ÇANKIRI KARATEKİN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ORMAN YOLU PROJELENDİRİLMESİNDE İNSANSIZ HAVA ARACI KULLANIM OLANAKLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ (DÜZCE ÖRNEĞİ)

Mustafa Görkem CİRİTCİOĞLU

ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ÇANKIRI
2021

Her hakkı saklıdır

TEZ ONAYI

Mustafa Görkem CİRİTCİOĞLU tarafından hazırlanan **"Orman Yolu Projelendirilmesinde İnsansız Hava Aracı Kullanım Olanaklarının Değerlendirilmesi (Düzce Örneği)"** adlı tez çalışması 10/09/2021 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği 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 **:** Doç. Dr. Tuğrul VAROL
Orman Mühendisliği Anabilim Dalı
Bartın Üniversitesi

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

Üye **:** Dr. Öğr. Üyesi Semih KUTER
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 "**Orman Yolu Projelendirilmesinde İnsansız Hava Aracı Kullanım Olanaklarının Değerlendirilmesi (Düzce 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 Programıyla 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 (10/09/2021).

Mustafa Görkem CİRİTCİOĞLU

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ORMAN YOLU PROJELENDİRİLMESİNDE İNSANSIZ HAVA ARACI KULLANIM OLANAKLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ (DÜZCE ÖRNEĞİ)

Mustafa Görkem CİRİTCİOĞLU

Çankırı Karatekin Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Orman Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Ender BUĞDAY

Orman yolları, ormancılık faaliyetlerinin aksamadan sürdürülmesini sağlayan önemli alt yapı tesislerindendir. Bu alt yapı tesisleri, ormanların korunması ve bakımı, üretilen emvalin güvenli bir şekilde taşınarak değerlendirilmesi, ağaçlandırma, rekreasyon, orman yangınlarına en kısa sürede ulaşım gibi açılardan oldukça önemlidir. Geleneksel planlama anlayışı ile yapılan çalışmalarda elde edilen ölçümler detaylı olmadığından dolayı çeşitli hata ve eksikliklere açık bir yaklaşım olarak görülmektedir. Günümüzde Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) yazılımlarının yaygınlaşması, kullanımının artması ve bunun yanı sıra İnsansız Hava Aracı (İHA) ile yüksek çözünürlüklü görüntülerin elde edilmesi ile hassas ormancılık anlayışı çerçevesinde daha net ve güvenilir bilgilerin birbirine entegre edilebilmesiyle avantajlı bir ortam oluşturulmuştur. Bu çalışma, ormancılık faaliyetlerinin yerine getirilmesinde temel alt yapı görevini üstlenen orman yollarında İHA verileri ve CBS yardımıyla, orman yolu projelendirilmesi ve kazı-dolduru hesaplamalarının daha net yapılabilmesi için drone vb. teknolojilerin uygulanabilirliğini ortaya koymak amacıyla yapılmıştır. Çalışma, Düzce Orman İşletme Müdürlüğüne bağlı Cumaova Orman İşletme Şefliği 164 kodlu B-Tipi orman yolunda gerçekleşmiştir. Çalışma doğrultusunda, öncelikle multikopter drone aracı ile veriler elde edilmiştir. Elde edilen ham veriler ile çalışma alanına ait Sayısal Arazi Modeli (SAM) üretilmiştir. Üretilen SAM verisi ile yolun yapılmadan önceki arazi yapısını gösteren 12,5 m Sayısal Yükseklik Modeli (SYM) verileri kıyaslanmıştır. Çalışmanın son aşamasında yersel ölçümlerle yol hattından alınan yükseklik ve konum verileriyle kazı – dolduru miktarları RoadEng yazılımı kullanılarak kazı ve dolduru miktarları karşılaştırılmıştır. Bu çalışmada edilen sonuçlar ışığında, orman yolu projelendirme çalışmalarında daha güvenli ve hassas verilerin elde edilebileceği, plan yapıcı, karar verici ve uygulayıcılar için yol planlama çalışmalarına pratik bir yaklaşım kazandırabileceği düşünülmektedir.

2021, 36 sayfa

ANAHTAR KELİMELER: İnsansız hava aracı, Orman yolu, Yol planlama, Kazı dolduru ölçümleri

ABSTRACT

Master of Science Thesis

EVALUATION OF UNMANNED AERIAL VEHICLE USE OPPORTUNITIES IN FOREST ROAD PROJECT (DÜZCE SAMPLE)

Mustafa Görkem CİRİTCİOĞLU

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

Advisor: Assoc. Prof. Dr. Ender BUĞDAY

Forest roads are important infrastructure facilities that enable forestry activities to continue without interruption. These infrastructure facilities are very important in terms of protection and maintenance of forests, safe transportation of the produced property, afforestation, recreation, and transportation to forest fires as soon as possible. Since the measurements obtained in the studies carried out with the traditional planning approach are not detailed, it is seen as an approach open to various errors and deficiencies. Today, an advantageous environment has been created by the widespread use of Geographic Information Systems (GIS) software, the increase in its use, as well as the integration of clearer and reliable information within the framework of sensitive forestry understanding, with the acquisition of high resolution images with Unmanned Aerial Vehicles (UAV). This study, with the help of UAV data and GIS on forest roads, which serve as the basic infrastructure in the fulfillment of forestry activities, for forest road design and excavation - filling calculations, drone etc. made to demonstrate the applicability of the technologies. The study was carried out on the 164 coded B Type forest road belonging to the Cumaova Forestry Directorate affiliated to the Düzce Forestry Operations Directorate. In line with the study, first of all, data were obtained with a multicopter drone. A Digital Terrain Model (DTM) of the study area was produced with the raw data obtained. The produced DTM data was compared with the 12.5 m Digital Elevation Model (DEM) data showing the land structure before the road was built. At the last stage of the study, the height and position data obtained from the road line with ground measurements and the excavation - fill amounts were compared using the RoadEng software. In the light of the results obtained in this study, it is thought that safer and more sensitive data can be obtained in forest road design studies, and it can provide a practical approach to road planning studies for planners, decision makers and practitioners.

2021, 36 pages

Keywords: Unmanned aerial vehicle, Forest road, Road planning, Cut and fills measurements

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

“Orman Yolu Projelendirilmesinde İnsansız Hava Aracı Kullanım Olanaklarının Değerlendirilmesi (Düzce Örneği)” adlı bu çalışma 2019-2021 yılları arasında hazırlanarak Çankırı Karatekin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsüne ‘‘Yüksek Lisans Tezi’’ olarak sunulmuştur.

Tez çalışmamın her safhasında bana yol gösterici olan, engin tecrübesiyle çalışmama başka açılardan da bakmamı sağlayan ve yakın ilgisi ile birlikte desteğini benden hiçbir zaman esirgemeyen danışman hocam, Sayın Doç. Dr. Ender BUĞDAY’a teşekkürlerimi sunarım.

Araştırmamın arazi çalışmaları başta olmak üzere her aşamasında desteklerini esirgemeyen Düzce Orman İşletme Müdürü Sayın Turgay KAĞAN Beyefendiye, Orman Mühendisi Sayın Mehmet Serdar KILKIŞ’a, Cumaova Orman İşletme Şefi Sayın Hasan GEDİKLİ’ye ve çok değerli şeflik personeline teşekkür ederim.

Çalışmalarım sırasında gerekli sabrı ve anlayışı gösterip her zaman destek olan sevgili eşim Hilal CİRİTCİOĞLU’na, hayatım boyunca olduğu gibi tez çalışmam sürecinde de maddi ve manevi yardımlarını hiçbir zaman esirgemeyen sevgili annem Leyla CİRİTCİOĞLU’na, aynı zamanda meslektaşım olan çok değerli babam Dursun CİRİTCİOĞLU’na ve çok kıymetli kardeşlerim Zeynep ve Kerem CİRİTCİOĞLU’na teşekkür ederim.

Mustafa Görkem CİRİTCİOĞLU
Çankırı, Eylül 2021

İÇİNDEKİLER

ÖZET ..... **i**
ABSTRACT ..... **ii**
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR ..... **iii**
İÇİNDEKİLER ..... **iv**
SİMGELER DİZİNİ ..... **vi**
KISALTMALAR DİZİNİ ..... **vii**
ŞEKİLLER DİZİNİ ..... **viii**
ÇİZELGELER DİZİNİ ..... **ix**
1. GİRİŞ **1**
2. KAYNAK ÖZETLERİ **6**
3. MATERYAL VE YÖNTEM **10**
3.1 Materyal **10**
3.1.1 Çalışma alanının konumu **10**
3.1.2 Topoğrafik yapı **11**
3.1.3 İklim **11**
3.1.4 Bitki ve orman topluluklarının çeşitliliği **12**
3.1.5 Fonksiyonel özellikleri **13**
3.2 İnsansız Hava Araçları **14**
3.2.1 İnsansız hava araçlarının tanımı **14**
3.2.2 İnsansız hava araçları tarihçesi **14**
3.2.3 İnsansız hava araçlarının sınıflandırılması **15**
3.2.4 İnsansız hava araçlarının kullanım alanları **22**
3.3 Yöntem **24**
4. BULGULAR **28**
5. TARTIŞMA VE SONUÇ **31**
KAYNAKLAR **33**
ÖZGEÇMİŞ **37**

SİMGELER DİZİNİ

%	Yüzde
°	Derece
°C	Santigrat Derece
cm	Santimetre
Ha	Hektar
m	Metre
m^2	Metrekare
m^3	Metreküp
mm	Milimetre
sn	Saniye

KISALTMALAR DİZİNİ

CBS	Coğrafi Bilgi Sistemleri
DEM	Sayısal Yüseklik Modeli (Digital Elevation Models)
DTM	Sayısal Arazi Modeli (Digital Terrian Models)
İHA	İnsansız Hava Aracı
OGM	Orman Genel Müdürlüğü
OİM	Orman İşletme Müdürlüğü
OİŞ	Orman İşletme Şefliği
SAM	Sayısal Arazi Modeli
SYM	Sayısal Yükseklik Modeli
UA	Uzaktan Algılama
UAV	İnsansız Hava Aracı (Unmanned Aerial Vehicle)

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1 Çalışma Alanı Konumu 10
Şekil 3.2 Cumaova Orman İşletme Şefliği Topoğrafik Haritası (Anonim 2019) 11
Şekil 3.3 Cumaova Orman İşletme Şefliği Fonksiyonel Haritası(Anonim 2019) 13
Şekil 3.4 İHA0 tipi araç (URL1 2021) 15
Şekil 3.5 İHA1 tipi araç (URL2 2021) 16
Şekil 3.6 İHA2 tipi araç (URL3 2021) 16
Şekil 3.7 İHA3 tipi araç (URL4 2021) 17
Şekil 3.8 Sabit Kanatlı İnsansız Hava Aracı (URL5 2021) 18
Şekil 3.9 Döner Kanatlı İnsansız Hava Aracı (URL6 2021) 19
Şekil 3.10 Micro (Mini) İnsansız Hava Aracı (URL7 2021) 20
Şekil 3.11 Küçük İnsansız Hava Aracı (URL8 2021) 20
Şekil 3.12 Taktik İnsansız Hava Aracı (URL9 2021) 21
Şekil 3.13 Operatif İnsansız Hava Aracı (URL10 2021) 21
Şekil 3.14 Pix4D yazılımı (URL12 2021) 24
Şekil 3.15 Pix4D yazılımında işlenen arazi verisi ve YKN konumları 25
Şekil 3.16 Çalışmada kullanılan bilgisayar özellikleri ve veri işleme bilgileri 25
Şekil 3.17 Çalışma alanı SYM ve SAM verileri 27
Şekil 4.1 Çalışma alanına ait DTM verisi 28
Şekil 4.2 Yol hattı kazı dolduru lokasyonları 29
Şekil 4.3 SYM verisi kullanılarak yapılan kazı – dolduru hesaplaması 30
Şekil 4.4 SAM verisi kullanılarak yapılan kazı – dolduru hesaplaması 30

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1 Orman Yolları Geometrik Standartları 3
Çizelge 3.1 1959-2020 Yılları Meteorolojik Gözlem Verileri(Anonim 2019) 12
Çizelge 3.2 İnsansız Hava Araçları Sınıflandırması (Karaagaç 2012) 22

1. GİRİŞ

Ormanlar; ekolojik dengenin korunması, biyolojik çeşitliliğin sürdürülebilmesi ve temel yaşam kaynaklarının sağlanması açısından insanoğlu için çok önemli bir yere sahip küresel kaynaklardır (Asan 1995). İnsan nüfusunun sürekli artışta olması, ormanlara olan baskıyı da beraberinde getirmiş ve temel yaşam kaynaklarımızın başında gelen odun gibi hammaddelere olan talepleri de arttırmıştır. Bu taleplerin düzenli olarak karşılanması ve orman kaynaklarının sürekliliğinin sağlanması, sürdürülebilir orman yönetimi ile mümkündür (Boydak ve Doğru 1997). Ormancılık faaliyetlerinin aksamadan sürdürülebilmesi çalışma alanı olan ormanlara ulaşım ile gerçekleştirilir (Swift 1988). Ormancılık çalışmalarının düzenli olarak yapılmasında çeşitli tesis ve yapılardan faydalanılmaktadır. Orman yolları da bu çalışmaların yapılmasını sağlayan en önemli alt yapı tesisleridir.

Orman yollarının görevleri sıralanacak olursa (Erdaş 1997);

- Orman ürünlerinin ekonomik olarak taşınması,
- Orman içindeki ekim, dikim, doğal gençleştirme gibi silvikültürel faaliyetlerin zamanında gerçekleştirebilmesi için ulaşım sorununun çözümü,
- Ormanların sürekli ve düzenli bir şekilde korunması için ormana gerekli malzeme ve personelin taşınması,
- Orman yangınları ve böcekle mücadele için ulaşım sorununun çözümü,
- Orman işçilerinin denetimi için orman içine ulaşımın gerçekleştirilmesi,
- Dağınık orman köyleri arasındaki ulaşımın sağlanması,
- Yurt savunmasına yönelik hizmette bulunması şeklinde sıralayabiliriz.

Orman yolları ekolojik dengeyi direk etkileyen sistemlerdir. Orman yollarının doğru planlanması, yapımında mühendislik ölçülerine bağlı kalınması ve yapımı sonrası bakımlarının düzenli olarak yapılması çok önemlidir. Yanlış planlandığında ve yapımı esnasında gerekli koruyucu önlemler alınmadığı takdirde sel-taşkın, erozyon, heyelan, sedimantasyon ve yaban hayvanlarının yaşam kalitesinin düşmesi gibi olumsuz etkiler

ortaya çıkmaktadır (Görcelioğlu 2004). Bu sebeplerden dolayı orman yollarının sosyal, ekolojik ve ekonomik olarak çevreye vereceği etkiler dikkate alınarak hassas ormancılık çalışmaları adı altında planlamasının yapılması son derece önemlidir.

Orman yolu yapım çalışmalarına Türkiye'de 3204 sayılı kanun ile 1937 yılında başlanmış ve makineleşmenin artmasıyla 1957 yılında yol yapım çalışmaları hız kazanmıştır (Acar 2005). Orman yol yapım çalışmaları günümüzde ise 292 sayılı tebliğe göre yürütülmektedir. Orman yolları bir yılda üzerinde taşınacak emval miktarları, yapılış gayeleri, trafik yoğunluğu, seyir halindeki araçların büyüklüğü ve tonajları dikkate alınarak üç ana gruba ayrılmıştır (OGM 2008). Bunlar;

- Ana Orman Yolları
- Tali Orman Yolları (A tipi Tali Orman Yolu ve B tipi Tali Orman Yolu)
- Traktör Yollarıdır.

Orman yolları geometrik standartları Çizelge 1.1 de gösterilmiştir. B tipi orman yolları, tüm orman yolları içerisinde en yaygın kullanılan orman yollarıdır. Çizelge 1.1 incelendiğinde B tipi orman yollarının üçe ayrıldığı görülmüştür. Bunlar standart B tipi orman yolu, normal B tipi orman yolu ve ekstrem B tipi orman yoludur. Bu tipteki orman yollarının en önemli özellikleri, geometrik özelliklerinin oldukça düşük olması ve diğer üst standartlara sahip orman yolu tiplerine oranla oldukça düşük maliyetle elde edilmesi olduğu söylenebilir (Erdaş 1997). Örneğin Çizelge 1.1 de de görüldüğü üzere ana orman yolunda platform genişliği 7 metre, A tipi orman yolunda 6 metre iken standart B tipi orman yolunda 5 metre olduğu görülmüştür. Aynı zamanda bir başka önemli özelliklerden olan asgari kurp yarıçapının ana orman yolunda 50 m, A tipi orman yolunda 35 m, standart B tipi orman yolunda ise 20 m olduğu görülmektedir. Traktör yollarının, ana orman yolu ve tali orman yollarından farkı ise hendek genişliğinin ve banket genişliğinin olmamasıdır. Traktör yollarında platform genişliği 3,5 m ve asgari kurp yarıçapı 8 metredir. Azami eğim ise Ana orman yolunda %8, A tipi orman yolunda %10, standart B tipi orman yolunda %9 ve traktör yolunda ise %20'dir. Bu aşamada planlamanın yapılması ve alternatif güzergahların ortaya konulmasından sonra en önemli

aşama, arazi özellikleri ile plan uyumsuzluklarının en az olduğu güzergahın alternatif güzergahlar arasından belirlenmesidir (Hasdemir ve Demir 2005).

Çizelge 1.1 Orman Yolları Geometrik Standartları

YOLUN TİPİ	BİRİMİ	ANA ORMAN YOLU	TALİ ORMAN YOLU				TRAKTÖR YOLU
			A - TİPİ	B - TİPİ			
				SBT	NBT	EBT	
Platform genişliği	m	7	6	5	4	3	3,5
Şerit sayısı	Adet	2	1	1	1	1	1
Azami eğim	%	8	10	9	12	12	20
Asgari kurp yarıçapı	m	50	35	20	12	8	8
Şerit genişliği	m	3	3	3	3	3	3
Banket genişliği	m	0,50	0,50	0,50	0,50	0.50	-
Hendek genişliği	m	1,00	1,00	1,00	1,00	0.50	-
Üst yapı genişliği	m	6	5	4	3	3	-
Köprü genişliği	m	7+(2x0,6)	6+(2x0,6)	5+(2x0,6)		4+(2x0,6)	-

Dünyada orman yol planlama çalışmaları hızla gelişip yaygınlaşan teknoloji ile günümüze kadar oldukça gelişim göstermektedir (Akay and Sessions 2005). Günümüze kadar geçen süre içerisinde orman yolu projelendirme yöntemleri açısından bilim ve teknolojinin etkisiyle dönüşümler yaşanmıştır. Teknolojinin gelişmesi Uzaktan Algılama (UA) ve Coğrafi Bilgi Sistemlerinin (CBS) de gelişmesine önemli ivme kazandırmıştır (Buğday 2016). Geçmişte klasik planlama ile yürütülen çalışmalarda, yapılan ölçümler detaylı olmadığı için çeşitli hata ve eksiklikleri beraberinde getirmekteydi. Bu dezavantajlı durum, UA tekniklerinin ve CBS yaklaşımlarının çeşitli yazılımlar ile yaygınlaşması, bu alanda uzman sayısının her geçen gün artması ve bilgiye ulaşmanın kolaylığı sayesinde çok fazla zaman ve masraf gerektiren projelendirme işlerinde hem zaman hem de maliyetler açısından ciddi mesafeler kat edilerek avantajlı bir duruma çevrilmiştir.

Planların uygulanması ve başarıya ulaşması, daha net ve kaliteli bilgilerin varlığıyla mümkün olduğundan dolayı "Hassas Ormancılık" anlayışı çerçevesinde elde edilen bilgilerin belirlenen hedeflere ulaşılmada fayda sağlayacağı açıktır (Kellndorfer *et al*.

2003). CBS yazılımlarının bize sağladığı avantajlar ışığında, planlama sürecinin her aşamasında daha uygulanabilir planların ortaya konulmasına aracı olmaktadır. Modern ve teknolojik cihazlarla kaliteli ve daha detaylı bilgilerin elde edilmesi, bu bilgilerin yazılımlarla işlenerek karar verme sürecine katkı sağlaması, planlamaların başarısı, uygulayıcı veya karar vericiler için önemli destek niteliği taşıması anlamına gelmektedir (Kangas *et al*. 2018).

Orman yolları genellikle dağlık alanlarda yoğunlukla bulunduğundan dolayı aplikasyonunda çeşitli güçlükler yaşanmaktadır (Öztürk vd. 2008). Ölçümün yapıldığı alandaki hava şartlarının elverişsiz olması, eğim ve yüksekliğin fazla olması gibi faktörler ölçümü olumsuz yönde etkilemektedir. Bu aşamada hem kolay hem de hassas ölçümler için Continuously Operating Reference Stations (CORS) cihazı ve çeşitli prensiplerle çalışan konum ve mesafe ölçen çeşitli cihazlar kullanılabilmektedir. Ancak tüm kazı ve dolduru miktarlarının hesaplanması daha karmaşık olduğundan dolayı çok zaman alabilmektedir. Hem zamanın verimli kullanılması hem de daha net hacim tahmini için yüksek çözünürlüklü Sayısal Yükseklik Modeli (SYM)'den faydalanılabilir. Bu SYM verileri, tamamen çalışılan alana özel olarak üretilebilmektedir (Akgul *et al.* 2018). İnsansız Hava Aracı (İHA) vasıtasıyla elde edilen SAM verilerinin en önemli avantajı ise yüksek çözünürlüklü verilere ulaşımın daha kolay gerçekleşmesidir.

Bu çalışmanın amacı, ormancılık faaliyetlerinin yerine getirilmesinde temel alt yapı görevini yürüten orman yollarının İHA teknolojisi kullanılarak orman yolu projelendirmesi için drone vb. özellikli teknolojilerin uygulanabilirliğini ortaya koyarak orman yolu projelendirme çalışmalarına pratik bir yaklaşım kazandırmaktadır. Çalışma kapsamında öncelikle yolun yapılmadan önceki zamanına ait Sayısal Yükseklik Modeli www.usgs.gov internet adresinden indirilerek ArcGIS 10.3 TM yazılımı kullanılarak referans kontrol noktaları yardımıyla 0,5 m çözünürlüklü olarak raster formatında kaydedilmiştir. Yol yapımı sonrasına ait Sayısal Arazi Modeli (SAM) ise İHA aracıyla %80 oranında ön bindirmeli %70 yan bindirmeli uçuş yapılarak görüntüler elde edilmiştir. Daha sonra elde edilen bu görüntülerden 3 boyutlu nokta bulutu üretilmiş ve 0,05 m çözünürlüklü SAM oluşturulmuştur. Arazinin yol yapımından önceki SYM verisi ile yol yapımından sonraki SAM verileri CBS ortamında aynı mekânsal çözünürlüğe (0,5

m) ayarlanarak yüzeyler arasındaki fark yol hattının yer aldığı 20 metrelik alanda tespit edilmiştir. Ayrıca yüzeylerde kazı ve dolduru hesabı için Bilgisayar ortamında RoadEng yazılımı kullanılarak 292 Sayılı Tebliğ B-Tipi Tali Orman Yolu geometrik ölçülerine uygun olarak yol hattı projelendirilmiştir. SYM ve SAM verilerinden yapılan karşılaştırmalı hacim miktarı ile projelendirme yazılımı kullanılarak elde edilen hacim miktarları karşılaştırılarak miktarlar ortaya konmuştur.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Akay ve Sessions (2005), orman yolu tasarımında karar destek sistemlerinin uygulanabilirliğini ortaya koymak amacıyla, Tracer programıyla DEM verilerini işleyerek, alternatif orman yollarının tasarımında bilgisayar destekli programların kullanılabileceğini, hızlı ve güvenli rotalar oluşturularak kazı-dolgu maliyetlerinin en aza indirilebileceğini ortaya koymuştur.

Manyoky vd. (2011), kadastro uygulamalarında insansız hava araçlarının kullanım kabiliyetlerini araştırmak amacıyla, İsviçre'nin Krattiyen bölgesinin dağlık kesiminde ve Zürih merkezinde yaptığı çalışmada, klasik yöntemlerle yapılan çalışmaları ve drone ile uçuş yaparak elde edilen görüntülerle karşılaştırarak, drone kalibrasyonunun yapılması, kamera kalitesinin uygun seçimi ve alçak uçumlar yapıldığı takdirde insansız hava araçlarının kadastro çalışmalarında kullanılabileceğini ortaya koymuştur.

Siebert ve Teizer (2014), insansız hava araçlarının çalışma kapasitelerinin analizini yapmak amacıyla Almanya'nın Friedewald bölgesinde yaptıkları çalışmada, üç ayrı noktada insansız hava aracıyla 70 metre yükseklikte %80 boyuna bindirme ve %60 enine bindirme oranında uçuşlar yaparak elde ettiği hacim miktarlarını, yersel ölçümlerle elde ettiği sonuçlarla karşılaştırarak hacim farklarının %8-16 oranında olduğunu tespit etmişlerdir.

Menteşeoğlu ve İnan (2016), insansız hava araçlarının ormancılık uygulamalarında kullanımını ortaya koymak amacıyla İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Kampüsünde yaptığı çalışmada, insansız hava aracıyla 50-400 metre yükseklikte uçuşlar yaparak %70 ve %80 bindirme oranında görüntüler elde etmiştir. Görüntüleri Pix4D yazılımında kullanarak, sayısal yükseklik modeli, sayısal arazi modeli ve ortofotolar elde ederek, insansız hava araçlarının ormancılık uygulamalarında çok önemli bir alternatif olacağını ortaya koymuştur.

Akgül vd. (2016) insansız hava araçları ile yüksek hassasiyetli sayısal yükseklik modeli üretimi ve ormancılıkta kullanım olanaklarını araştırmak amacı ile İstanbul Üniversitesi Eğitim Araştırma ve Uygulama Ormanında yaptığı çalışmada, yeni nesil autonom İHA ile tümleşik

yer kontrol sistemlerini kullanarak, ormancılık çalışmalarında elde edilen verilerin insansız hava araçları sayesinde düşük maliyetli ve hızlı olduğunu, hata payının düşük olduğunu ve sayısal yükseklik modeli üretiminde kullanılabileceğini ortaya koymuştur.

Erdoğan (2016), şeritvari haritaların insansız hava araçları ile üretimini ortaya koymak amacı ile Konya ili içeresinde bulunan Selçuk Üniversitesi Kampüsünün Kuzeybatısında yapmış olduğu çalışmada, insansız hava aracı ile çalışma alanı üzerinde 50 ve 80 metre yükseklikte %70 ve %80 bindirme oranında uçuşlar yaparak elde ettiği görüntüleri Agisoft yazılımında 3 boyutlu hale getirip sayısal yükseklik modeli oluşturmuştur. Elde edilen DEM verileri ile Netcad programında kazı dolgu hesaplaması yapılmıştır. İnsansız hava aracı yardımıyla elde edilen veriler ile yersel ölçümlerle elde edilen veriler karşılaştırılmış olup doğruluk oranının yüksek olduğu tespit edilmiştir. İHA'ların hızlı, düşük maliyetli ve güvenilir olduğu anlaşılmış olup, şeritvari haritaların üretiminde İHA'ların kullanılabilirliği ortaya konulmuştur.

Tercan (2017), Karayolu projelerinde insansız hava aracı ile üretilen sayısal arazi modellerinin değerlendirilmesi amacı ile Bucak-Kocaaliler yolunda yapmış olduğu çalışmada, MAVinci Sirius Pro marka otonom İHA ile 1500 metrelik mesafe ve 160 metre yükseklikte uçuşlar yapmıştır. Elde ettiği görüntüleri Agisoft yazılımını kullanarak 3 boyutlu hale getirip, sayısal arazi modeli oluşturarak, kazı miktarı hesaplaması yapmış ve çıkan sonucu yersel yöntemlerle elde edilen kazı miktarıyla karşılaştırmıştır. SAM ile hesaplanan kazı miktarının yersele göre daha doğru olduğunu, İHA'ların yol yapımında kullanılmasının zaman kaybı ve toplam maliyeti azaltarak çalışmaların daha etkin devam edeceğini ortaya koymuştur.

Bugday (2018), Orman yolları yapım faaliyetlerinde insansız hava araçlarının kullanım yeteneklerini ortaya koymak amacıyla Hizardere Orman İşletme Şefliği 223 kodlu yolda yaptığı çalışmada, DJI Phantom 4 ile 300 metrelik kısımda, 60 metre yükseklikten uçarak %60 bindirme oranı ile çekimler yaparak elde ettiği görüntüleri, Agisoft yazılımı ile 3Boyutlu harita haline getirip, ArcGIS 10.3 yazılımında cutfill kullanarak, elde edilen kazı dolduru hesabının gerçeğe yakın olduğunu ve çalışmaların kısa sürede yapılabileceğini ifade etmiştir.

Şentürk vd. (2018), Orman yollarında Kazı-Dolgu miktarlarının hesaplanmasında topoğrafik harita tabanlı geleneksel yöntem ile bilgisayar destekli yöntemin karşılaştırılmasını ortaya

koymak için, Sultanbeyli ilçesi Ömerli barajının güneyinde kalan ormanlarda, 1990 yılına ait 1/10000 ölçekli eş yükselti haritasından sayısal arazi modeli üreterek, Autocad Civil-3D yazılımını kullanarak yaptığı çalışmada, bilgisayar destekli yöntem ile bulduğu kazı-dolgu hacimlerinin, geleneksel yöntemlere göre gerçeğe daha yakın çıktığını ortaya koymuştur.

Zulkipli ve Tahar (2018), İnsansız hava araçlarının yol tasarımında ve haritalamada kullanılabilirliğini göstermek için yaptığı çalışmada, Phantom 3 adlı insansız hava aracı ile uçuşlar yapıp %60 ve %80 bindirme oranında elde ettiği görüntüleri Agisoft yazılımında 3 boyutlu hale getirip, Arcgis10.3 yazılımında haritalama yaparak, insansız hava araçlarından elde edilen görüntüler sayesinde, İHA'ların haritalama da ve alternatif yol seçiminde daha ucuz, hızlı ve pratik bir yöntem olduğunu aktarmıştır.

Gülci ve Kılınç (2018), Uçan göz (Drone) yardımıyla kazı sonrası oluşan toprak yığını hacim ölçümünün değerlendirilmesini belirlemek amacıyla, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Arazisinde yapmış olduğu çalışmada, Drone ile 15 m yükseklikten çektiği fotoğrafları Agisoft yazılımına yükleyerek sayısal yüzey modeli üretmiş, bu modeli de Argcis 10.0 yazılımında kullanarak kazı dolgu hesabı yapmış, çıkan sonucu Total Station ile elde ettiği hacim hesaplarıyla karşılaştırarak, uçan gözün daha hızlı, güvenli, gerçeğe yakın ve zaman açısından çok etkin bir şekilde kullanılabileceğini vurgulamıştır.

Akay vd. (2018), Ormancılık uygulamalarında drone ile entegre Lidar veri sistemlerinin kullanımını ortaya koymak amacı ile yaptığı çalışmada, önceki çalışmalarda ki Lidar sistemlerinin ormancılıkta kullanımlarını kaynak göstererek, uçan gözlere eklenecek entegre parçalarla (GPS), uçan gözlerin ormancılık alanlarında düşük maliyetlerle, orman koruma, yol planlama, orman envanteri vb. çalışmalarda kullanılabileceğini, hızlı ve uygun maliyetli sonuçlara ulaşılabileceğini ortaya koymuştur.

Julge vd. (2019), İnsansız hava araçlarının yolların yapımında kullanımını ve düşük maliyetli insansız hava araçlarının uygunluğunu ortaya koymak amacıyla Orta Estonya Vubi Köyünde yaptığı çalışmalarda, 196 nokta GNSS referans verileri ile insansız hava araçlarından elde ettiği verileri karşılaştırmıştır. Daha sonra ise farklı özelliklerdeki insansız hava araçlarıyla uçuşlar

yaparak droneları birbirleriyle karşılaştırmıştır. İnsansız hava araçlarından elde ettiği görüntülerle sayısal yükseklik modelleri oluşturarak kazı dolduru hesapları yapmış ve İHA ile yapılan ölçümlerin yersel ölçümlere göre daha hızlı ve güvenilir çıktığını ayrıca kaliteli kamera kullanılmasının ve 100 metreden alçakta uçuşların daha gerçekçi sonuçlar verdiğini ortaya koymuştur.

Buğday (2019), Orman yönetiminde insansız hava aracı uygulamalarının önemini ortaya koymak için Scopus ortamında insansız hava araçları ile ilgili araştırmalar yaparak, insansız hava araçlarının ormanlık alanlarda yıllar geçtikçe kullanımının arttığını, yeterli personelin yetiştirilerek ormancılıkta insansız hava araçlarının kullanılması gerektiğini aktarmıştır.

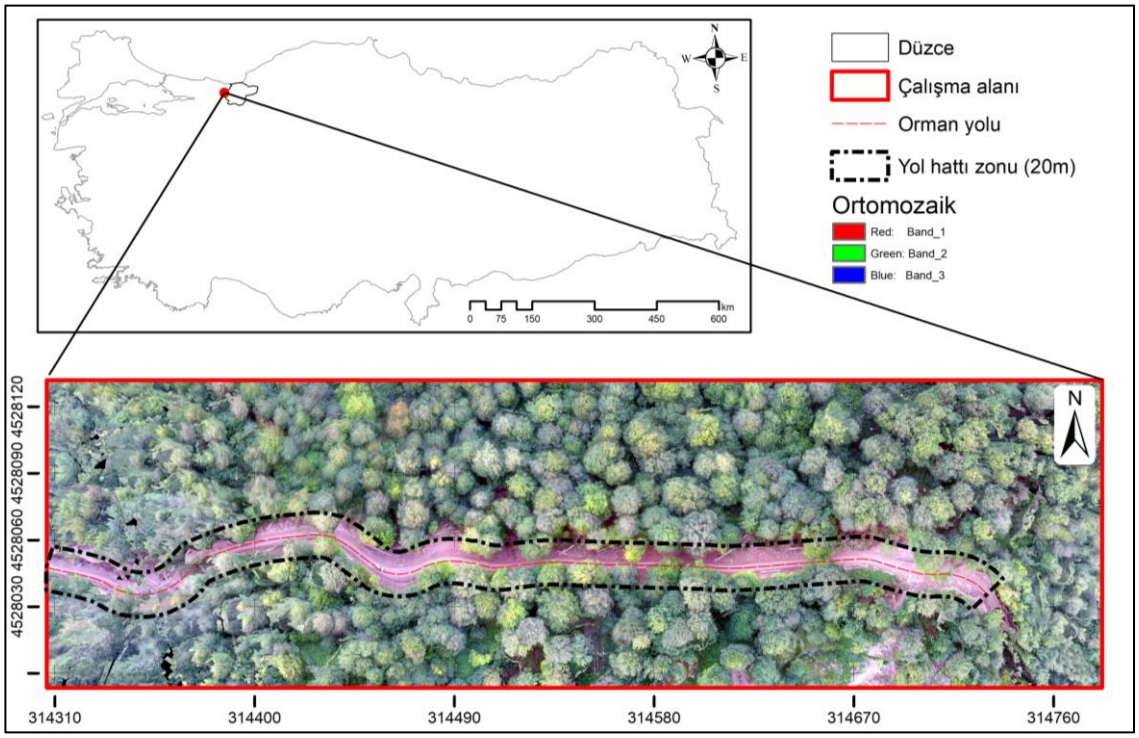
Fidancı ve Karabörk (2019), İnsansız hava araçlarının ormanlık alanlardaki karayolu projelerinde kullanımını ortaya koymak amacı ile Bolu-Seben İl karayolunun 300 metrelik kısmında yapmış olduğu çalışmada, DJI Phantom 4 Pro insansız hava aracı ile 100 ve 150 metre yükseklikte uçuşlar yaparak, %70 ve %80 bindirme oranında elde ettiği görüntüleri Agisoft yazılımı kullanarak sayısal arazi modeli üretmiş ve SAM'dan bulduğu hacim miktarlarını, GNSS cihazı kullanarak yersel yöntemlerle bulduğu hacim miktarlarıyla karşılaştırarak, İHA ve yersel yöntemler arasında hata payının düşük olduğunu, insansız hava araçlarının ormanlık alanlardaki yol projelerinde kullanılabileceğini ifade etmiştir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

1.1 Materyal

1.1.1 Çalışma alanının konumu

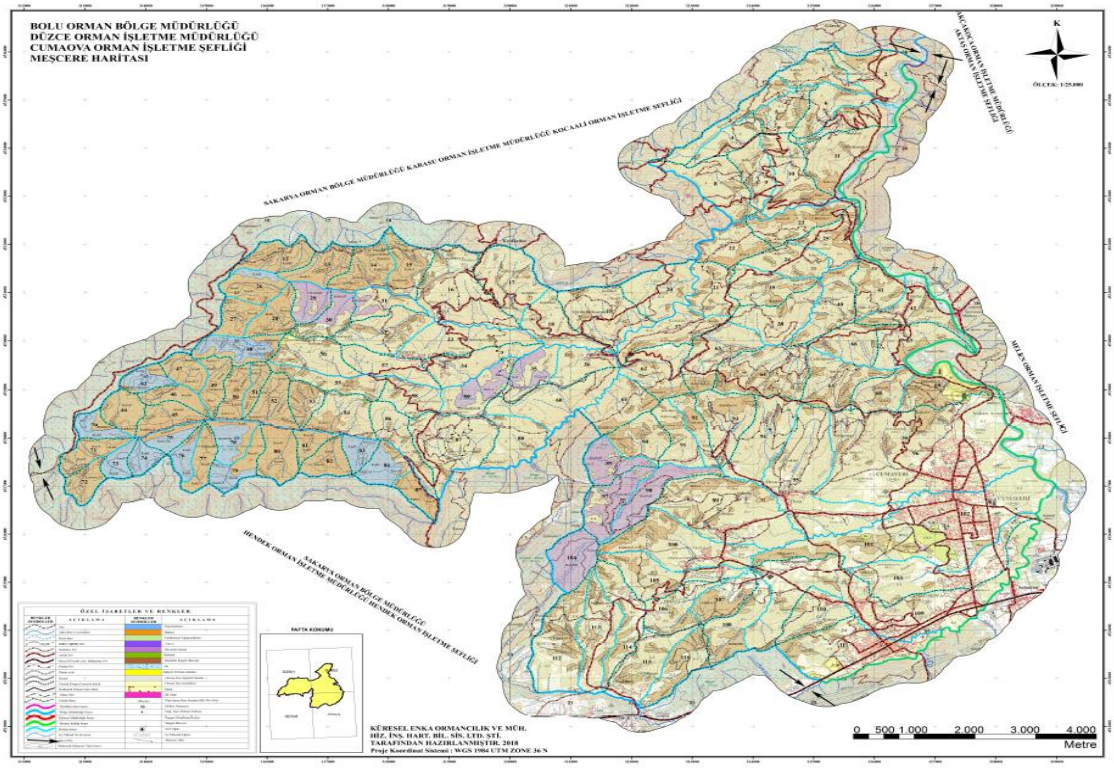
Çalışmanın ana materyalini; Batı Karadeniz Bölgesi, Bolu Orman Bölge Müdürlüğü, Düzce Orman İşletme Müdürlüğü, Cumaova Orman İşletme Şefliği Muratoğlu-Paralı Tepe arasında 40° 49' 59"- 40° 57' 28" kuzey enlemleri ile 30° 46' 35"- 30° 58' 15" doğu boylamları arasında yer almaktadır. Çalışma yaklaşık 12378 ha'lık bir alanı kapsayan Düzce ili Düzce Orman İşletme Müdürlüğü Cumaova Orman İşletme Şefliğinde yeni yapılmış 164 kodlu B tipi tali orman yolu güzergâhında yürütülmüştür. Çalışma alanı Düzce İline 48 km uzaklıkta ve Sakarya il sınırları içerisinde kalmaktadır. Çalışmada örnek olarak seçilen güzergah bölümünün uzunluğu 395 m'dir. Çalışma alanı konumu Şekil 3.1 de gösterilmiştir.



Şekil 3.1 Çalışma Alanı Konumu

1.1.2 Topoğrafik yapı

Cumaova İşletme Şefliğinin en yüksek yeri 79 numaralı bölme sınırında bulunan 991 m yüksekliğindeki Fındıklı Tepe'dir. Cumaova Orman İşletme Şefliği Topoğrafik Haritası Şekil 3.2 de verilmiştir (Anonim 2019). Şekil 3.2 incelendiğinde şefliğin en düşük yerinin kuzeyde Büyükmelen Dere'nin şeflik sınırına ulaştığı 60 m yüksekliğindeki yerdir. Maden Teknik Enstitüsünce hazırlanan jeoloji haritalarına göre, bölge arazisi genel olarak Eosen, Volkanik Fasiyes, Üstkratese, Silürien ve Fliş dönemi kayalarından oluşmaktadır. Ova kısmı kratener ve alüvyonlardan müteşekkildir.



Şekil 3.2 Cumaova Orman İşletme Şefliği Topoğrafik Haritası (Anonim 2019)

1.1.3 İklim

Çalışma alanı bulunduğu yer mevkii itibariyle hem Karadeniz İklim Kuşağının etkisinde hem de Orta Anadolu İklim Kuşağının etkisinde kalmaktadır. Düzce Meteoroloji İstasyonunun 1959-2020 yılları ölçüm ve sonuçlarına göre düzenlenen meteorolojik

gözlem verileri Çizelge 3.1 de verilmiştir (Anonim 2019). Çizelge 3.1 incelendiğinde yıllık ortalama sıcaklıklarının 13,11 °C olduğu, yıllık ortalama yağışın ise 436,4 mm olduğu görülmektedir. Aynı zamanda ortalama bağıl nemin ise %74 olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 3.1 1959-2020 Yılları Meteorolojik Gözlem Verileri (Anonim 2019)

Meteorolojik Gözlemler	Yıllık Ortalama	Vejetasyon Süresince
Ortalama Sıcaklık (°C)	13,11	17,7
En Yüksek Sıcaklık (°C)	19,4	24,4
En Düşük Sıcaklık (°C)	8,6	-3,0
Ortalama Yağış (mm)	436,4	59,2
Ortalama Bağıl Nem (%)	74,0	72,0
Ortalama Sisli Günler Sayısı	41,4	14,0
Donlu Günler Sayısı	33,2	0,3
En Hızlı Rüzgâr Yönü	SSE	SW
En Hızlı Rüzgâr Hızı (m/sn)	20,1	13,9

Vejetasyon mevsimi ortalama olarak nisan-ekim aylarıdır. Vejetasyon gün sayısı ortalama olarak 200 gündür.

1.1.4 Bitki ve orman topluluklarının çeşitliliği

Yörenin iklim özelliklerindeki farlılıklar bitki çeşitliliğinde farklılıklar oluşmasına neden olmuştur. Yapılan incelemeler sonucunda Cumaova İşletme Şefliğinde yoğun olarak doğu kayının yanında göknar, sahil çamı, karaçam, sarıçam, kestane, ıhlamur, sapsız meşe, saplı meşe, macar meşesi, gürgen ve yalancı akasya ağaçlarının yayılış gösterdiği gözlemlenmiştir. Otsu bitkiler ve ağaççık çalılar olarak ise yörede orman gülü, ayı üzümü, karayemiş, alıç, kızılcık, kuşburnu, eğrelti, böğürtlen, orman çileği ve ısırgan tespit edilmiştir.

1.1.5 Fonksiyonel özellikleri

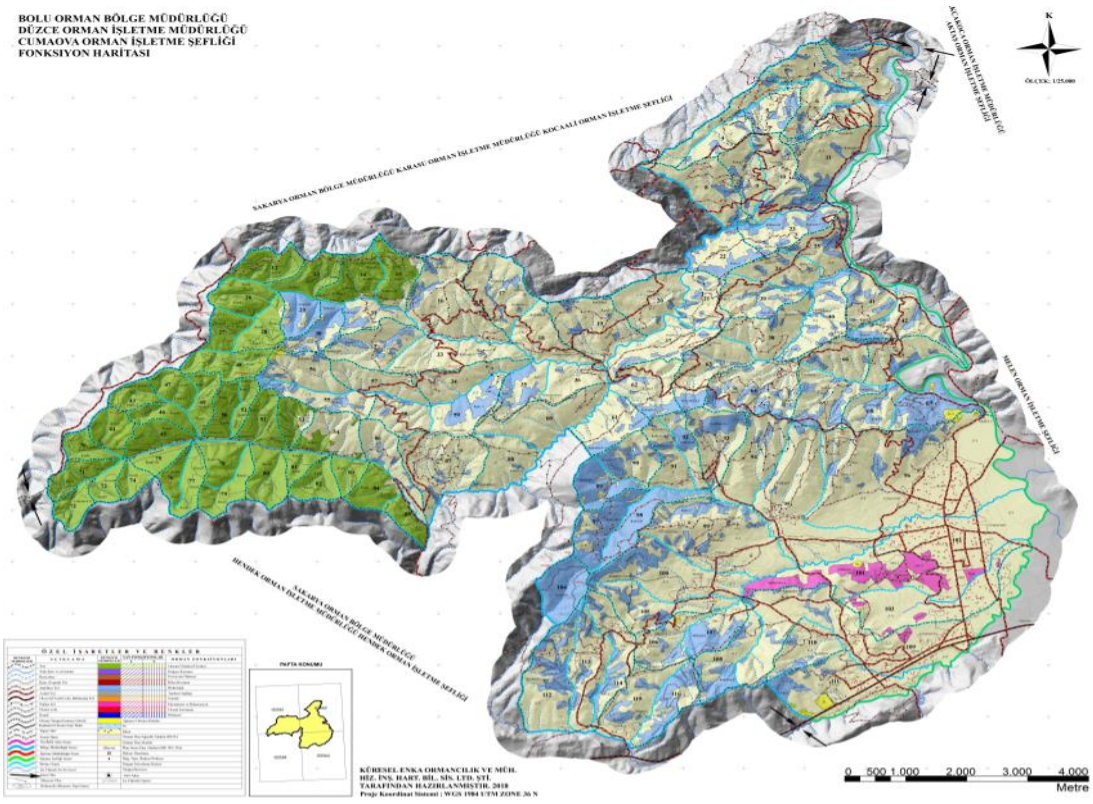
Cumaova İşletme Şefliği; orman ve orman kaynaklarını korumak, ormanları doğaya yakın bir anlayışla geliştirmek, ekosistem bütünlüğü içinde topluma çok yönlü faydalar sağlayacak şekilde yönetebilmek amacıyla 2019-2038 yılları arasında fonksiyonel olarak planlanmıştır. Yapılan ekosistem tabanlı fonksiyonel amenajman planına göre ilgili şeflik Şekil 3.3 de de gösterildiği üzere Ekonomik ve Sosyokültürel olmak üzere iki ana fonksiyona ayrılmıştır. Cumaova Orman İşletme Şefliği Fonksiyonel Haritası Şekil 3.3 de verilmiştir (Anonim 2019).

1-EKONOMİK FONKSİYON

- Orman Ürünleri Üretimi Fonksiyonu

2-SOSYOKÜLTÜREL FONKSİYON

- Hidrolojik Fonksiyon
- Ekoturizm ve Rekreasyon Fonksiyonu



Şekil 3.3 Cumaova Orman İşletme Şefliği Fonksiyonel Haritası (Anonim 2019)

1.2 İnsansız Hava Araçları

1.2.1 İnsansız hava araçlarının tanımı

İçinde herhangi bir sürücüsü olmadan, motor gücü ile uçuş yapabilen ve bir kontrol bağlantısı ile İHA pilotu tarafından kontrol edilen veya önceden planlanmış otonom operasyonu ile takip edilerek uçuş yapabilen bir hava aracıdır.

İHA'lar insanlı uçaklardan daha az maliyetli ve düşük işletim sistemlerine sahiptir. Ayrıca İHA'lar insanlı uçakların ulaşmakta zorlandığı tehlikeli bölgelerde veya dağlık ve volkanik alanlar gibi alçak irtifada uçuş yapılması gereken yerlerde insan hayatını tehlikeye atmadan kolayca uçuş yapabilirler. Hava şartlarından daha az etkilenerek hızlı veri işleme özellikleri vardır. Düşük maliyete sahip olması, hızlı ve güvenli çalışma özellikleri ile İHA'lar günümüzde uydu ve insanlı hava araçlarına alternatif hava araçları olarak yerlerini almıştır. Ancak avantajlarının yanında zorlu şartlarda havada kalma sürelerinin kısıtlı olması, resim kalitelerinin ve elde edilen verilerin doğruluk oranlarının azalması gibi dezavantajları da bulunmaktadır.

1.2.2 İnsansız hava araçları tarihçesi

İnsansız hava araçlarının tarihsel geçmişi çok eski tarihlere dayanmaktadır. Birçok teknolojik gelişim ilk olarak askeri amaçlı geliştirildiği gibi insansız hava araçları da ilk olarak askeri amaçlı 1793 yılı Amerika iç savaşında, insansız uçan balonların sadece keşif amacıyla kullanılmıştır (URL13 2020). 1849 yılında ise Avusturyalıların, içinde zaman fitilli bombalar bulunan 200 pilotsuz balonu Venedik(İtalya) şehrine göndermesi, hava saldırılarında ilk İHA kullanımı olarak kabul edilir (Kahveci ve Nazlı 2017). İHA'lar savaş esnasında pilot kayıplarının azaltılması, keşif ve istihbarat elde etmede kolaylık sağladığı için Birinci ve İkinci Dünya Savaşlarında çok önemli bir gelişme sağlamıştır (Torun 2017).

Teknolojik gelişmelerin hızlanması ile İHA'ların sivil amaçlı kullanımları İkinci Dünya Savaşından sonra başlamıştır (Rango *et al.* 2006).

1.2.3 İnsansız hava araçlarının sınıflandırılması

İnsansız Hava Araçları, Sivil Hava Aracı Sistemleri Talimatında azami kalkış ağılıklarına göre 4 ayrı sınıfa ayrılırlar. İHA0 tipi araçlar Şekil 3.4 de gösterildiği gibi azami kalkış ağırlığı 500 gr (dahil)- 4 kg aralığında olan İHA'lardır (URL1 2021). İHA1 tipi araçlarda azami kalkış ağırlığı 4 kg (dahil)- 25 kg aralığında olan İHA'lardır (URL2 2021). Şekil 3.5 de İHA1 gösterilmiştir. İHA2 tipi araç ise Şekil 3.6 de gösterildiği gibi azami kalkış ağırlığı 25 kg (dahil)- 150 kg aralığında olan İHA'lardır (URL3 2021). Son olarak İHA3 tipi araçlar ise azami kalkış ağılığı 150 kg (dahil) ve daha fazla olan İHA'lardır (URL4 2021). İHA3 tipi araçlar Şekil 3.7 de gösterilmiştir.



Şekil 3.4 İHA0 tipi araç (URL1 2021)



Şekil 3.5 İHA1 tipi araç (URL2 2021)



Şekil 3.6 İHA2 tipi araç (URL3 2021)



Şekil 3.7 İHA3 tipi araç (URL4 2021)

Kullanım Alanlarına Göre

İHA'lar kullanım alanlarına göre ikiye ayrılmaktadır. Bunlar;

-Askeri İHA Sistemleri
-Sivil İHA Sistemleri

Motorların Çalışma Prensibine Göre

İHA'lar uçuş kabiliyetini sağlayan motorlarının çalışma prensibine göre üçe ayrılır. Bunlar;

-İçten Yanmalı
-Elektrikli
-Güneş Enerjisi Sistemli

İçten yanmalı motorların diğer elektriklilere göre avantajı, uçuş süresinin ve yük taşıma kapasitesinin daha fazla olmasıdır (Erdoğan 2016).

Hareket Kabiliyetine Göre

İHA'lar hareket kabiliyetine göre ikiye ayrılmaktadır. Bunlar;

-Sabit Kanatlı İnsansız Hava Araçları

-Döner Kanatlı İnsansız Hava Araçları

Sabit Kanatlı İHA'lar takip sistemiyle karayolunda hızlanarak, fırlatma rampasından ya da havadan el yardımıyla atılarak havalanır. Şekil 3.8 de sabit kanatlı insansız hava aracının görseli verilmiştir. Sabit Kanatlı İHA'lar dikey iniş ve kalkış özelliklerine sahip değildirler. Uzun süre uçuş ve yüksek uçuş hızına sahiptirler. Güvenlik ve haritalama işlerinde kullanılabilmektedirler. Döner Kanatlı İHA'lar ise kumanda ile yönlendirilerek herhangi bir yerden havalanırlar. Kalkışı için herhangi bir fırlatma rampasına ihtiyaç duymuzlar. Dikey iniş ve kelkış özelliklerine sahipoldukları gibi havada asılı kalka gibi özellikleride vardır. Döner kanatlı insansız hava aracı örneği Şekil 3.9 da verilmiştir.



Şekil 3.8 Sabit Kanatlı İnsansız Hava Aracı (URL5 2021)



Şekil 3.9 Döner Kanatlı İnsansız Hava Aracı (URL6 2021)

Büyüklük, İrtifa, Uçuş Süresi ve Faydalı Yük Kapasitesine göre

İHA'lar büyüklük, irtifa, uçuş süresi ve faydalı yük kapasitesine göre dörde ayrılır. Bunlar;

- Micro İnsansız Hava Araçları
- Küçük İnsansız Hava Araçları
- Taktik İnsansız Hava Araçları
- Operatif İnsansız Hava Araçları

Micro insansız hava araçları Şekil 3.10 de, küçük insansız hava araçları Şekil 3.11 de, taktik insansız hava araçları Şekil 3.12 de ve operatif insansız hava araçları Şekil 3.13 de gösterilmiştir.



Şekil 3.10 Micro (Mini) İnsansız Hava Aracı (URL7 2021)



Şekil 3.11 Küçük İnsansız Hava Aracı (URL8 2021)



Şekil 3.12 Taktik İnsansız Hava Aracı (URL9 2021)



Şekil 3.13 Operatif İnsansız Hava Aracı (URL10 2021)

Karaağaç ise 2012 yılında yapmış olduğu çalışmada insansız hava araçlarını ağırlıklarına göre 3 sınıfa ayırmıştır (Çizelge 3.2). Çizelge 3.2 incelendiğinde 150 kg'dan düşük olanların Sınıf I, ağırlıkları 150-600 kg olanların Sınıf II, ağırlıkları 600 kg'dan olanların ise Sınıf III de olduğu görülmektedir.

Çizelge 3.2 İnsansız Hava Araçları Sınıflandırması (Karaagaç 2012)

Sınıfı	Kategorisi	Görev Yüksekliği (ft)	Görev Yarıçapı (km)	Sivil Kategori	Örnek Platform
Sınıf I (150 kg.dan hafif)	Mikro (<2 kg)	<200 (AGL)	5 (LOS)	Ağırlık Sınıfı Grup 1 Küçük İHA (<20 kg)	Black Widow 
	Mini (2-20 kg)	<3.000 (AGL)	25 (LOS)		Bayraktar, Malazgirt, Scan Eagle 
	Küçük (>20 kg)	<5.000 (AGL)	50 (LOS)	Ağırlık Sınıfı Grup 2 Hafif İHA (20-150 kg)	Hermes 90 
Sınıf II (150-600 kg)	Taktik	<10.000 (AGL)	200 (LOS)	Ağırlık Sınıfı Grup 3 İHA (>150 kg)	Bayraktar Taktik, Karayel, Aerostar 
Sınıf III (600 kg.dan ağır)	Orta İrtifa Uzun Havada Kalış (MALE)	<45.000 (MSL)	Limitsiz (BLOS)		ANKA, Heron, Predator, Reaper 
	Yüksek İrtifa Uzun Havada Kalış (HALE)	<65.000	Limitsiz (BLOS)		Global Hawk 
	Saldırı / Muharebe	<65.000	Limitsiz (BLOS)		X-47B, Phantom Ray 

1.2.4 İnsansız hava araçlarının kullanım alanları

İnsansız hava araçları düşük maliyetli, hızlı, tekrarlı ölçüm miktarı ve yüksek çözünürlüklü görüntü elde etme imkânı olduğundan dolayı günümüzde uydu ve insanlı hava araçlarının kullanıldığı birçok alanda günümüzde kullanılmaya başlanmıştır (Çömert vd. 2012). İHA'lara kullanım amaçlarına göre çeşitli sistemler entegre edilerek farklı sektörlerde kullanım imkânı elde edilmektedir. İHA'ların kullanım alanları şu şekilde sıralanabilir;

Ormancılık Faaliyetleri

- Ormanların izlenmesi
- Orman envanter çalışmaları
- Orman yangınları ile mücadele

- Orman zararlıları ile mücadele
- Yaban hayatı takibi
- Orman yolu kazı-dolduru hacim hesaplaması

Haritacılık Faaliyetleri

- Sayısal arazi modeli üretimi
- Büyük ölçekli harita üretimi
- 3 boyutlu modelleme çalışmaları
- Ortofoto harita üretiminde
- Hava fotoğrafı üretiminde
- Maden sahalarının tespit ve haritalanmasında

Arkeolojik Faaliyetler

- Tarihi yapıların tespitinde
- Arkeolojik çalışma alanlarının ölçümünde
- Arkeolojik kazı alanlarının izlenmesinde

Afet Yönetim Faaliyetleri

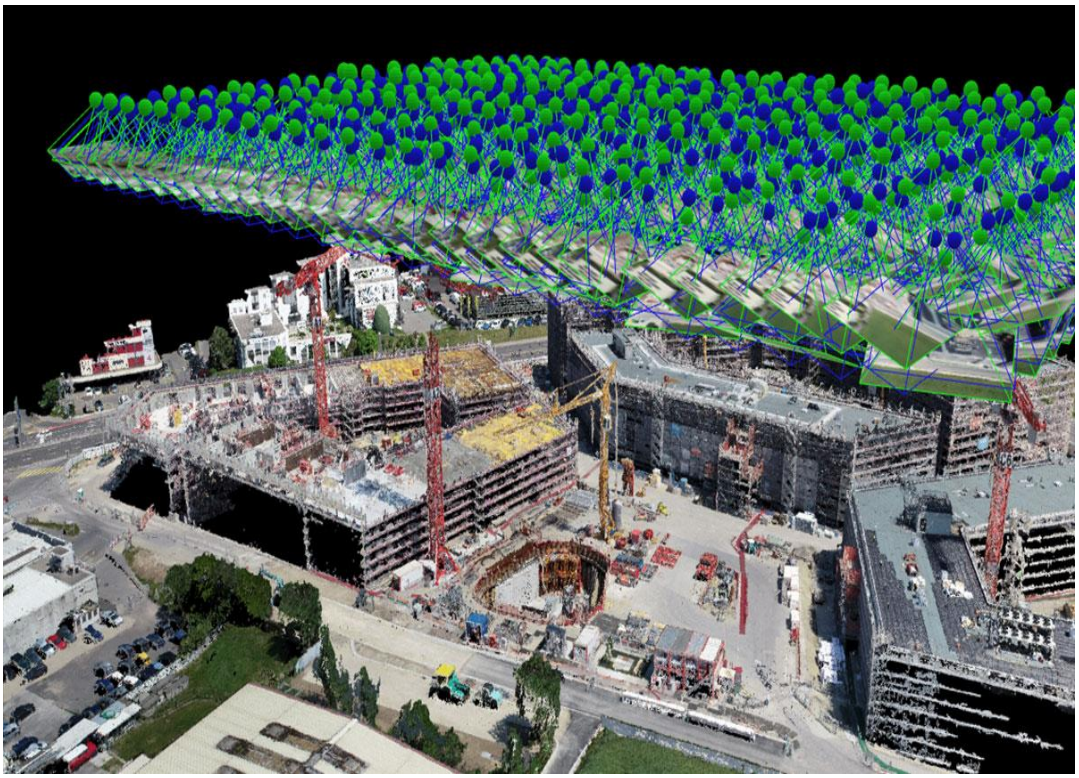
- Erozyonların izlenmesinde
- Heyelan alanlarının izlenmesinde
- Doğal afet alanlarının haritalamasında
- Kasırga ve fırtına olaylarında durum analizi yapımında

Diğer Faaliyetler

- Tarımsal faaliyetler
- Sanayi bölgelerinin izlenmesinde
- Bataklık ve çöp atık alanlarının ölçümünde
- Mera alanlarının ölçümünde
- Şehir planlamasında
- İnşaat alanlarının izlenmesinde kullanılmaktadır.

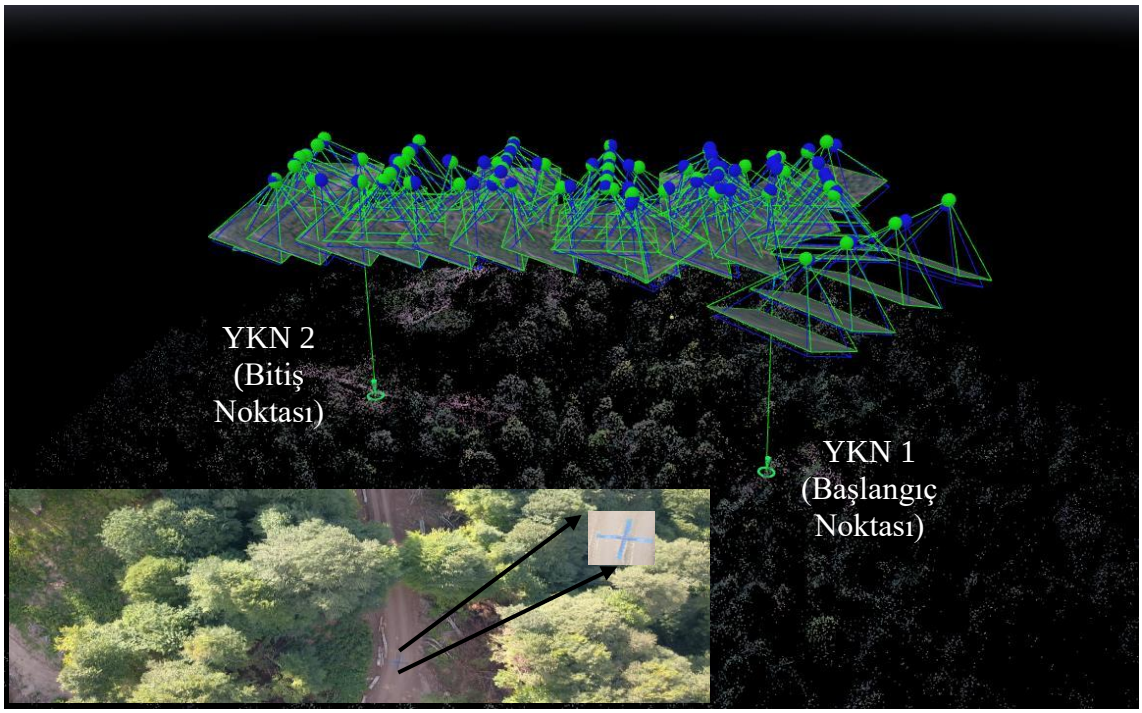
1.3 Yöntem

Bu çalışma, orman yollarında İHA verileri ve CBS yardımıyla, orman yolu projelendirilmesi ve kazı- dolduru hesaplamalarının daha net yapılabilmesi için drone vb. teknolojilerin uygulanabilirliğini ortaya koymak amacıyla yürütülmüştür. Çalışma alanı olan Cumaova Orman İşletme Şefliği 164 kodlu B-Tipi orman yoluna, yol yapım çalışması bittikten sonra gidilmiştir. Arazi yüzeyinin ortaya konabilmesi için DJI Phantom 4 Pro (Şekil 3. 11) aracı ile uçuş gerçekleştirilmiştir. DJI Phantom 4 Pro cihazı pili ile birlikte yaklaşık 1388 gr ağırlığındadır. Maksimum 7000 m irtifaya çıkabilme ve 30 dakikaya kadar uçuş kapasitesine sahiptir. Uçuş Pix4D isimli mobil yazılımla otomatik olarak %80 ön ve %70 yan bindirmeli görüntü alacak şekilde planlanmış ve uygulanmıştır. Drone araçlarından elde edilen verilerin bilgisayar ortamında işlenmesi gerekmektedir. Bu çalışmada otomatik uçuşta kullanılan mobil yazılımın masaüstü bilgisayarlar için sunulan deneme sürümü olan Pix4D Mapper isimli yazılım kullanılmıştır (Şekil 3.14).



Şekil 3.14 Pix4D yazılımı (URL 11)

Uçuştan elde edilen verilerin gerçek koordinatlarında işlenebilmesi için yer kontrol noktaları gerekmektedir. Burada yer kontrol noktaları olarak ölçüm yapılan yolun başlangıç ve bitiş noktası alınmıştır (Şekil 3.15).



Şekil 3.15 Pix4D yazılımında işlenen arazi verisi ve YKN konumları

Çalışmada kullanılan bilgisayar özellikleri ile çalışmada üretilen verilerin işlenmesinde tercih edilen projeksiyon sunulmuştur (Şekil 3.16). Toplam arazinin işlenmesi yaklaşık 17 dakikada tamamlanmıştır.

System Information

Hardware	CPU: Intel(R) Core(TM) i7-6700HQ CPU @ 2.60GHz RAM: 16GB GPU: Intel(R) HD Graphics 530 (Driver: 27.20.100.8681)
Operating System	Windows 10 Pro, 64-bit

Coordinate Systems

Image Coordinate System	WGS 84
Output Coordinate System	WGS 84 / UTM zone 36N (EGM96 Geoid)

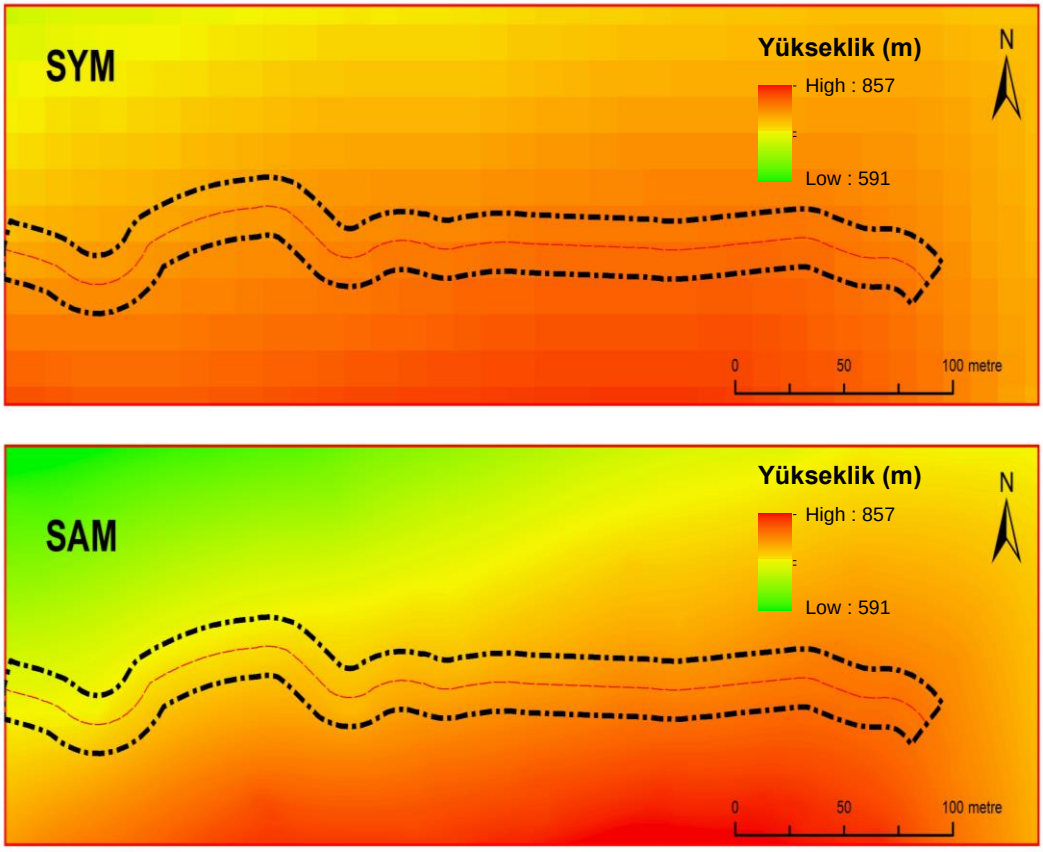
Şekil 3.16 Çalışmada kullanılan bilgisayar özellikleri ve veri işleme bilgileri

Processing Options

Image Scale	multiscale, 1/2 (Half image size, Default)
Point Density	Optimal
Minimum Number of Matches	3
3D Textured Mesh Generation	yes
3D Textured Mesh Settings:	Resolution: Medium Resolution (default) Color Balancing: no
LOD	Generated: no
Advanced: 3D Textured Mesh Settings	Sample Density Divider: 1
Advanced: Image Groups	group1
Advanced: Use Processing Area	yes
Advanced: Use Annotations	yes
Time for Point Cloud Densification	11m:41s
Time for Point Cloud Classification	01m:51s
Time for 3D Textured Mesh Generation	04m:02s

Şekil 3.16 (Devamı) Çalışmada kullanılan bilgisayar özellikleri ve veri işleme bilgileri

Çalışmaya konu edilen yol 2020 yılında yapılmıştır. Yol hattı üzerinde drone uçuşu sonrası elde edilen ham veriler kullanılarak çalışma alanına ait Sayısal Arazi Modeli (SAM) 0.04 m çözünürlükle üretilmiştir (Şekil 3.17). Çalışma alanının yol yapımına konu olmadan önceki arazi yüzeyi; 2007 yılına ait 12,5 m Sayısal Yükseklik Modeli (SYM) verisi www.usgs.gov (URL12 2021) internet adresinden ücretsiz olarak indirilmiş ve yersel referanslar kullanılarak 0,5 m çözünürlüğe dönüştürülerek raster formatında kaydedilmiştir (Şekil 3.17). Kıyaslama için her iki yükseklik verisi (SYM ve SAM) 0,5 m çözünürlüğe eşitlenerek yeni rasterlar oluşturulmuştur. Yol yapılmadan önceki ve sonraki alan farkı ArcGIS 10.3 TM yazılımında yer alan Cut-Fill modülü kullanılarak 20 metrelik yol güzergahı kısmında hesaplanmıştır.



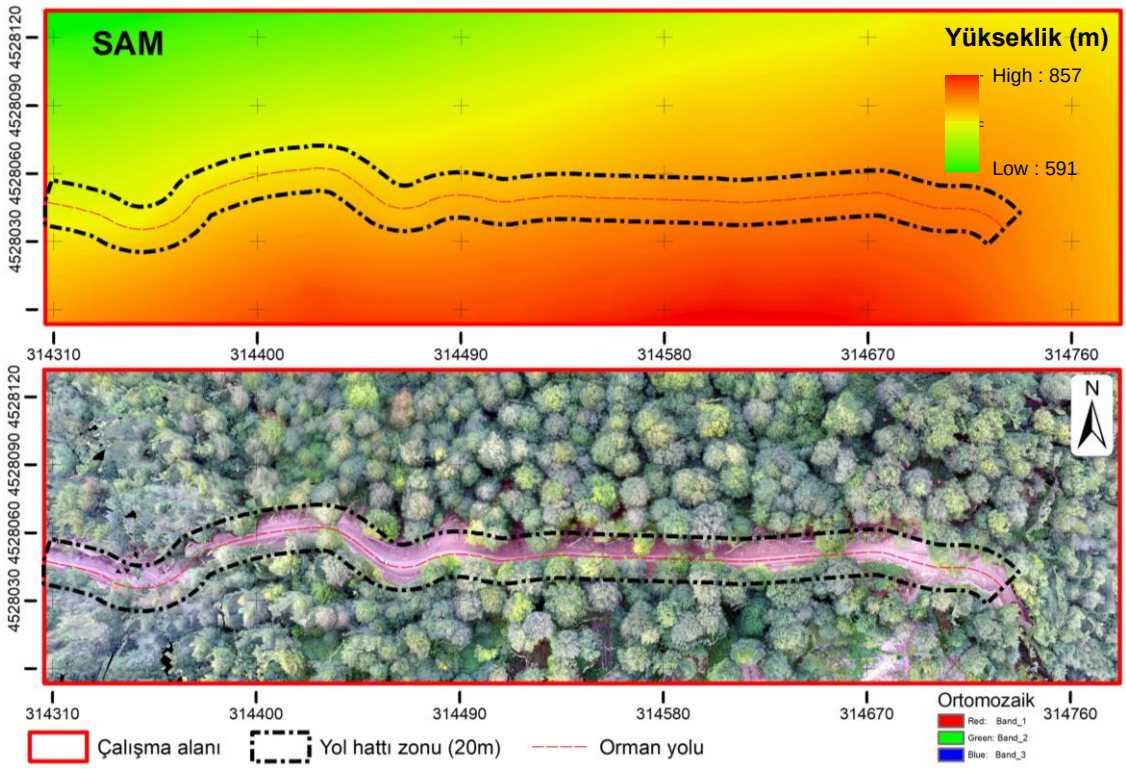
Şekil 3.17 Çalışma alanı SYM ve SAM verileri

Çalışmanın son aşamasında; hem SYM hem de SAM verileri yersel ölçümlerle yol hattından alınan yükseklik ve konum verileri kullanılarak kazı – dolduru miktarları RoadEng yazılımı kullanılarak 292 Saylı Tebliğ esaslarına uygun olarak projelendirilmiştir. Her iki arazi yükseklik verisi (SYM ve SAM) üzerinde kazı ve dolduru hesaplamaları yapılmış ve elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır.

4. BULGULAR

Çalışma alanı yol hattı ve çevresi drone ile görüntülenerek Pix4D yazılımı ve ArcGIS 10.3 TM CBS yazılımı kullanılarak işlenmiştir. Grid yöntemine göre yol yüzeyinden 120 metre yükseklikten otomatik uçuş yapılmış ve görüntü alma işlemi toplam 7 dakikada tamamlanmıştır. 292 Sayılı tebliğde geçen toplam 20m yol genişliğine göre "yol hattı zonu" oluşturulmuştur. Bu zonun alanı toplam 8850 m^2 olup güzergah üzerinde ölçülen orman yolu kısmının uzunluğu 395 m'dir.

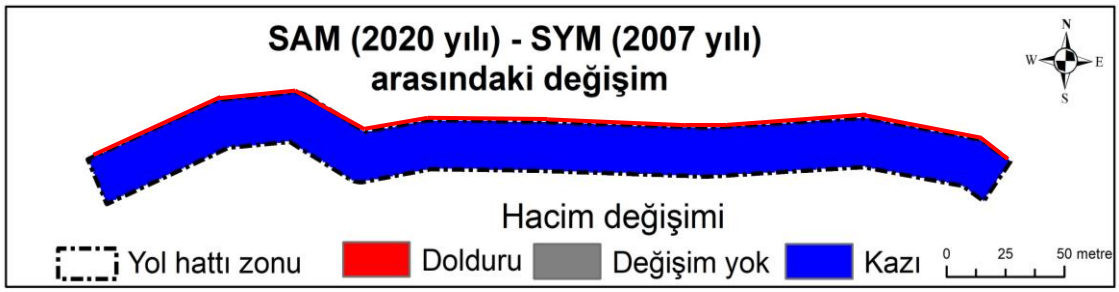
Çalışma alanında yolun başlangıç ve bitiş noktalarının (toplam iki nokta) koordinatları GNSS CORS cihazı yardımıyla alınmıştır. Çalışma alanına ait SAM ve ortomozaik görüntü Pix4D Capture yazılımının geçici sürümü kullanılarak elde edilmiştir (Şekil 4.1).



Şekil 4.1 Çalışma alanına ait DTM verisi

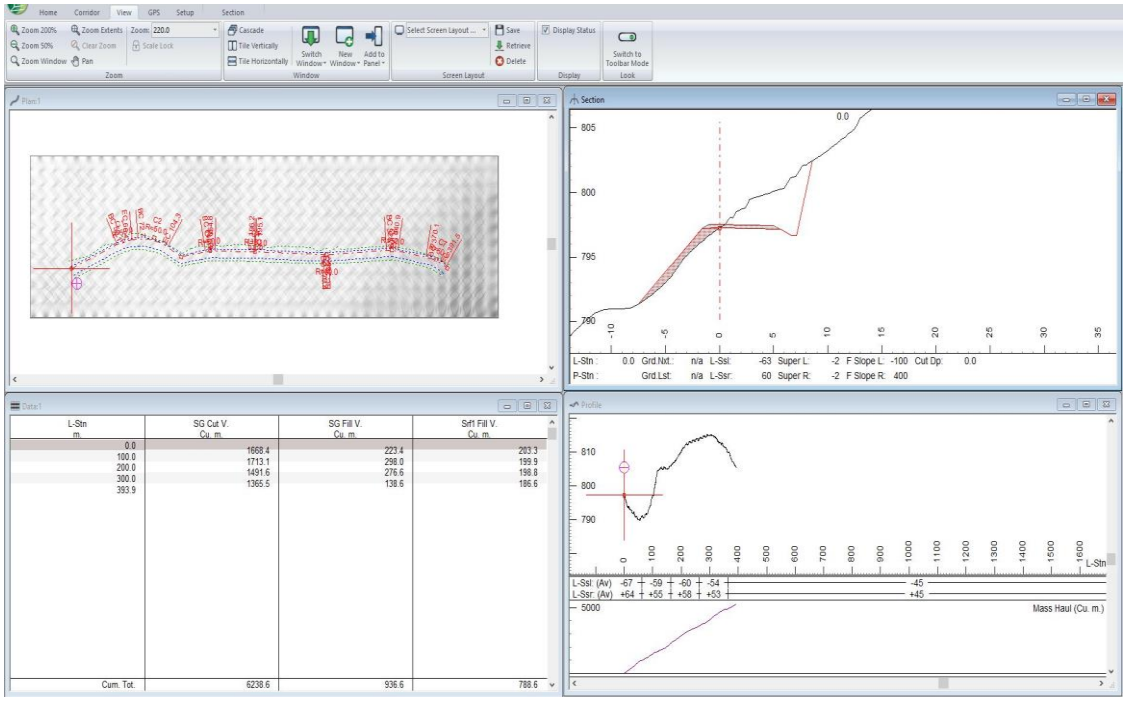
Çalışma alanında yer alan orman yolunun ölçüm yapılan güzergah bölümünde 2007 yılı SYM (12,5 m×12,5 m çözünürlüklü) verisi ile 2020 yılı uçuş sonrası elde edilen SAM

(0,05 m×0,05 m çözünürlüklü) veriler yersel referanslar kullanılarak ArcGIS 10.3 yazılımında aynı çözünürlük (0,5 m×0,5 m) seviyesine getirilerek karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma sonucunda yol hattının tamamen kazı alanından oluştuğu ve toplam kazı miktarının 7804 m^3 olduğu hesaplanmıştır (Şekil 4.2).



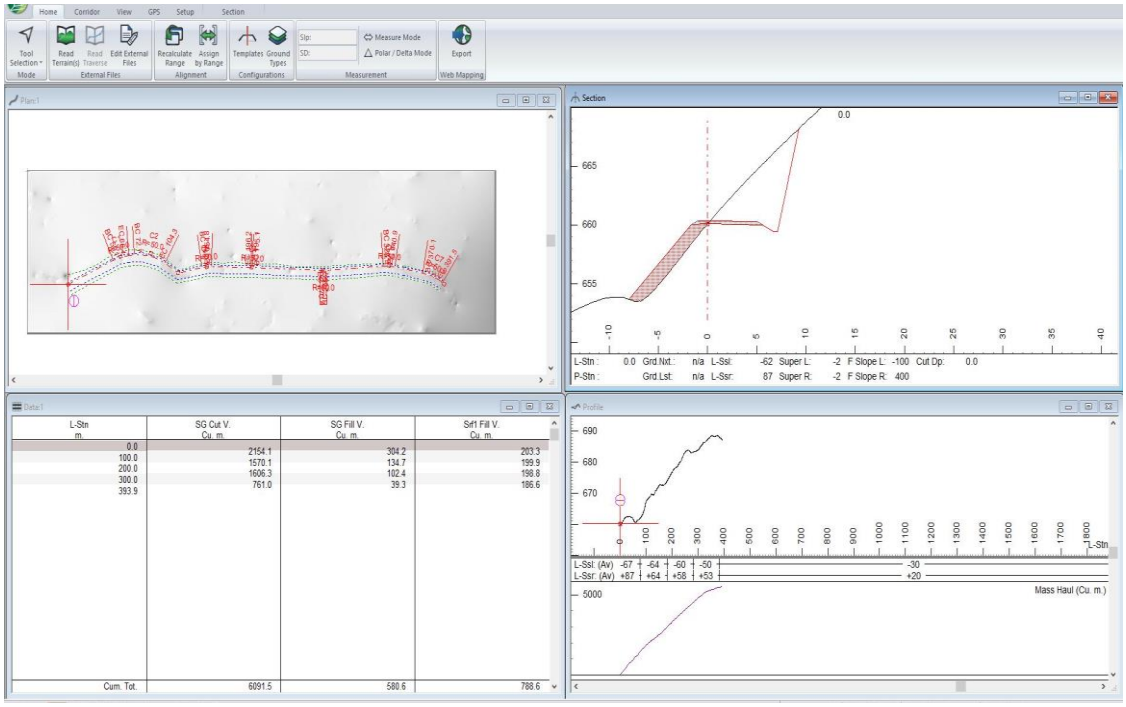
Şekil 4.2 Yol hattı kazı dolduru lokasyonları

Çalışma alanında 292 Sayılı Tebliğ uyarınca B Tipi Tali Orman Yolun geometrik özellikleri girilerek SYM ve SAM verileri üzerinde yol boyutlandırma ve projelendirme işlemleri RoadEng (deneme süreli lisanslı) yazılımı kullanılarak yapılmıştır. Orman yolu bilgisayar ortamında yatay ve düşey kurp düzenlemesi yapıldıktan sonra mevcut yolla birebir çakıştırılarak doğruluğu kontrol edilmiştir. RoadEng yazılımı ile yapılan hesaplamalar sonrasında SYM verisi üzerinden 6238,6 m^3 kazı ve 936,6 m^3 dolduru (net kazı miktarı= 5302 m^3) olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.3).



Şekil 4.3 SYM verisi kullanılarak yapılan kazı – dolduru hesaplaması

Aynı şekilde SYM verisi üzerinden ise 6091,5 m^3 kazı ve 580,6 m^3 dolduru = net kazı miktarı = 5510 m^3) olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.4).



Şekil 4.4 SAM verisi kullanılarak yapılan kazı – dolduru hesaplaması

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Teknolojik ilerleme ve uygulamalarının hızla geliştiği bir ortamda hemen hemen tüm sektörler; özellikle planlama, projelendirme ve yüksek verimlilik hedeflerinin gerçekleştirilmesine yönelik beklentileri bulunmaktadır. Teknolojik gelişimleri planlama ve karar verme çalışmalarına aktarmak avantajlı ve sürdürülebilir bir yaklaşımdır. Ormancılık sektörü bu tür faaliyetlerin ve hedeflerin odağında yer alan bir sektör olduğundan teknolojik gelişimlerden olumlu anlamda etkilenmektedir. Uygulayıcı, plan yapıcı ve karar vericilerin daha isabetli faaliyetler yürütebilmesi için gerekli olan hassas, güvenilir ve daha detaylı verilerin varlığıyla kaliteli bilgiye olan ihtiyaç hızla giderilebilmektedir. Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve yüksek teknolojik cihazların kombine kullanımı ile ormancılık sektöründe alternatifler içerisinden işletme amaçları için en uygun olanının önceliklendirilerek projelendirme, planlama ve yapım aşamalarına geçilmesi pratikte uygulanabilir rasyonel bir yaklaşımdır. Bu çalışmada drone aracının orman yolu projelendirmesi için altlık olarak kullanılan Sayısal Arazi Modeli (SAM) üzerinde durulmuş ve 0,05 m (5 cm) çözünürlüğünde verilerin kaliteli bilgiye dönüştürülerek henüz yol yapılmadan önce ne kadar miktarda kazı ve dolduru hacimlerine ulaşılabileceği ortaya konmuştur.

Modelleme çalışmalarının temelinde, objeye/vakaya ilişkin bilgilerin işlenerek belirlenen amaç doğrultusunda seçilen parametrelerin karar verme sistemine dahil edilmesidir. Bilgisayar ortamında gerçek hayatta gerçekleşmiş gibi en az hata ve en yüksek doğruluk oranıyla model elde edilmesi projelendirme ve hesaplama çalışmalarının doğruluğunu aynı ölçüde etkilemektedir. Yüksek çözünürlüklü ve daha doğru olarak elde edilen bilgi planlamanın başarılı bir şekilde uygulamaya aktarılmasında kilit bir rol üstlenmektedir. Arazi modelleme çalışmalarında da bu tür kaliteli bilgiye dönüşebilecek bilginin varlığı avantajlı bir planlama ve karar verme ortamı sunmaktadır. Bu çalışmada yapılan SYM-SAM verilerinin kullanıldığı karşılaştırma sonucunda yol hattının tamamen kazı alanından oluştuğu ve toplam kazı miktarının 7804 m^3 olduğu tespit edilmiştir. SYM verisi üzerinden mevcut yol geometrisine göre projelendirilen hesaplama sonrası net kazı miktarının 5302 m^3 olarak, SYM verisi üzerinden mevcut yol geometrisine göre projelendirilen hesaplama sonrası net kazı miktarının 5510,9 m^3 olduğu hesaplanmıştır.

2007 yılına ait arazi verisi (SYM) ile 2020 yılına ait arazi verisi (SAM-2020) arasındaki fark (7804 m^3) yaklaşık bir kazı-dolduru bilgisi verebilmektedir. Ancak daha detaylı bilgiyi; yol yapım çalışmasının tüm aşamalarını takip eden ve tablolar yardımıyla kayıt altında tutan ilgili işletme şefliğinden kıyaslama yapılarak bakıldığında SAM verisi üzerinden yapılan değerlendirmenin mevcut yol hattının uygulanmasıyla elde edilen kazı miktarından (5510,9 m^3) hesaplanmıştır. Burada kıyaslama yarken en büyük engel; olarak yol güzergahının araziye aplikasyonunda kullanılan kazıkların (röper kazığı, şev kazığı vb.) koordinat noktalarının bulunmayışıdır. Her projede rutin bir eylem olarak yapılan aplikasyon sonrasında yol yapımına başlandığında çakılan kazıkların koordinatları alınmadığı için bilgisayar ortamında daha sağlıklı bir değerlendirme yapılması mümkün olmamaktadır. İşletmede tüm yol yapımı başlamadan önce ilgili güzergaha ait kazıkların koordinatlarının alınarak yüksek çözünürlüklü arazi verisiyle çakıştırılarak yol güzergahı geometrisi bilgisayar ortamında etkin olarak projelendirilebilir. Daha detaylı veri kullanımı ile daha hassas ve daha az hatalı bir hacimlendirme yapılabilir. Günümüz teknolojik imkanları değerlendirildiğinde OGM'nin yüksek çözünürlüklü arazi verilerinin kullanımını teşvik etmesi ile hesaplamaların daha doğru ve planlamaların daha isabetli olmasını sağlayacak ortamı hazırlayacağı düşünülmektedir. Bundan sonraki çalışmalarda plan yapıcılar, uygulayıcılar ve karar vericiler için, farklı teknik özelliklere sahip İHA kullanımı ve farklı modelleme yaklaşımlarıyla projelendirme çalışmalarının uygulanabilirliği ortaya konabilir.

KAYNAKLAR

Acar, H. 2005. Orman Yollar, Ders Notu. Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Teksir (82), Trabzon, Türkiye.

Akay, A. E., Taş, İ., ve Büyüksakallı, H. 2018. Ormancılık Uygulamalarında Drone İle Entegre Lıdar Veri Temini Sistemlerinin Kullanımı. Uluslararası Akademik Araştırmalar Kongresi, 25 sayfa, Antalya.

Akay, A. E. and Sessions, J. 2005. Applying The Decision Support System, Tracer, To Forest Road Design. Western Journal of Applied Forestry, 20(3): 184-191.

Akgul, M., Yurtseven, H., Gulci, S. and Akay, A. E. 2018. Evaluation Of Uav-and Gnss-Based Dems for Earthwork Volume. Arabian Journal For Science and Engineering, 43(4): 1893-1909.

Akgül, M., Yurtseven, H., Demir, M., Akay, A. E., Gülci, S., ve Öztürk, T. 2016. İnansız Hava Araçları İle Yüksek Hassasiyette Sayısal Yükseklik Modeli Üretimi ve Ormancılıkta Kullanım Olanakları. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 66(1): 104-118.

Anonim, 2019. Düzce Orman İşletme Müdürlüğü Cumaova Orman İşletme Şefliği Fonksiyonel Orman Amenajman Planı. 62 sayfa, Düzce.

Asan, Ü. 1995. Orman Kaynaklarının Rasyonel Kullanımı ve Ülkemizdeki Durum. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 15-28.

Boydak, M. ve Doğru, M. 1997. Ekolojik Bölge İtibariyle Sürdürülebilir Orman Yönetiminin Mevcut Durum ve Deneyim Değişimi: Akdeniz Ormanları. Xı. Dünya Ormancılık Kongresi Bildirileri, 6, 165-185.

Buğday, E. 2016. Sertifikalı Orman İşletmelerinde Odun Hammaddesi Üretim Planlarının Oluşturulması (Daday Orman İşletme Müdürlüğü Örneği). Çankırı Karatekin Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Çankırı.

Bugday, E. 2018. Capabilities of Using Uavs in Forest Road Construction Activities. European Journal of Forest Engineering, 4(2): 56-62.

Buğday, E. 2019. Orman Yönetiminde İnsansız Hava Aracı Uygulamaları. 2nd International Eurasion Conference on Biological and Chemical Sciences (EurasianBioChem 2019), June 28-29, Ankara.

Contreras, M., Aracena, P., and Chung, W. (2012). Improving Accuracy in Earthwork Volume Estimation for Proposed Forest Roads Using a High-Resolution Digital Elevation Model. Croatian Journal of Forest Engineering: Journal for Theory and Application of Forestry Engineering, 33(1): 125-142.

Çömert, R., Avdan, U. ve Şenkal, E. 2012. İnsansız Hava Araçlarının Kullanım Alanları ve Gelecekteki Beklentiler. IV. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu, 16-19 Ekim 2012, Zonguldak.

Erdaş, O. 1997. Orman Yolları Cilt: I, Trabzon, Türkiye: Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, 391 Sayfa, Trabzon.

Erdoğan, A. 2016. Şeritvari Haritaların İnsansız Hava Araçları ile Üretimi. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 48 sayfa, Konya.

Fidancı, Y. ve Karabörk, H. 2019. İnsansız Hava Araçlarının Ormanlık Alanlardaki Karayolu Projelerinde Kullanımı. Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 9(3): 473-485.

Görcelioğlu, E. 2004. Orman Yolları-Erozyon İlişkisi. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İ.Ü. Yayın No. 4460, O.F. Yayın No. 476, 184 sayfa, İstanbul.

Gülci, S. ve Kılınç, G. 2018. Uçangöz Yardımıyla Kazı Sonrası Oluşan Toprak Yığını Hacim Ölçümünün Değerlendirilmesi. Uluslararası Akademik Araştırmalar Kongresi, Antalya.

Hasdemir, M. ve Demir, M. 2005. Ormancılıktaki Gelişmelere Bağlı Olarak Orman Yol Şebekelerinin Fonksiyonel Planlama Esasları ve Orman Yol Yoğunluğu. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi Seri B, 55(2): 1-13.

Julge, K. Ellmann A. and Köök, R. 2019. Unmanned Aerial Vehicle Surveying for Monitoring Road Construction Earthworks. The Baltic Journal of Road and Bridge Engineering, 14(1): 1-17.

Kahveci, M. ve Nazlı, C. A. N. 2017. İnsansiz Hava Araçlari: Tarihçesi, Tanimi, Dünyada ve Türkiye'deki Yasal Durumu. Selçuk Üniversitesi Mühendislik, Bilim Ve Teknoloji Dergisi, 5(4): 511-535.

Kangas, A., Gobakken, T., Puliti, S., Hauglin, M. and Næsset, E. 2018. Value of Airborne Laser Scanning and Digital Aerial Photogrammetry Data in Forest Decision Making. Silva Fenn, 52(1): 9923.

Karaağaç, C. 2012. İnsansız Hava Aracı Sistemleri: Gökyüzünün Yeni Yırtıcı Kuşları.

Kellndorfer, J. M., Dobson, M. C., Vona, J. D., and Clutter M. 2003. Toward Precision Forestry: Plot-Level Parameter Retrieval For Slash Pine Plantations With Jpl Aırsar. Ieee Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 41(7): 1571-1582.

Menteşeoğlu, B. E. ve İnan, M. 2016. İnsansız Hava Araçlarının (İha) Ormancılık Uygulamalarında Kullanımı. VI. Uzaktan Algılama ve CBS Sempozyumu, 1(1): 316-324, Adana.

Manyoky, M., Theiler, P., Steudler, D. And Eisenbeiss, H. 2011. Unmanned aerial vehicle in cadastral applications. In Proceedings of the International Conference on Unmanned Aerial Vehicle in Geomatics, 57-62, Copenicus.

OGM, 2008. Orman Yolları Planlaması, Yapımı ve Bakımı, Tebliğ No: 292, Ankara.

Öztürk, T., Şentürk, N. ve Akgül, M. 2008. Coğrafi Bilgi Sistemi Yardımıyla Orman Yollarında Sanat Yapısı İhtiyacının ve Konumunun Belirlenmesi. İçinde Iı. Uzaktan Algılama Sempozyumu, 544-553, Kayseri.

Rango, A., Laliberte, A., Steele, C., Herrick, J. E., Bestelmeyer, B., Schmugge, T. and Jenkins, V. 2006. Using Unmanned Aerial Vehicles for Rangelands: Current Applications and Future Potentials. Environmental Practice, 8(3): 159-168.

Siebert, S. and Teizer, J. 2014. Mobile 3d Mapping For Surveying Earthwork Using an Unmanned Aerial Vehicle (Uav), Automation İn Construction, 41: 1-14.

Swift, L. W. 1988. Forest Access Roads: Design, Maintenance, And Soil Loss. In Forest Hydrology and Ecology at Coweeta, 313-324, Springer, New York.

Şentürk, N., Akgül, M., Öztürk, T. ve Akay, A. O. 2018. Orman Yollarında Kazı-Dolgu Miktarlarının Hesaplanmasında Topoğrafik Harita Tabanlı Geleneksel Yöntem ile Bilgisayar Destekli Yöntemin Karşılaştırılması. Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 20(3): 618-626.

Tercan, E. 2017. Karayolu Projelerinde İnsansız Hava Aracı ile Üretilen Sayısal Arazi Modelinin Değerlendirilmesi: Bucak-Kocaaliler Yolu Örneği. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 8(2): 172-183.

Torun, A. 2017. İnsansız Hava Aracı (İha) Sektöründe Trend: İha Fotogrametrisi Bakışıyla. Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 17(4): 35-52.

URL 1, 2021. Web sitesi. https://www.dronmarket.com. Erişim Tarihi: 20/04/2021.

URL 2, 2021. Web sitesi. https://iha.shgm.gov.tr. Erişim Tarihi: 27/06/2021.

URL 3, 2021. Web sitesi. https://aeronautics-sys.com. Erişim Tarihi: 07/01/2021.
URL 4, 2021. Web sitesi. https://www.dronetr.net. Erişim Tarihi: 18/05/2021.
URL 5, 2021. Web sitesi. https://www.ihatr.com. Erişim Tarihi: 29/04/2021.
URL 6, 2021. Web sitesi. https://www.defenceturk.net. Erişim Tarihi: 13/03/2021.
URL 7, 2021. Web sitesi. https://www.teknolojigiy.com. Erişim Tarihi: 17/02/2021.
URL 8, 2021. Web sitesi. https://www.dji.com. Erişim Tarihi: 30/05/2021.
URL 9, 2021. Web sitesi. https://www.baykarsavunma.com. Erişim Tarihi: 19/03/2021.
URL 10, 2021. Web sitesi. https://aerospace.honeywell.com. Erişim Tarihi: 25/04/2021.
URL 11, 2021. Web sitesi. https://www.pix4d.com. Erişim Tarihi: 20/04/2021.
URL 12, 2021. Web sitesi. https://www.usgs.gov. Erişim Tarihi: 18/05/2021.
URL 13, 2020. Web sitesi. http://www.ctie.monash.edu. Erişim Tarihi: 23/04/2021.
Zulkipli, M. A. and Tahar K. N. 2018. Multirotor UAV-Based Photogrammetric Mapping for Road Design. International Journal of Optics, Article ID 1871058.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı ve Soyadı : Mustafa Görkem CİRİTCİOĞLU

Eğitim

Yüksek Lisans	Çankırı Karatekin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı	2019-Halen
Lisans	Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Mühendisliği Bölümü	2013-2017

İş Deneyimi

Yıl	**Kurum**	**Görev**
2020-Halen	Düzce Orman İşletme Müdürlüğü	Orman Mühendisi