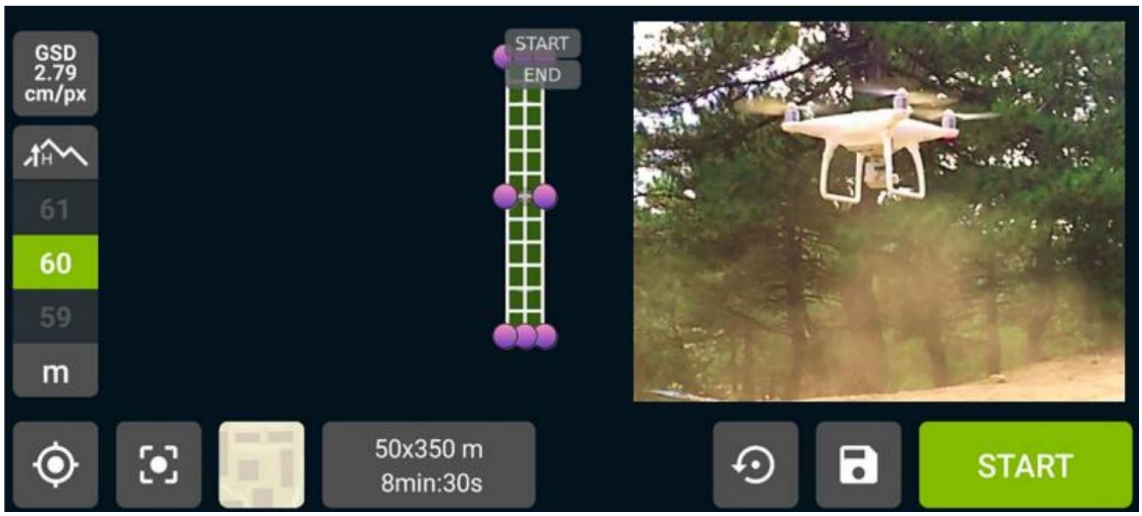
Bu çalışmada, SYM ve SAM veri setlerinden yararlanarak trekking uygunluk haritaları oluşturulmuştur. Üretilen raster haritalar üzerinde alternatif rota güzergahları ArcGIS yazılımında yer alan "Least Cost-path" modülü (ESRI 2022b) (Şekil 3.4) kullanılarak hesaplanmış ve bu çalışmada kullanılan iki farklı arazi yüzeyi (SYM ve SAM) verilerine göre ayrı ayrı haritalandırılmıştır.



Şekil 3.4 CBS yazılımında kullanılan Cost-Path modülünden görünüm (ESRI 2022b)

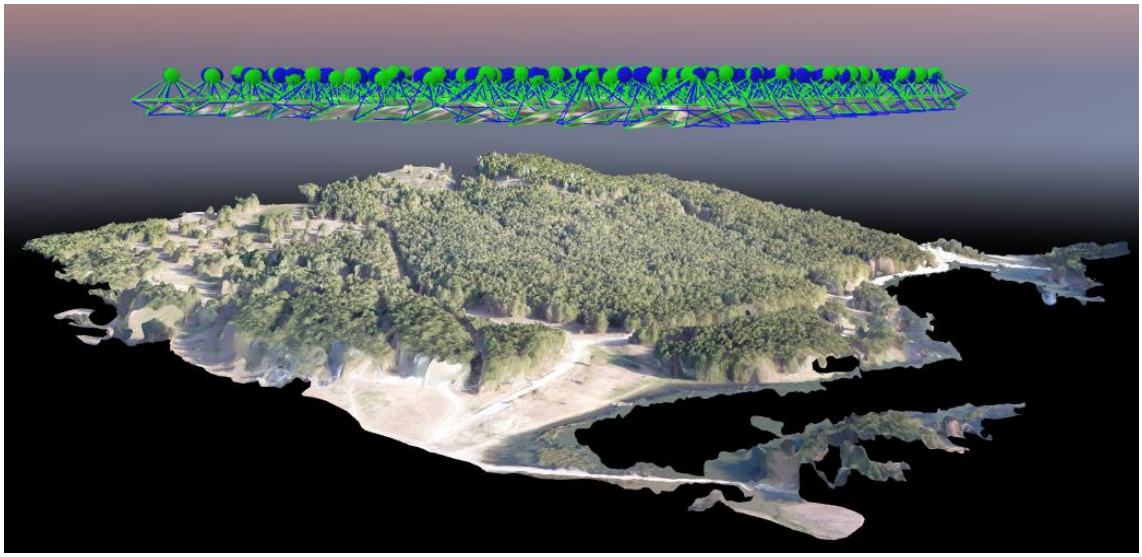
3.3 İHA Uçuş Planlaması ve Görüntü Alımı

İHA cihazları ile veri alımında uçuş öncesi hazırlıklar, uçuş sırası ve uçuş sonrasında yapılacak olan adımlar olmak üzere üç kategoride sınıflandırılmaktadır. Uçuş öncesi hazırlıklar ve uçuş sonrası yapılması gereken işlemler büro ortamında uçuş sırası işlemler ise doğrudan arazide yürütülen iş ve işlemleri oluşturur. Uçuş öncesinde görüntü bindirme oranları (ön ve yan), uçuş yüksekliği, uçuş süresi ve uçuş hattı rota planlaması yapılmaktadır. Bu aşamada, uçuş hattı, Android OS yüklü tablet ile entegreli olarak çalışan profesyonel fotogrametri ve drone-haritalama alanında yaygın olarak tercih edilen Pix4D Capture yazılımı (Şekil 3.5) kullanılarak önceden oluşturulmuş ve uçuşlar hava durumunun imkan verdiği günlerde tekrarlanarak sürdürülmüştür.



Şekil 3.5 İHA cihazı otonom uçuş programı arayüzü (Buğday, 2018)

İkinci aşama olan uçuş sırasında aktif olarak sahada son kontroller yapılarak uçuş en uygun konumdan başlatılarak gerçekleştirilir. Bu çalışmada otomatik görüntü alımı için Android OS işletim sistem tabanlı çalışan tablet kullanılmış ve tüm uçuşlar poligon ızgara deseni modülüne göre gerçekleştirilmiştir. Son aşama olan uçuş sonrası kısımda ise havadan çekilen görüntüler bilgisayar ortamına hafıza kartı ile aktarılarak Pix4D Mapper yazılımı (Şekil 3.6) kullanılarak birleştirilmiş ve çalışma alanına ait SAM veri seti üretilmiştir.

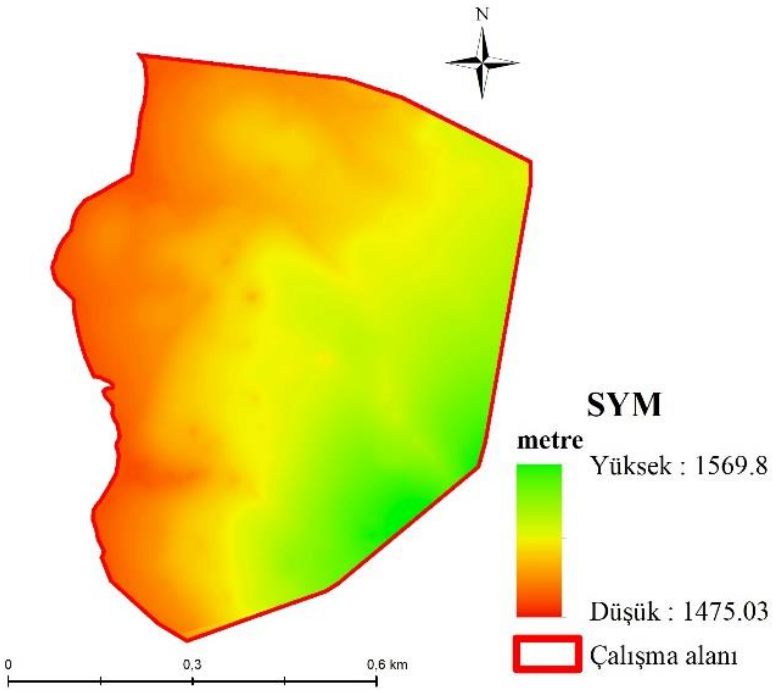


Şekil 3.6 Pix4D Mapper arayüzü ve çalışmada kullanılan İHA veri seti

Başarılı olan uçuş, 25 Eylül 2020 tarihinde güneşli, bulutsuz ve rüzgar hızının düşük olduğu gün içinde 250 m uçuş yüksekliğinden rota planlaması yapılarak gerçekleştirilmiştir. Alternatif güzergahların tespitinde bu uçuştan elde edilen veriler kullanılmıştır.

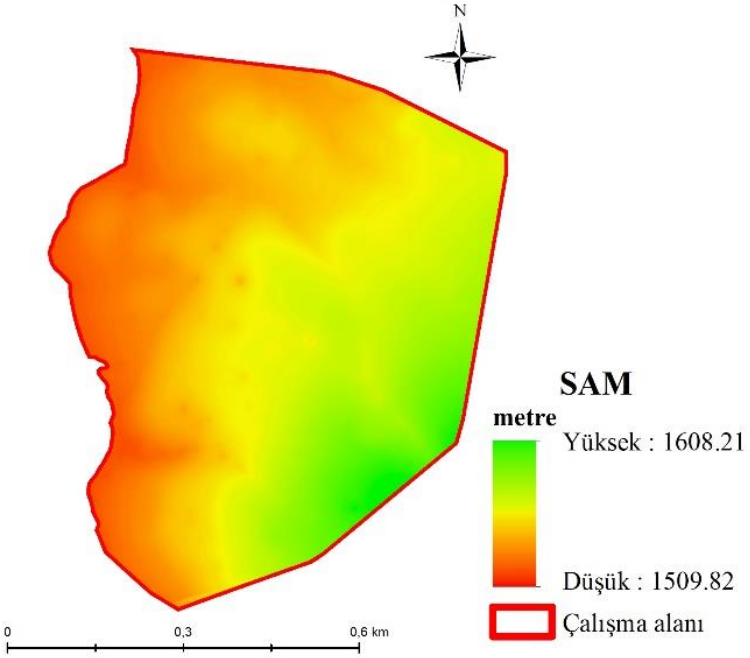
4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışma alanına ait Sayısal Yükseklik Modeli (SYM) veri setinden üretilen eğim ve yükseklik raster verileri Şekil 4.1'de verilmiştir. Çalışma alanı sınırları içerisinde yapılan analiz sonucunda SYM veri setinde en düşük yükseklik değeri 1475,03 m, en yüksek lokasyon değeri 1569,8 m ve ortalama yükseklik 1512,79 m olduğu hesaplanmıştır.



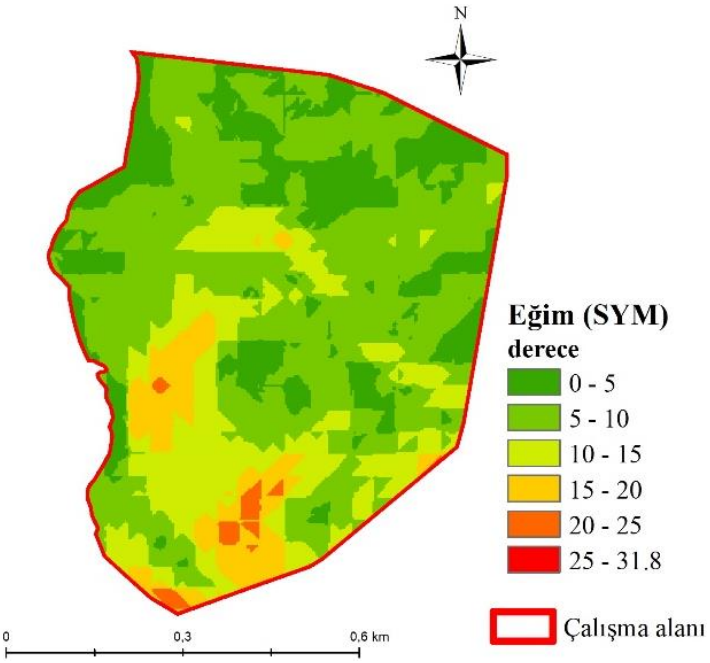
Şekil 4.1 Çalışma alanına ait SYM yükseklik haritası

Çalışma alanına ait Sayısal Arazi Modeli (SAM) veri setinden üretilen eğim ve yükseklik raster verileri Şekil 4.2'de verilmiştir. Çalışma alanı sınırları içerisinde yapılan analiz sonucunda SAM veri setinde en düşük yükseklik değeri 1509,82 m, en yüksek lokasyon değeri 1608,21 m ve ortalama yükseklik 1548,78 m olduğu hesaplanmıştır.



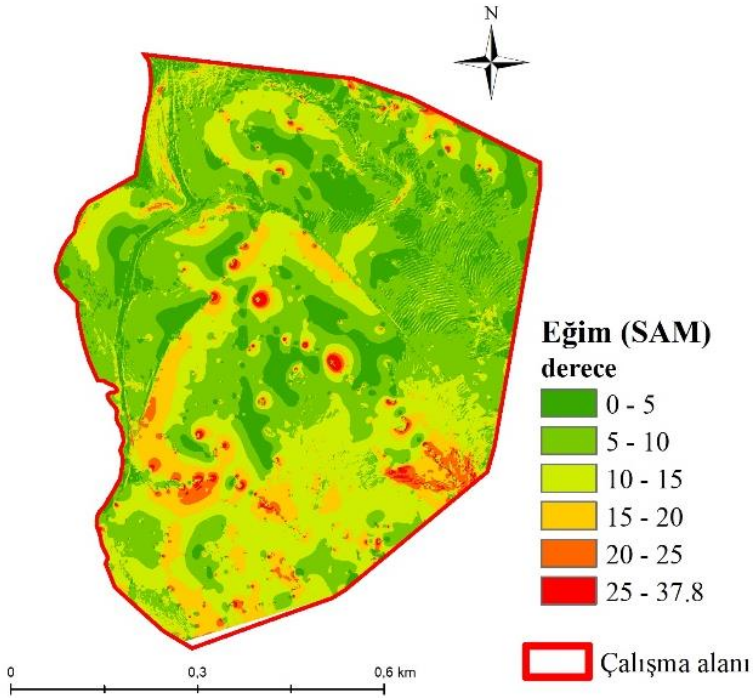
Şekil 4.2 Çalışma alanına ait SAM yükseklik haritası

Çalışma alanı sınırları içerisinde yapılan analiz sonucunda SYM veri setinde en düşük eğim değeri 0 derece, en yüksek eğim değeri 31,8 derece ve ortalama eğim değeri 8,42 derece olduğu hesaplanmıştır (Şekil 4.3).



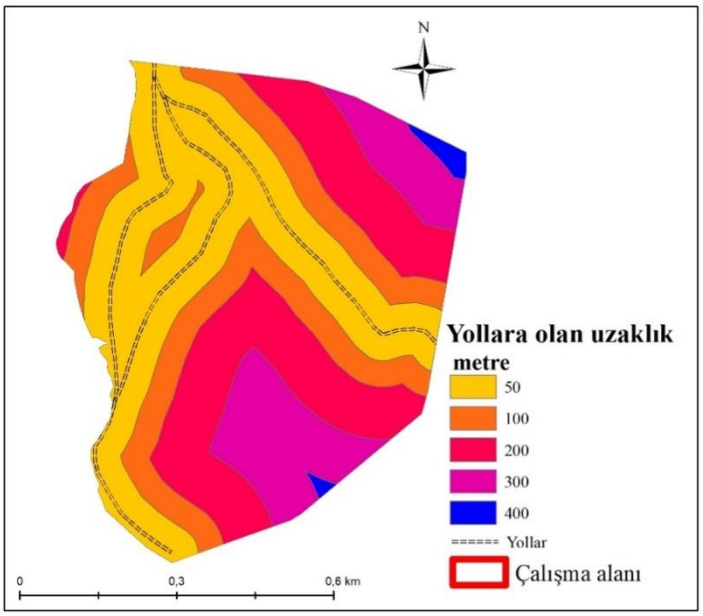
Şekil 4.3 Çalışma alanına ait SYM veri setinden üretilen eğim haritası

Çalışma alanı sınırları içerisinde yapılan analiz sonucunda SAM veri setinde en düşük eğim değeri 0 derece, en yüksek eğim değeri 37,8 derece ve ortalama eğim değeri 9,3 derece olduğu hesaplanmıştır (Şekil 4.4).



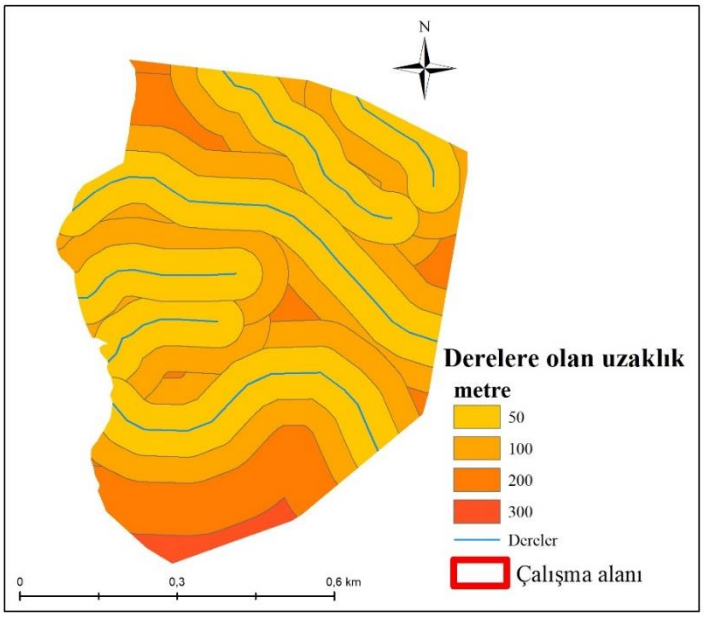
Şekil 4.4 Çalışma alanına ait SAM veri setinden üretilen eğim haritası

Çalışma alanı için temin edilen yollara olan uzaklık veri seti kullanılarak 50 m, 100 m, 200 m, 300 m ve 400 m mesafeler için zonlara ayrılarak Şekil 4.5'te ifade edilmiştir. Çalışma alanı sınırları içerisinde toplam yol uzunluğunun 2568 m olduğu tespit edilmiştir.



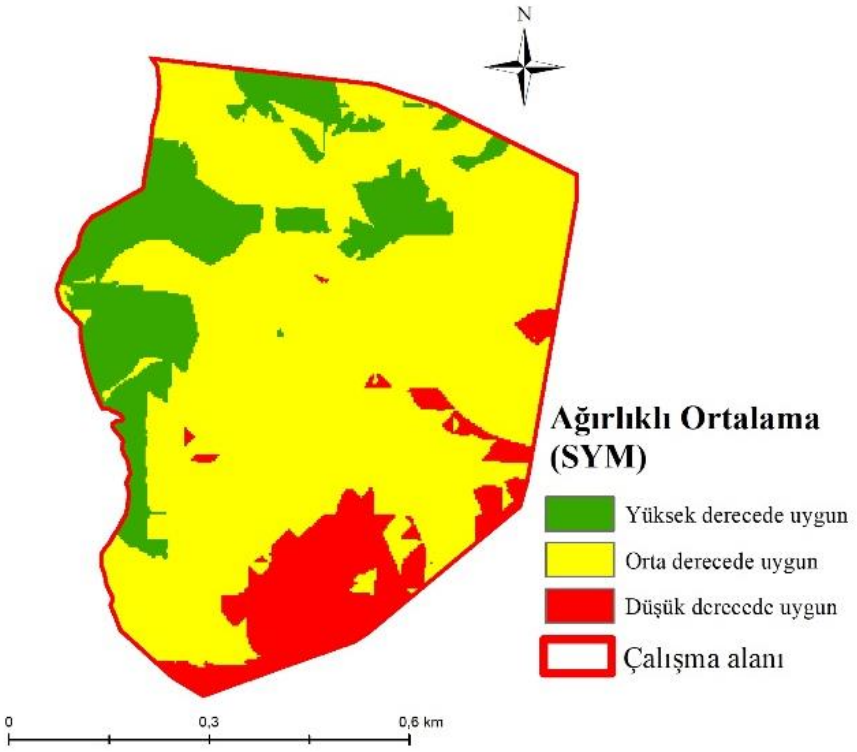
Şekil 4.5 Çalışma alanına ait yollara olan uzaklık haritası

Çalışma alanı sınırlarında yer alan ve DKMP'ye bağlı 5. Bölge Müdürlüğü'nden temin edilen derelere olan uzaklık haritası Şekil 4.6'da verilmiştir. Şekil 4.6 incelendiğinde; dereler ve 50 m, 100 m, 200 m ve 300 m mesafelerde zonlar farklı renklerle ifade edilmiştir. Çalışma alanında yer alan derelerin toplam uzunluğunun 2745 m olduğu hesaplanmıştır.

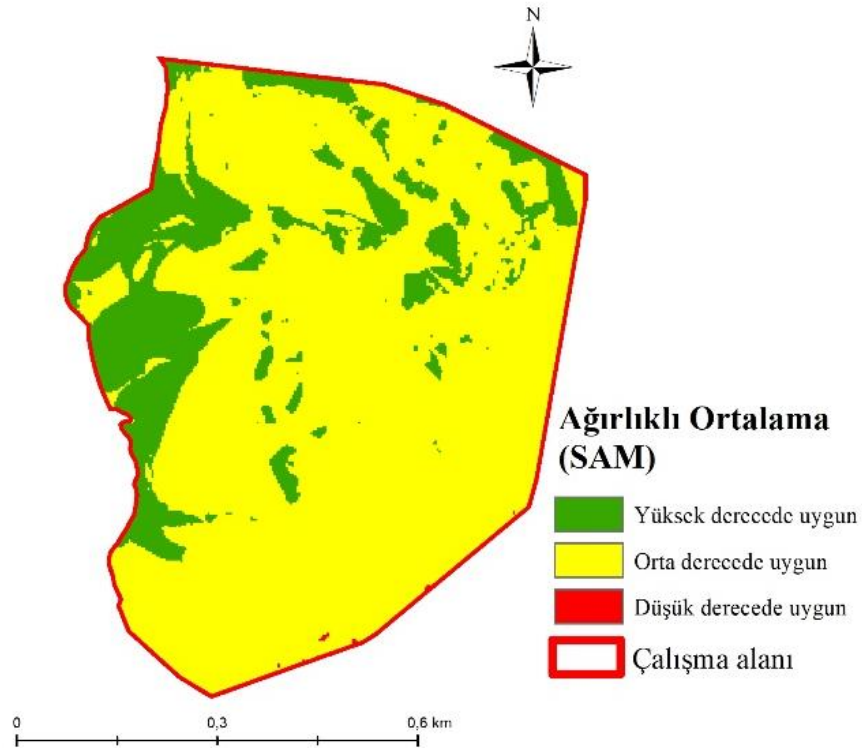


Şekil 4.6 Çalışma alanına ait derelere olan uzaklık haritası

Bu çalışmada trekking rotası uygunluk haritalaması için SYM ve SAM veri setlerinden üretilen yükseklik ve eğim kriterleri ile kurumdan alınan yollara olan uzaklık ve derelere olan uzaklık kriterleri ağırlıklandırılarak ArcGIS yazılımında yer alan *"Weighted Overlay"* modülünde birleştirilmiştir. Çok katmanlı çakıştırma sonrasında SYM ve SAM veri setlerinden elde edilen uygunluk haritası Şekil 4.7 ve Şekil 4.8'de sunulmuştur. Çalışma kapsamında yapılan *"Weighted Overlay"* (ağırlıklı çakıştırma) analizi ile SYM ve SAM veri setlerinden derlenen yükseklik ve eğim kriterlerinin yer aldığı trekking parkuru uygunluk haritalarına göre değerlendirme yapıldığında; SYM veri setinden derlenen veriler ışığında çalışma alanının "yüksek derecede uygun" bölümü tüm alanın 9,6 ha değeriyle % 18,22 oranında bir kısmını içerdiği, "orta derecede uygun" bölümünün 36,9 ha ile % 70,02 oranında bir kısmını kapsadığı ve "düşük derecede uygun" bölümünün 6,2 ha ile % 11,76 oranında bir kısmını kapsadığı tespit edilmiştir.



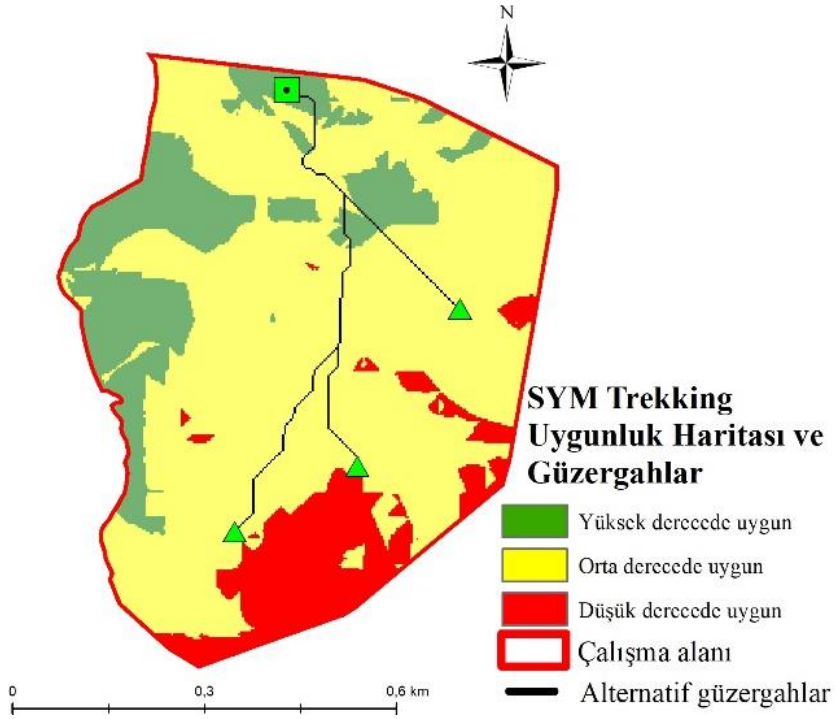
Şekil 4.7 Analiz sonucunda üretilen SYM bazlı uygunluk haritası



Şekil 4.8 Analiz sonucunda üretilen SAM bazlı uygunluk haritası

Şekil 4.8'de verilen ve SAM veri setinden derlenen uygunluk haritası üzerinde ise alanın "yüksek derecede uygun" bölümünün tüm alanın 10,15 ha değeriyle % 19,26 oranında bir kısmını kapladığı, "orta derecede uygun" bölümünün 42,51 ha ile % 80,66 oranında bir kısmını kapladığı, çalışma alanında SAM veri setine göre ise "düşük derecede uygun" 0,04 ha ile % 0,08 oranında bir alanı kapsadığı tespit edilmiştir.

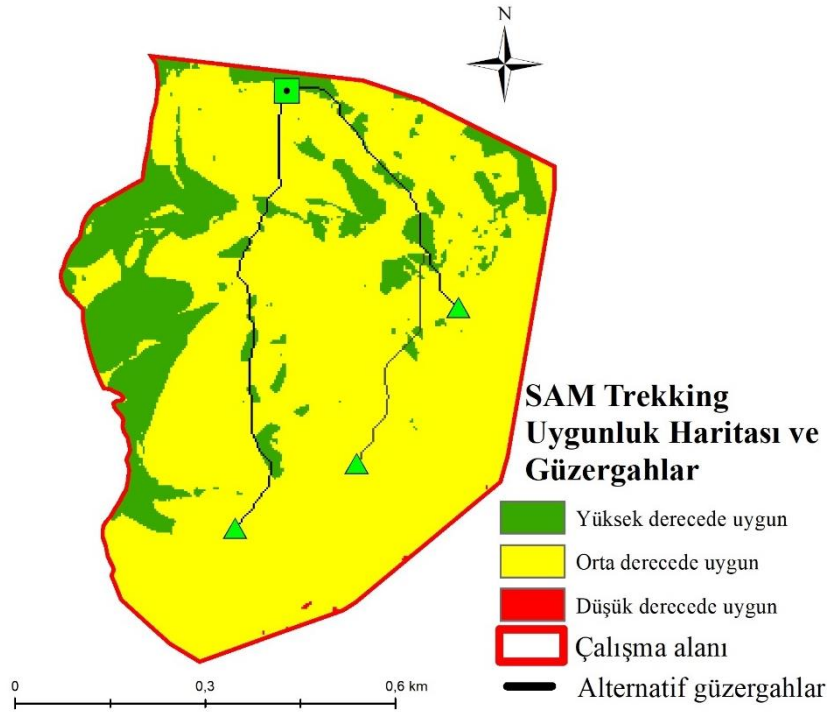
Trekking güzergahı tespitinde senaryolar oluşturabilmek için başlangıç lokasyonu ve ulaşılmak istenen varış lokasyonu veya lokasyonları bilgisi girilmesi gerekmektedir. Akdağ Tabiat Parkı içerisinde yer alan hizmet binası başlangıç noktası olarak seçilmiş ve çalışma alanı içerisinde olmak koşuluyla üç farklı lokasyona varış noktası rasgele olarak işaretlenerek üç farklı trekking rotası ArcGIS yazılımında yer alan *"Least Cost Path"* modülü kullanılarak hesaplanmıştır (Şekil 4.9 ve Şekil 4.10). Bu trekking rotaları karar vericilerin isteğine göre çeşitlendirilebilmektedir. Burada örnek bir uygulama gösterilmeye çalışılmıştır.



Şekil 4.9 SYM bazlı uygunluk haritasına ait alternatif trekking rotaları

Bu çalışmada yapılan alternatif rota gösterimi, SYM ve SAM veri setleri baz alınarak hazırlanan yükseklik ve eğim kriterlerinin yer aldığı, toplamda bu iki kritere ek olarak yollara olan uzaklık ve derelere olan uzaklık kriterleriyle birlikte toplam dört kriter kullanılarak üretilen SYM ve SAM uygunluk haritalarının validasyonu amacıyla yürütülmüştür.

Şekil 4.9 incelendiğinde; üç farklı varış lokasyonuna ulaşan alternatif güzergahların konumları net olarak görülmektedir. Uygunluk haritası üzerine yukarıda belirtilen kriterler kullanılarak üretilen alternatif güzergahların öncelikle yeşil renkle gösterilen yüksek derecede uygun alanlarından, sonrasında orta derecede uygun alanlarından ve nihayetinde düşük derecede uygun alanlardan geçtiği ve bu uygunluk haritasının karar vericiler için kullanılabilir olduğunu göstermiştir.



Şekil 4.10 SAM bazlı uygunluk haritasına ait alternatif trekking rotaları

Şekil 4.10 incelendiğinde; yine üç farklı varış lokasyonuna ulaşan alternatif güzergahların konumlarının ifade edildiği görülmektedir. Uygunluk haritası üzerine yukarıda belirtilen kriterler kullanılarak üretilen alternatif güzergahların öncelikle yeşil renkle gösterilen yüksek derecede uygun alanlardan, sonrasında orta derecede uygun alanlardan ve nihayetinde düşük derecede uygun alanlardan geçtiği ve bu uygunluk haritasının karar vericiler için kullanılabilir olduğunu göstermiştir.

Bu çalışmada ulaşılan sonuçlara göre tabiat parkları özelinde planlayıcılar veya karar vericiler açısından çeşitli amaçlar için belirlenen lokasyonlar için senaryolar üretilmek kaydıyla lokasyon bazlı trekking rotaları geliştirebileceği sonucuna varılmıştır. Ayrıca, üretilen uygunluk haritalarının hassasiyet değerleri farklı olduğundan dolayı hassasiyet değerleri yüksek SAM verisi vb. veri setlerinin kullanılmasının daha isabetli ve etkili planlama yapılmasına katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada ülkemizde kurulmuş ve faaliyet gösteren tabiat parklarından Akdağ Tabiat Parkı özelinde tabiat parklarının trekking parkurlarının belirlenmesinde eğim, yükseklik, yola olan uzaklık ve derelere olan uzaklık kriterlerinden hareketle çok kriterli karar verme sürecine katkı sağlamak için kara destek iş akışı oluşturulmaya çalışılmıştır. Son yıllarda ülkemizde güncel ormancılık faaliyetlerinin bazı aşamalarında çeşitli amaçlarla (görüntü almak, video görsel oluşturmak vb.) İHA cihazları kullanılmaya başlanmıştır. Bu çalışma ile tabiat parklarında halihazırda UA veri setleri ve CBS tekniklerinin kullanılmasının yanı sıra daha küçük alanlarda yüksek hassasiyete sahip veri seti üretebilen İHA cihazı uçuşu yapılarak elde edilen verilerin karar verme sürecine dahil edilerek kıyaslama imkanına sağlaması ve planlamaya etkin bir şekilde aktarma imkanını ortaya konmuştur. Mevcut yürüyüş parkurları tespitinin yanı sıra bu çalışma sonucunda elde edilen uygunluk haritaları ile potansiyel yürüyüş güzergâhları ifade edilmiştir. Bu çalışma sonucunda ulaşılan sonuçlara göre tabiat parklarında trekking parkurları planlaması için İHA cihazlarının kullanımının sağlayacağı avantajların neler olabileceği konusunda farkındalık oluşturmak ve bu alanda çalışmak isteyen araştırmacılara ne gibi kullanım olanaklarının olabileceğine dair bir model ortaya konulmuştur.

Ayrıca, bu çalışmada tabiat parkları özelinde planlayıcılar veya karar vericiler açısından çeşitli amaçlar için belirlenen lokasyonlar için alternatif güzergah planlaması için senaryolar üretilmek kaydıyla daha detaylı ve konumsal trekking rotaları geliştirebileceği sonucuna varılmıştır. Ayrıca üretilen uygunluk haritalarının hassasiyet değerleri farklı olduğundan dolayı hassasiyet değerleri yüksek SAM verisi vb. veri setlerinin kullanılmasının daha isabetli ve etkili planlama yapılmasına katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

Akgül, M., Yurtseven, H., Gulci, S. ve Akay, A.E. 2018. Evaluation of uav-and gnss-based dems for earthwork volume. Arabian Journal for Science and Engineering, 43(4):1893-1909.

Akkamış, M., & Çalışkan, S. 2020. İnsansız hava araçları ve tarımsal uygulamalarda kullanımı. Türkiye İnsansız Hava Araçları Dergisi, 2(1): 8-16.

Ancin Murguzur, F. J., Munoz, L., Monz, C. & Hausner, V. H. 2020. Drones as a tool to monitor human impacts and vegetation changes in parks and protected areas. Remote Sensing in Ecology and Conservation, 6(1): 105-113.

Anonim, 2017. Akdağ tabiat parkı gelişme revizyon planı. Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü.

Atmış, E., Günşen, H. B. ve Yıldız, D. 2020. Tabiat parklarının korunan alan statülerinin değerlendirilmesi: Batı Karadeniz örneği. Turkish Journal of Forestry, 21(2): 148:158.

Buğday, E. 2018. Capabilities of using UAV in forest road construction activities. European Journal of Forest Engineering, 4:2: 56-62.

Buğday, E. 2019. Orman yönetiminde insansız hava aracı uygulamaları. In 2nd International Eurasian Conference on Biological and Chemical Sciences, pp. 1617-1621, Ankara.

Calis, G., & Yıldızel, S. A. 2019. Investigation of roller compacted concrete: Literature review. Challenge Journal of Concrete Research Letters,10(3): 63-74.

Cameron, S. 2022. Modifying recreational trail design guidelines to ıncorporate gıs: saskatchewan's buffalo pound provincial park case study. Doctoral dissertation, University of Guelph, 118 pages, Kanada.

Da Silva, R. G. P., Henke-Oliveira, C., Ferreira, E. S., Fetter, R., Barbosa, R. G. & Saito, C. H. 2020. Systematic Conservation Planning approach based on viewshed analysis for the definition of strategic points on a visitor trail. International Journal of Geoheritage and Parks, 8(3): 153-165.

Diez, Y., Kentsch, S., Fukuda, M., Caceres, M. L. L., Moritake, K. & Cabezas, M. 2021. Deep learning in forestry using uav-acquired rgb data: A practical review. Remote Sensing, 13:14, 2837.

Eagleston, H. and Marion, J. L. 2020. Application of airborne LiDAR and GIS in modeling trail erosion along the Appalachian Trail in New Hampshire, USA. Landscape and Urban Planning, 198, 103765.

ESRI, 2022a. Web sitesi: https://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/tools/spatial-analyst-toolbox/weighted-overlay.htm. Erişim Tarihi: 14.09.2022.

ESRI, 2022b. Web sitesi: https://desktop.arcgis.com/en/analytics/case-studies/cost-lesson-3-desktop-creating-a-least-cost-path.htm. Erişim Tarihi: 14.09.2022.

Gençerk, E. Y. 2016. İnsansız hava aracı fotogrametrisi uygulaması ile inşaat projesi imalat durumunun araştırılması (Doctoral dissertation, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Grubesic, T. H. and Nelson, J. R. 2020. Detecting and monitoring informal trails in an urban mountain preserve using small unmanned aerial systems. In UAVs and Urban Spatial Analysis, 165-187, Springer, Cham.

Gül, S. 2020. Unwritten laws in Kızılırmak delta: The role of traditional ecological knowledge in the protection of a wetland. International Journal of Geography and Geography Education (IGGE), 42, 303-327.

Gülci, S. 2019. The determination of some stand parameters using SfM-based spatial 3D point cloud in forestry studies: an analysis of data production in pure coniferous young forest stands. Environmental monitoring and assessment, 191(8), 1-17.

Karakuş, C. ve Katman, F. 2019. Erkek sınıfı insansız hava aracı (İHA) teknolojisi ve konvansiyonel (geleneksel) savaştaki yeri. Akademik Tarih ve Düşünce Dergisi, 6 (2): 882-897.

Masat, M. 2014. Otopilot sistemine sahip döner kanatlı mini insansız hava aracının demiryolu güvenliği çalışmalarında kullanımı (Master's thesis, Anadolu Üniversitesi.

Mejia-Aguilar, A., Bianco, G. M., Marrocco, G., Voegele, A., Van Veelen, M. J. & Strapazzon, G. 2021. In-situ and proximal sensing techniques for monitoring naturals hazards to mitigate risk in tourism activities: a case study in the GEOPARC Bletterbach, Italy. In 2021 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium IGARSS (pp. 1815-1818). IEEE.

OGM 2014. Türkiye Orman Varlığı. Orman İdaresi ve Planlama Dairesi Başkanlığı Yayın No:115, Ankara.

Özen Ö., B. ve Gül, A. 2020. Başpınar Tabiat Parkı'nın Rekreasyonel Planlama Açısından İrdelenmesi. Mimarlık Bilimleri ve Uygulamaları Dergisi, 5(1), 11-34.

Öztürk, S., Vural, Ö. & Meydan, K. 2020. Landscape character analysis in rural areas "sample of Kastamonu Gölköy and its surroundings". Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology, 8(8): 1720-1725.

Park, K. and Ewing, R. 2017. The usability of unmanned aerial vehicles (UAVs) for measuring park-based physical activity. Landscape and Urban Planning, 167, 157-164.

Park, K., Christensen, K. & Lee, D. 2020. Unmanned aerial vehicles (UAVs) in behavior mapping: A case study of neighborhood parks. Urban Forestry & Urban Greening, 52, 126693.

Sikorsky, K. D. 2020. The use of drones for recreational impact monitoring of public lands. Doctoral dissertation, Kansas State University, 105 pages, USA.

Triche, R. M., Greve, A. E. & Dubin, S. J. 2020. UAVs and their role in the health supply chain: A case study from Malawi. In 2020 International Conference on Unmanned Aircraft Systems (ICUAS) (pp. 1241-1248). IEEE.

URL 1. Web sitesi. https://www.hurriyet.com.tr/gundem/turkiyenin-ilk-milli-parki-neresidir-40910447#:~:text=%C4%B0%C3%A7erisinde%20212%20bitki%20t%C3%BCr%C3%BC%20ve,%C3%87aml%C4%B1k%20Milli%20Park%C4%B1%2C%20T%C3%BCrkiye'nin. Erişim tarihi: 07/08/2020.

URL 2. Web sitesi. https://www.tarimorman.gov.tr/DKMP/Menu/28/Tabiat-Parklari. Erişim tarihi: 07/08/2020.

URL 3. Web sitesi. http://akdag.tabiat.gov.tr. Erişim tarihi: 07/08/2020.

URL 4. Web sitesi. https://sandikli.bel.tr/akdag-tabiat-parki. Erişim tarihi: 07/08/2020.

Vaigandla, K. K., Thatipamula, S., & Karne, R. K. 2022. Investigation on unmanned aerial vehicle (UAV): an overview. IRO Journal on Sustainable Wireless Systems, 4(3): 130-148.

Xu, J., Bian, Q. & Zhao, X. 2018. Observations of physical activity in winter urban parks using uavs: a case study of four city parks, harbin, China. In International Conference on Sustainability in Energy and Buildings (pp. 63-73). Springer, Cham.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı ve Soyadı : Oğuzhan AKBAŞ

Eğitim

Yüksek Lisans	Çankırı Karatekin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalı	2019-Halen
Lisans	Çankırı Karatekin Üniversitesi Çankırı Orman Fakültesi Orman Mühendisliği Bölümü	2015-2019

İş Deneyimi

Yıl	Kurum	Görev
2020	Afyonkarahisar DKMP Bölge Müdürlüğü	Danışman Mühendis
2021	Ilgaz Orman İşletme Müdürlüğü	Danışman Mühendis
2022	Çankırı Orman İşletme Müdürlüğü	Danışman Mühendis