



**T.C.
DÜZCE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ORMAN YOLU YAPIMINDAN KAYNAKLANAN AĞAÇ
ZARARLARININ VE İNŞAAT ETKİ ALANININ İNCELENMESİ**

MÜCAHİT BODUR

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**DANIŞMAN
DR. ÖĞR. ÜYESİ YILMAZ TÜRK**

DÜZCE, 2019

T.C.
DÜZCE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ORMAN YOLU YAPIMINDAN KAYNAKLANAN AĞAÇ
ZARARLARININ VE İNŞAAT ETKİ ALANININ İNCELENMESİ

Mücahit BODUR tarafından hazırlanan tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından Düzce Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı

Dr. Öğr. Üyesi Yılmaz TÜRK

Düzce Üniversitesi

Jüri Üyeleri

Dr. Öğr. Üyesi Yılmaz TÜRK

Düzce Üniversitesi

Prof. Dr. Abdurrahim AYDIN

Düzce Üniversitesi

Doç. Dr. Burak ARICAK

Kastamonu Üniversitesi

Tez Savunma Tarihi: 06/08/2019

BEYAN

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün aşamalarda etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldığımı, yine bu tezin çalışılması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını beyan ederim.

06 Ağustos 2019

Mücahit BODUR

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimime başladığım tarihten itibaren danışmanlığımı üstlenerek, bana bu konuda çalışma olanağı sağlayan, bilimsel çalışmayı öğreten, yakın ilgi ve desteğı ile çalışmalarımı yönlendirip yol gösteren, çalışmalarımaya ışık ve ilham kaynağı olan, destekleyen hocam Dr. Öğr. Üyesi Yılmaz TÜRK'e çok teşekkür ederim.

Desteklerinden dolayı Prof. Dr. Abdurrahim AYDIN, Doç. Dr. Burak ARICAK, Dr. Arş. Gör. Remzi EKER ve Dr. Arş. Gör. Ahmet Salih DEĞERMENCİ hocalarıma teşekkür ederim.

Arazi çalışmalarım da desteklerini gördüğüm Aladağ Orman İşletme Müdürlüğüne bağı Alabarda Orman İşletme Şefliğı personeline, Yalçın SEFER ve Hamza ÇALIŞKAN'a teşekkür ederim.

Hayatım boyunca bana destek olan annem Sedef BODUR'a, babam Bilal BODUR'a, ablam Kerime BODUR'a, kardeşim Mehmet BODUR'a ve eniştem Gafur KOÇ'a ayrıca teşekkür ederim.

Bu tez çalışması, Düzce Üniversitesi BAP 2018.02.02.787 numaralı Bilimsel Araştırma Projesiyle desteklenmiştir.

06 Ağustos 2019

Mücahit BODUR

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ŞEKİL LİSTESİ.....	vii
ÇİZELGE LİSTESİ.....	viii
KISALTMALAR.....	ix
SİMGELER	x
ÖZET	xi
ABSTRACT	xii
1. GİRİŞ.....	1
1.1. ÜLKEMİZDE ORMAN YOLU PLANLAMASI VE ORMAN YOLU İNŞAATININ ÖNEMİ	4
1.2. ORMAN YOLU İNŞAATININ ÇEVRESEL ETKİLERİ.....	7
1.3. AĞAÇ ZARARLARI VE ORMAN YOLU İNŞAATI ARASINDAKİ İLİŞKİLER	9
1.4. UÇANGÖZ SİSTEMLERİ VE ORMANCILIKTA KULLANILMASI.....	11
2. MATERYAL VE YÖNTEM	14
2.1. MATERYAL	14
2.1.1. Araştırma Alanı.....	14
2.1.1.1. Yeri (Mevkii)	14
2.1.1.2. Çalışma Alanı Orman Varlığı ve Yol Ağı Durumu.....	14
2.1.1.3. Jeolojik Yapı.....	16
2.1.1.4. İklim	16
2.1.1.5. Bitki Örtüsü.....	17
2.1.2. Kullanılan Yazılım ve Donanımlar	18
2.2. YÖNTEM	19
2.2.1. Yolun Geometrik Özelliklerinin Belirlenmesi.....	19
2.2.2. Orman Yolu İnşaat Etki Alanına Giren Ağaçların Konumlarının ve Özelliklerinin Belirlenmesi.....	21
2.2.2.1. Uçangöz ile Sayısal Görüntülerin alınması	21
2.2.2.2. DGPS ile Dolgu Materyalinin Yuvarlanma Sınırı ve Ağaç Konumlarının Belirlenmesi ...	24
2.2.2.3. Ağaç Zararları Özelliklerinin Tespit Edilmesi	26
2.2.3. Kullanılan İstatistiksel Yöntemler	28
3. BULGULAR VE TARTIŞMA	29
3.1. YOLUN GEOMETRİK VE ENKESİT ÖZELLİKLERİNE İLİŞKİN BULGULAR VE TARTIŞMA.....	29
3.2. İNŞAAT ETKİ ALANINA İLİŞKİN BULGULAR VE TARTIŞMA	30
3.3. İNŞAAT ETKİ ALANINDAKİ AĞAÇLARIN KONUMLARINA İLİŞKİN BULGULAR	32

3.4. İNŞAAT ETKİ ALANINDAKİ AĞAÇLARDA MEYDANA GELEN ZARARLARA İLİŞKİN BULGULAR VE TARTIŞMA.....	34
4. SONUÇ VE ÖNERİLER	44
5. KAYNAKLAR.....	47
ÖZGEÇMİŞ.....	53



ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1.1. B tipi tali orman yolu en kesiti (OGM, 2008).	5
Şekil 1.2. Yaralanma parametrelerinin şematik gösterimleri (Perret et al. 2006).	9
Şekil 1.3. Yol inşaatı sonrası dolgu materyali altında kalan bireyler.	10
Şekil 1.4. Havada kalış bazlı Uçangöz sınıflandırması (Haser, 2010).	11
Şekil 2.1. Alabarda orman işletme şefliğinin konumu.....	15
Şekil 2.2. Alabarda Orman İşletme Şefliği meşcere tipleri ve örnek alan haritası.	18
Şekil 2.3. Arazide yol enkesiti üzerinde yapılan ölçümler.	19
Şekil 2.4. Yolun geometrik en kesit özelliklerine ilişkin ölçümler.....	20
Şekil 2.5. Kullanılan Uçangöz platformu, hazırlanan uçuş planı ve yola applike edilen YKN örnek görüntüsü.	24
Şekil 2.6. Yuvarlanma etki sınırının belirleyen taş ve kayalar.	25
Şekil 2.7. İnşaat etki alanındaki ağaçların koordinatlarının alınması.	25
Şekil 2.8. Netcad ortamında semt açılarının ve yola olan uzaklığın bulunması.	26
Şekil 2.9. Yaranın yerden yüksekliği, en ve boy ölçümü.	27
Şekil 2.10. Yara özelliği, yara şekli, toprak ve taş altında kalan kısım, yara adedi, yara ölçüsü, yaranın yerden yüksekliği ölçümleri.....	27
Şekil 2.11. Tepe kırığı, devrik ya da yatık gözlemlenen ağaçlar.....	28
Şekil 3.1. Çalışmaya konu yol.	29
Şekil 3.2. Meşcere haritası üzerinde inşaat etki alanının gösterimi.....	31
Şekil 3.3. Ortofoto üzerinde inşaat etki alanının gösterimi.	31
Şekil 3.4. Zarar gören bireylerin yol eksenine göre semt açılarının yüzdeler ve radar gösterimi.....	33
Şekil 3.5. Zarar görmeyen bireylerin yol eksenine göre semt açılarının yüzdeler ve radar gösterimi.....	33
Şekil 3.6. İnşaat etki alanındaki ağaçların konumlarının ortofoto ile doğrulanması.	34
Şekil 3.7. Yol inşaatı nedeniyle zarar gören ağaçlar.....	36
Şekil 3.8. Ağaç yara yüksekliği.	38
Şekil 3.9. Kabuk yarasının yol eksenine göre semt açılarının yüzdeler ve radar gösterimi.....	38
Şekil 3.10. Sadece kabuk yarası olan bireylerin yara alanı ile çap arasındaki korelasyon.	40
Şekil 3.11. Kabuk yarası alanı ile çap arasındaki korelasyon (inşaat etki alanındaki tüm bireylerin için).....	40
Şekil 3.12. Kabuk yarası alanı ile yol eksenine uzaklık arasındaki korelasyon (inşaat etki alanındaki tüm bireylerin için).	41
Şekil 3.13. Dolguda kalan yükseklik ile yol eksenine uzaklık arasındaki korelasyon (inşaat etki alanındaki tüm bireylerin için).	41
Şekil 3.14. Dolgu materyali yüksekliği.	43

ÇİZELGE LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Çizelge 1.1. Orman yolları geometrik standartları.	4
Çizelge 1.2. Yaralanma parametrelerinin geometrik gösterimleri (Perret et al. 2006).....	9
Çizelge 2.1. Alabarda OİŞ yol ağı durumu.....	15
Çizelge 2.2. Orman yolu arazi karnesi.....	20
Çizelge 3.1. Yolun geometrik ve enkesit özellikleri ile ortalama değerleri.	30
Çizelge 3.2. İnşaat etki alanındaki ağaçların yol eksenine göre uzaklık ve semt açıları.	32
Çizelge 3.3. İnşaat etki alanına giren ağaçlara ilişkin değerler.....	37
Çizelge 3.4. Ağaçlardaki kabuk yarasına ilişkin değerler.	38
Çizelge 3.5. Dolgu materyali altında kalan ağaçlara ilişkin bilgiler.....	42

KISALTMALAR

CBS	Coğrafi Bilgi Sistemleri
ÇED	Çevre Etki Değerlendirme
GPS	Küresel Konumlama Sistemi (Global Positioning System)
OİŞ	Orman İşletme Şefliği
SYM	Sayısal Yükseklik Modeli
YKN	Yer Kontrol Noktası



SİMGELER

Ha	Hektar
km	Kilometre
m	Metre
m ²	Metrekare
m ³	Metreküp
%	Yüzde
°	Derece



ÖZET

ORMAN YOLU YAPIMINDAN KAYNAKLANAN AĞAÇ ZARARLARININ VE İNŞAAT ETKİ ALANININ İNCELENMESİ

Mücahit BODUR

Düzce Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Yılmaz TÜRK

Ağustos 2019, 52 sayfa

Orman yolları ormancılık faaliyet ve hizmetlerinin sürdürülebilmesi, ormanların işletmeye açılması ve her türlü orman ürününün ekonomik olarak taşınmasına hizmet etmektedir. Bunun yanında orman yolları bitki ve hayvan popülasyonları üzerinde küçülmelere ve habitat kayıplarına, toprak, su kaynakları ve akarsular üzerindeki erozyon ve sedimentasyon oluşumuna, kimyasal kirlenmeye, fragmentasyona, kenar etkilerine ve insan etkilerinin ıssız alanlara erişimine neden olabilmektedir. Bu çalışmanın amacı orman yolu inşaat alanı ve etki alanını belirlemektir. Bu bağlamda, orman yolu yapımından kaynaklanan ağaç zararları, meşcereyi örten dolgu alanı ve ağaç zararlarını doğrudan etkileyen ağaçların yol eksenine olan mesafeleri tespit edilmiştir. Ayrıca Uçangözün inşaat etki alanının ve dolgu alanının belirmesinde kullanılma kabiliyetini incelemek ve orman yolu yapılmadan önce çevre zararlarını önleyici tedbirlerin alınmasına ilişkin önerilerde bulunmak hedeflenmiştir. Bu doğrultuda, Aladağ Orman İşletme Müdürlüğü (Bolu İli), Alabarda Orman İşletme Şefliği sınırları içerisinde bulunan 5+000 km uzunluğundaki 194 Kod nolu orman yolunun 700 metrelik kısmı çalışma alanı olarak seçilmiştir. Çalışma sonucunda; yol inşaat etki alanı 46479,22 m², dolgu materyalin ortalama yayılma mesafesi 50,34 m, zarar gören ağaçların ortalama yola mesafeleri 28,25 m, zarar görmeyen ağaçların ise 35,52 m bulunmuştur. Ayrıca inşaat etki alanına giren toplam 1477 adet ağaç tespit edilmiş, bu ağaçlardan 1050 adedi zarar görmemiş 427 adedi zarar görmüştür. Zarar gören ağaçlardan sadece kabuk yaralanması olan 211 adet, sadece dolgu altında kalan 99 adet ve sadece gövde bozulması olan 56 adettir. Ağaç yaralarının ortalama yerden yüksekliği 68,60 cm ve ortalama yara alanı 454,07 cm²'dir. Yapılan istatistik analizlerin sonuçlarına göre; sadece kabuk yarası olan bireyler için yara alanı ile çap (d1,30) arasında ve inşaat etki alanındaki tüm bireylerin çapı (d1,30) arasında istatistiksel olarak pozitif yönde anlamlı korelasyon bulunurken, inşaat etki alanındaki tüm bireylerin yol eksenine uzaklığı ile yara alanı arasında ve inşaat etki alanındaki tüm bireylerin yol eksenine uzaklığı ile dolgu yüksekliği arasında istatistiksel olarak negatif yönde anlamlı korelasyon belirlenmiştir. Çalışmada yolun bulunduğu alana ait orman yolu yapımı sonrası Uçangöz ortofoto görüntüsü temin edilmiş, ağaçların konumları doğrulanmıştır.

Anahtar sözcükler: Ağaç zararı, Çevresel etkiler, Orman yolu yapımı, Ortofoto.

ABSTRACT

INVESTIGATION OF TREE DAMAGES AND CONSTRUCTION IMPACT AREA DUE TO FOREST ROAD CONSTRUCTION

Mücahit BODUR

Düzce University

Graduate School of Natural and Applied Sciences, Department of Forest Engineer
Master's Thesis

Supervisor: Assist. Prof. Dr. Yılmaz TÜRK

August 2019, 52 pages

Forest roads serve to sustain forestry activities and services, to open forests and to transport all kinds of forest products economically. However roads have general impacts: shrinkage and habitat losses on plant and animal population, creation erosion and sedimentation on soil, streams, and water resources, chemical pollution from vehicle emission, habitat fragmentation, road edge and effect zones, and associated human impacts in isolated natural areas. The aim of this study is to determine the forest road construction area and its impact area. In this context, tree damage caused by forest road construction, filling area covering the stand and the distance of the trees to the road axis were determined. In addition, to examine the ability of Uçangöz to be used in determining the construction impact area and filling area and to make suggestions for taking environmental precautions before forest road is constructed. In this direction, a forest road section (code number = 194, 5 km long) with the length of 700 m and its surroundings area, located in Alabarda Forest Enterprise Chief at Aladağ Forest Enterprises Directorate, was selected as the study area. In the results of study; the road construction impact area was 46479.22 m², average spreading distance of the filling material was 50.34 m, the average distance of damaged trees to the road was 28.25 m, and the undamaged trees were 35.52 m. In addition, a total of 1477 trees within the construction impact area were identified, of which 1050 were not damaged and 427 were damaged. Of these trees, only 211 are bark injuries, 99 are only under fill and 56 are bole disruption. The height of the tree injury from the ground is 68,60 cm and the average injury area is 454.07 cm². According to the results of statistical analysis; there was a statistically significant positive correlation between injury area and diameter and diameter of all individuals in the construction area only for individuals with bark injury. A significant negative correlation was found between the distance between the road axis and the filling height of all individuals in the construction impact area. In the study, after the construction of the forest road belonging to the area, the orthophoto image of UAVs was obtained and the position of the trees was verified.

Keywords: Environmental impacts, Forest road construction, Orthophoto, Tree damage.

1. GİRİŞ

Orman yolları; ulaşımı sağlayan, ormanın kuruluş aşamasından üretim aşamasına kadar olan süreçte zorunlu yapılardır. Üretim çalışmaları ve yol planlaması ormancılık faaliyetlerinin başında gelen faktörlerdir (Abdi ve ark., 2009). Yollar, üzerinde buldukları araziye ağ şeklinde örerek karasal transport sisteminin temel alt yapısını oluşturur ve coğrafik olarak birbirinden farklı konumlarda bulunan yerlerin ve nesnelerin fiziksel bağlantısını ve erişimini sağlar. Bununla birlikte, orman ekosistemi kendi dinamiklerine sahip bir sistem olduğundan, herhangi bir müdahaleden doğrudan etkilenir. Bu etkiler bazen kısa ömürlüdür ve sistem kendi dengesini yeniden kazanabilir, bazı durumlarda kendi dengesini ve yenilenmesini başaramaz ve doğal dengesinin bozulmasından sonra tamamen kaybolmasına neden olabilir (Forman ve Hersperger, 1996; Coffin, 2007).

Sürdürülebilir olarak orman kaynaklarının yönetilmesinde orman yolları, çevreyle ilgili sorunlara neden olmalarına rağmen vazgeçilmez bir altyapı işlevine sahiptir. Ülkemizde dağlık ve engebeli arazi koşullarının hakim olduğu alanlar üzerinde bulunan ormanların bakımı, silvikültürel müdahalelerin yapılması, yangın ve böcek afetlerinin kontrol altına alınması, koruma işlerinin etkin ve sürekli olarak yürütülmesi, malzeme ve personel ulaşımının sağlanması ve ürünlerin taşınması görevlerini yerine getiren en önemli alt yapı orman yollarıdır. Çevresel ve ekonomik koşulları dikkate alınarak orman yollarının rasyonel bir şekilde planlanması, günümüz orman işletmeciliği açısından bir gerekliliktir (Arıcak, 2008).

Ülkemizde ormanlar genellikle dağlık ve eğimli arazi üzerinde yer almaktadır. Bu tür arazi üzerinde inşa edilen orman yolları, yapımı ve bakımı yönünden oldukça maliyetli alt yapı tesisleridir. Orman işletmeciliği için olmazsa olmaz alt yapı tesislerinden olan orman yolları, doğa içerisinde inşa edildiklerinden dolayı teknik ve ekonomik açılar yanında çevresel açıdan da duyarlılık gösteren bir planlama ve inşaat yaklaşımı gerektirmektedir. Orman yolları orman işletmeciliği amaçlarına hizmet etmesinin yanında orman köylüleri için de vazgeçilmez bir yapı olup, ayrıca ülke savunmasında da stratejik bir öneme sahiptir. Çevresel duyarlılık göstermeden planlanıp inşa

edildiklerinde ise orman arazisini yok edip, parçalamakta ve erozyona neden olmaktadır (Arıcak, 2008).

Orman yolu inşaatı çalışmaları çevre üzerinde birçok olumsuz etki yaratan çalışmalardandır. Bu olumsuzlukların en az düzeyde tutulması çağdaş ve çevreye duyarlı orman işletmeciliğinin bir gereğidir. Bu nedenle orman yol ağları ve geçkileri planlanırken inşaat sırasında tahrip olacak yol platformunun bulunduğu orman alanı ve dolgu alanının önceden belirlenip bunun en az seviyede tutulması önemlidir. Bununla birlikte, dolgu materyalinin yuvarlanması sonucu inşaat alanı çevresinde bulunan meşcere ve doğa üzerinde de tahribatlar oluşmaktadır. Bu tahribat düzeyinin de en az düzeyde tutulması ormanın geleceği açısından oldukça önemlidir (Arıcak, 2008).

UNCED (United Nations Conference on Environment and Development: Çevre ve Kalkınma Birleşik Milletler Konferansı) konferans bildirgesinde de belirtildiği üzere doğanın yenilenebilir kaynaklarının kullanımı çevreye dayalı gelişmenin anahtar bileşenidir. Kaynak kullanımı ancak kaynağın bulunduğu alana ulaşım ile sağlanabilir. Bu nedenle orman yollarının yapımından vazgeçilmesi mümkün değildir. Günümüzde ormancılık kuruluşları kamuoyunun kabul edebileceği, çevreye en az zararı verecek yeni orman yollarını planlamak ve yapmak zorundadır (Heinimann, 1998).

Tunay ve Melemez (2004) orman yolu inşaatı tamamlandıktan sonra, yol boyunca dolgu şevinin görünümü, taş ve benzeri materyalin yol aşağısına yuvarlanması ile oluşan yığıntı sonucu görsel bozukluk oluştuğunu belirtmişlerdir.

Ülkemizde orman yolları yapımında çoğunlukla dozerlerden yararlanılmaktadır. Yol inşaatının bulunduğu araziye yamaç eğiminin belli sınırlar dahilinde olması koşulunda dozerler verimli ve düşük maliyetlerde çalışabilmektedir. Öte yandan, yamaç eğiminin artması ve dolayısıyla dolgu sevi topuğunda, kazılan malzemenin tutulmasının zorlaşması nedeniyle dozerle inşaat tekniği çevresel zararlara yol açmaktadır (Acar ve Eker, 2003).

Öztürk ve Ayberk (2005), Doğu Karadeniz Bölgesindeki gibi çok eğimli araziye sahip ormanlarda yapılan yollarda kazı malzemesinin çok çıkması, bu malzemenin dolguda kullanılmayan kısmının ise yol dışına atılması nedeni ile meşcerede büyük zararlar meydana geldiğini belirtmişlerdir. Yamaç aşağı atılan materyaller, özellikle taş ve kayalar yol altındaki ağaçlara ve fidanlara çarparak onları yaralamakta, ince çaplı materyali kırabilmekte ve fidanların üstünü kapatarak ölümlerine neden olabilmektedir.

Bunların dışında en önemli zararlarından biri de zarar görmüş ağaçların sekonder zararlı olan kabuk böceklerinin üremesine zemin hazırlamasıdır. Burada başlayan zararlar tüm meşcerelerde epidemi oluşturma riskini arttırmaktadır (Öztürk, T. ve Ayberk, H., 2005).

Böcek saldırıları genellikle yaralı ağaçların olduğu alanlarda meydana gelir ve yaralardan kaynaklanan düşük reçine basıncıyla doğru orantılıdır. Yaralı ve çatallaşmış ağaçlar ormanda böcek zararını artırıcı etki yapar (Fielding ve Evans, 1997; Lempérière, 1994).

Gümüş ve Acar (2005), Trabzon – Maçka Orman İşletme Müdürlüğü'ne bağlı Çatak Orman İşletme Şefliği'nde yaptıkları araştırmada, alandaki mevcut yolların % 32,32'sinin maksimum düzeyde çevre tahribatının oluşacağı alanlardan geçtiğini belirlemiştir. Geliştirdikleri ÇED (Çevre Etki Değerlendirme) katmanı dikkate alınarak yapılan yeni yaklaşım sonucu yolların sadece % 9,76'sının olumsuz çevresel etkilerin en yüksek olduğu alanlarda planlaması gerçekleştirilmiştir (Gümüş ve Acar 2005).

Bu çalışmanın kapsamı; yol inşaat çalışması ile meydana gelecek alansal tahribat ve tahribatın etki mesafesini belirleyerek, inşaat etki alanındaki ağaçların zarar durumlarının belirlenmesidir.

Çalışmada belirlenen amaçları maddeler halinde inceleyecek olursak;

- 1- Orman yolu inşaat alanı ve etki alanının belirlemek,
- 2- Orman yolu yapımından kaynaklanan ağaç zararlarını incelemek ve meşcereyi örten dolgu alanını tespit etmek,
- 3- Ağaç zararlarını doğrudan etkileyen ağaçların yola göre konumunu Uçangöz ile doğrulamak,
- 4- Uçangözün inşaat etki alanın ve dolgu alanın belirmesinde kullanılma kabiliyetini incelemek,
- 5- Orman yolu yapılmadan önce çevre zararlarını önleyici tedbirlerin alınmasına ilişkin önerilerde bulunmaktır.

1.1. ÜLKEMİZDE ORMAN YOLU PLANLAMASI VE ORMAN YOLU İNŞAATININ ÖNEMİ

Orman Yolları Planlaması, Yapımı ve Bakımına Ait 292 Sayılı Tebliğde; orman yol ağı planlarının amaç ve kapsamı, "bir orman topluluğunun entansif olarak işletilmesi için ekim, dikim, bakım, hastalık ve zararlılarla mücadele, yangınlardan koruma veya söndürme gibi çeşitli ormancılık hizmetlerinin zamanında, usul ve tekniğine uygun olarak yapılabilmesi amacıyla ormandaki tüm meşcerelerde ulaşımı sağlamak", tarifi ise, "bir orman topluluğundan elde edilecek her çeşit hâsılatı amaca uygun bir şekilde ve sürekli olarak taşımaya ve çeşitli ormancılık hizmetlerini yapmaya elverişli vadi yolları, yamaç yolları, sürütme şeritleri ve irtibat yolları gibi birbirine bağlı birçok ana ve tali yolların genel projelerini oluşturmak" şeklinde ifade edilmektedir (OGM, 2008).

Orman Yolları, bir yılda üzerinden taşınacak emval miktarı, yapılış amaçları, trafik yoğunluğu, seyir halindeki araçların büyüklüğü ve tonajları dikkate alınarak üç ana gruba ayrılmıştır. Bunlar ana orman yolları, tali orman yolları (A tipi tali orman yolu ve B tipi tali orman yolu) ve traktör yollarıdır. Bu yolların geometrik standartları Çizelge 1.1'de verilmiştir (OGM, 2008).

Çizelge 1.1. Orman yolları geometrik standartları.

Yolun Tipi	Birimi	Ana Orman Yolu	Tali Orman Yolu				Traktör Yolu
			A - Tipi	B - Tipi			
				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)	3+(2x0,6)	-

Ana orman yolu platform genişliği 7 m ve hendek genişliği 1 m olup toplam genişliği 8 m olan ana dereleri takip eden yollardır. Bu genişlikte yol yapılabilmesi için o yol üzerinde bir yılda taşınacak emval miktarının 50 000 m³'ten fazla olması ve OGM'den

$$Yol\ Yoğunluğu = \frac{toplam\ yol\ uzunluğu\ (m)}{orman\ alanı\ (ha)} \quad (1.1)$$

Dağlık arazide ekonomik nedenler, verimlilik, erozyon gibi olgulardan dolayı yol yoğunluğunun 20 m/ha olması önerilir. Yol ağı planlaması yapılırken kısa ve orta mesafeli orman hava hatlarının da düşünülüp kullanım yerlerinin planlanması gerekir. Böylece ekonomik ve ekolojik yönden zararların azaltılması sağlanmış olur. (Anonim, 1998). OGM tarafından günümüze kadar yaklaşık 175.000 km orman yolu yapımı gerçekleştirilmiştir. Bu yolların büyük bir bölümünü B Tipi orman yolları oluşturmaktadır. Yapılan değerlendirmeler sonucunda ülkemiz ormanlarının teknik ve ekonomik olarak çok amaçlı yönetilmesi ve işletilebilmesi için 201810 km orman yoluna ihtiyaç olduğu belirlenmiştir. OGM tarafından yıllık 1000 km yeni orman yolu yapımı hedefi oluşturulmuştur. Buna göre daha uzun bir süre daha orman yolu yapımı söz konusu olmaktadır (OGM, 2015).

Hedeflenen orman yolu miktarına ulaşıldığında 20 m/ha olan yol yoğunluğuna da ulaşılmış olunacaktır. Avrupa ülkelerindeki ortalama yol yoğunluğu olan 30 m/ha ve yüksek yol standartları dikkate alınır, yapılması gereken daha çok orman yolu olduğu ortaya çıkmaktadır. Orman yolları birçok amaca hizmet etmesinin yanında, orman ekosistemi üzerine verdiği olumsuz etkisi ve alansal tahribatları nedeni ile dikkatle planlanması gereken yapılardır (Arıçak ve Acar 2008).

Ülkemizde modern ormancılığın tatbiki, ormanların korunması, orman ürünlerinin ekonomik değer kazanması her şeyden önce iyi bir orman yol şebekesinin mevcut olmasına bağlıdır. Orman yol şebekesinin düzenli ve kapsamlı olması halinde, başta koruma olmak üzere ormana yapılacak her türlü bilimsel ve teknik müdahale ile yıllık cari artım üzerinde etkili olmak ve her türlü orman ürünlerinin orman dışına taşınarak kıymetlendirilmesini sağlamak mümkün olmaktadır. Ayrıca orman içi ağaçlandırmaların yapılması, orman yangınlarında yangın mahalline yetişerek gerekli hizmetlerin görülmesi, orman yol şebekesinin orman içine dağılışı ve şebekedeki yolların zamanında inşa edilmesine bağlı bulunmaktadır (Erdaş, 1997).

Ülkemizde ormancılık çalışmaları ülkenin değişik yörelerinde ve dağlık durumdaki 22,3 milyon ha (OGM, 2015) civarında orman alanı üzerinde yürütülmektedir. Bu kadar geniş ve dağlık, hatta çoğunlukla dağlık arazi üzerinde çalışmak bu alanların iyi bir yol ağına sahip olması ile mümkündür (Tunay vd., 2001).

Tavşanoğlu'na (1974) göre, ormancılık ve orman işletmesi sürekli olarak bütün meşcerelere girmeyi sağlayan ve yerli yerine yerleştirilmiş bir yol şebekesi ile mümkündür. Bakım çalışmalarının yapılması, hastalıklarla ve böceklerle savaş, yangınlarla mücadele gibi işlerin yapılması için işçilerle birlikte gerekli makine ve aletlerin her zaman ormanın her yerine taşınması planlanarak yapılmış bir yol ağıyla mümkün olabilir. Orman yolları modern orman işletmeciliğinin vazgeçilmez alt yapı yatırımlarıdır. Bu yatırımlar için her yıl büyük miktarda para harcanmaktadır. Orman yollarının görevleri şunlardır (Erdaş, 1997) ;

- Orman ürünlerinin ekonomik olarak taşınması,
- Orman içindeki ekim, dikim, doğal gençleştirme gibi silvikültürel etkinliklerin zamanında gerçekleştirilebilmesi için ulaşım sorununun çözümü.
- Ormanın sürekli ve kontrollü biçimde korunması için ormana gerekli malzeme ve personelin taşınması
- Orman yangınları ve böceklerle mücadele için ulaşım sorununun çözümü
- Orman işçilerinin denetimi için orman içine ulaşımın gerçekleştirilmesi
- Dağınık orman köyleri arasındaki ulaşım sorununun çözümü
- Yurt savunmasına yönelik hizmette bulunması

1.2. ORMAN YOLU İNŞAATININ ÇEVRESEL ETKİLERİ

Bir orman yolunun gelişim aşamaları, planlama, yol inşa etme, bakım yapma, işletme ve görevi tamamlamadan oluşur. Orman yolu inşaatı, yolun bulunduğu havzadaki ekosistemi etkilediğinden, yolun yakınındaki ekosistemde değişikliklere neden olur. Bunlar mekanik, coğrafi, hidrolojik ve biyotik değişikliklerdir (Demir, 2007).

Yollar, ekosistem fonksiyonlarının dinamikleri ve ekosistem içindeki tür kompozisyonlarının dahil olduğu ekosistem bileşenleri üzerinde olumsuz etkiler yapar. Yol ağı, ekosistemler üzerinde gürültüden hidrolojiye ve fragmentasyondan araçların gaz salınımına (emisyon) kadar 20'den fazla ekolojik etkiye sahiptir (Forman ve Deblinger, 2000). Yollar; akarsular, yer altı sularının akışları, yaban hayatı koridorları boyunca hayvan hareketliliği, toprak, kar ve rüzgârla tohum akışı, ekosistemler arasındaki insan hareketliliği ve insan, mal ve eşya taşıyan araç hareketliliği şeklinde sıralanabilecek doğal akışları ve ekolojik süreçleri kesintiye uğratabilir (Eker ve Ark. 2010).

Orman yol ağlarının planlanması sırasında yanlış güzergâh seçimi, yapım sırasında ve sonrasındaki orman alanında arazi ve dikili ağaçlarda meydana gelen kayıpları artırmakta, böylece meşcerede zararlı böceklerle davetiye çıkarmaktadır. Böcek saldırıları genellikle yaralı ağaçların olduğu alanlarda meydana gelir ve yaralardan kaynaklanan düşük reçine basıncıyla saldırılar doğru orantılıdır. Yaralı ve çatallaşmış ağaçlar ormanda böcek zararını artırıcı etki yapar (Fielding ve Evans, 1997; Lempérière, 1994). Özcan ve diğerleri (2006) yaptıkları araştırmada *D. micans*'ın zarar verdiği 195 ağaçtan 86 adetinin (% 39,6) yaralı olduğu ve çalışma alanındaki tüm yaralı ladinlerin % 88'inin böcek zararına uğradığını tespit etmişlerdir. Ayrıca özellikle ibreli meşcerelerde dolgu altında kalan ağaç gövdeleri zamanla yaşamını kaybetmektedir (Ürgenç, 1998).

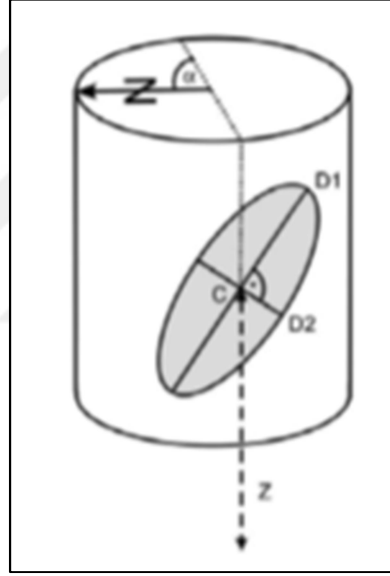
Diğer çevresel zararlar genel olarak; yamaçlarda heyelanlara, yer altı sularının akış yönlerinin değiştirmeye, rüzgâr koridorları oluşturarak kırılma ve devrilmelere, yüzeysel akış ve erozyonu oluşumuna, yaban hayatının yaşam alanlarının bozulmasına, yerleşim yerleri ve tarım alanlarının sel baskınlarına uğramasına neden olabilmektedir (Anonim, 2007-a).

Orman yolu yapımı sırasında doğru ve özenle seçilmeyen bir orman yolu güzergahında 1 km yeni yol yapılması ile ortalama 0.6 – 1.0 ha ormanlık alan direk açıldığı, meşçere yaşına göre 400- 3500 ağaç kesildiği belirtilmektedir (Anonim, 2007-a). Yanlış planlanan orman yolları yanında, yol yapım çalışmalarında sadece dozerle yol boyunca yapılan tesviye nedeniyle yolların aşağısında kalan orman alanlarında büyük zararlar meydana geldiğini belirtmektedir. Gerek arazi kaybına gerekse yol altındaki orman örtüsünün zarar görmesine neden olan bu uygulama dağlık arazide daha fazla kendini göstermektedir (Bayoğlu 1989). Orman yolu yapımı süresince, makine gürültüsü, egzoz gazı ve kaya kazısı yöntemlerinden kaya patlatmanın oluşturduğu çevresel problemlerden “taş savrulması” orman ağaçları üzerinde oldukça zararlı olmakta ve yaban hayatını olumsuz yönde etkilemektedir (Acar ve ark. 2005).

Orman yolu inşaatından sonra genel olarak ağaçlarda meydana gelen zararlar; kabuk zararı, dolgu materyali altında kalma, gövde zararı, devrilme, yatma, tepe kırılması, tepe kopması ve dal kırılması zararları oluşmaktadır.

1.3. AĞAÇ ZARARLARI VE ORMAN YOLU İNŞAATI ARASINDAKİ İLİŞKİLER

Yuvarlanan taş ve kayalar çarptıkları ağaçların kabuklarını yaralama, gövdeye zarar verme, ağaçları kökünden sökme ve ağacın tepesinin kırılması gibi hasarlara yol açabilirler (Berger ve ark., 2002; Le Hir ve ark., 2004; Dorren ve ark., 2005; Perret ve ark., 2004; Aydın ve ark., 2012). Bu durum genellikle yüksek bir kinetik enerjiye sahip yuvarlanan taş ve kayaların ağaca çarpması ve bu enerjisini kök sistemi dahil olmak üzere ağaca aktarmasıyla gerçekleşir. Eğer ağaç gövdesi kırılmaz veya parçalanmaz ve kök sistemi iyi, yani ağaç toprağa çok iyi tutunmuş ise bu durumda enerjinin önemli bir kısmı ağaç gövdesinden geçmek suretiyle (ağaç gövdesi spiralimsi bir hal alır) tepeye kadar varır ve tepeyi kırabilir (Dorren ve ark 2005; Aydın, 2007).



Şekil 1.2. Yaralanma parametrelerinin şematik gösterimleri (Perret et al. 2006).

Çizelge 1.2. Yaralanma parametrelerinin geometrik gösterimleri (Perret et al. 2006).

Yaralanma Parametreleri	Tanımı
Z	Yaralanma merkezinin zeminden yüksekliği
D	D1 maks. Yaralanma çapına dik D2 maks. Yaralanma çapının kesişmesiyle oluşan
α	Yaralanma merkezinin semt açısı

Çizelge 1.2 (devam). Yaralanma parametrelerinin geometrik gösterimleri (Perret et al. 2006).

Tip	Yaralanma geometrik şekli (daire, elips, dikdörtgen veya üçgen)
KY	Zarar gören ağacın dış kısmında bulunan, sert olmayan soyulabilen kısmı
DOY	Ağacın kabuğunun altındaki diri kısmında meydana gelen zarar
GB	Ağaçların gövdelerinde meydana gelen yamulma,

Not: Z= Yükseklik (cm); D= Çap (cm); α = Semt açısı (°); KY=Kabuk Yarası; DOY= Diri Odun Yarası; GB= Gövde Bozulması

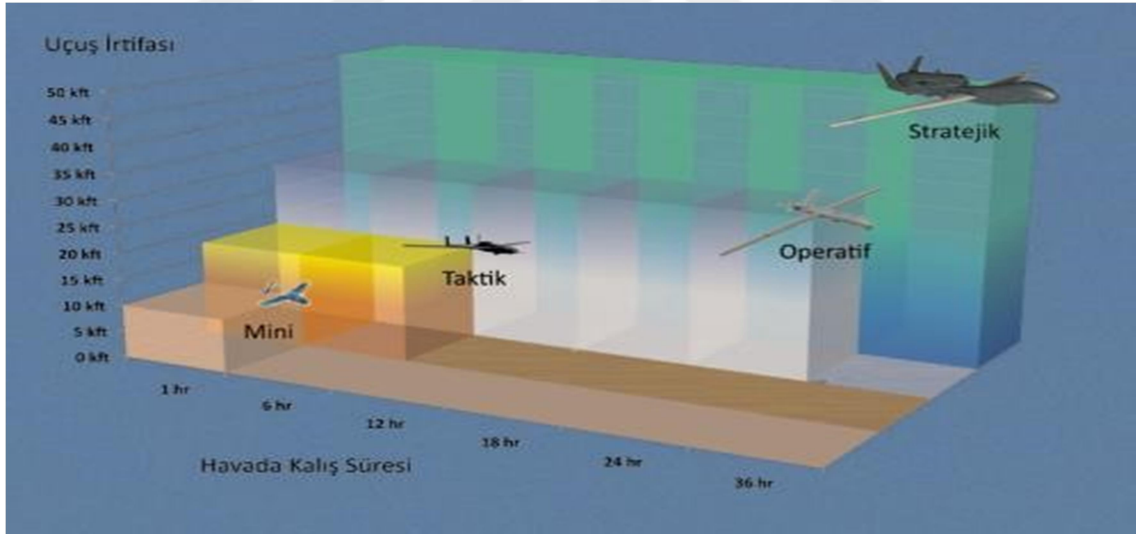
Yol inşaatı dolgu materyali taşınarak toprak seviyesinin yükselmesi durumunda, ağaç gövdesinin bir kısmı toprak altında kalır (Şekil 1.3). Bu ağacın diri diri gömülmesi anlamındadır. Derinde kalan köklerin kök solunumu güçleşir ve hassas türlerde ağaç kurumaya başlar ve ölür. Özellikle killi topraklarda bu zarar daha da kuvvetli olur. Ağaçlarda 30-60 cm'lik bir gömülme ağaçlara ciddi zarar verir. Kök boğazının üstünde 15 cm'ye kadar olan doldurular, birçok türde zararlı bir etki yapmaz. Gövdenin gömülmesi bazı türlerde bir problem oluşturmaz, toprak altında kalan kısımlardan yeni kökler oluşur. Örneğin, melez kavak, akçaağaç ve Avrupa ladininde yeni kökler oluşabilir. Ancak bazı türler gövdenin toprağa gömülmesine fazla hassasiyet gösterirler. Örneğin kayın, huş, atkestanesi, ceviz, meşe, laleağacı, kızılıçık, ve birçok daimi yeşil yapraklı türler bu sınıfa girmektedir (Ürgeç, 1998).



Şekil 1.3. Yol inşaatı sonrası dolgu materyali altında kalan bireyler.

1.4. UÇANGÖZ SİSTEMLERİ VE ORMANCILIKTA KULLANILMASI

Günümüzde pilotlu hava araçları veya uydular uzaktan algılama görüntülerinin elde edilmesinde kullanılan öncelikli platformlardır. Ancak bu uzaktan algılama sistemleri çeşitli dezavantajlara sahiptir. Uçangöz ise düşük maliyetli olmaları, hafif olmaları ve düşük uçuş hızlarında çalışabilmeleri yanı sıra yüksek irtifalarda çalışan uçak ve uydu sistemlerinin aksine aynı amaçla bulut ile kaplı alanlarda kullanılabilmesi gibi avantajlara sahiptirler (Xiang ve Tian 2011). Ayrıca pilotlu hava araçlarına göre daha güvenli olmaları ve uçuş yüksekliği ve zamanlama açısından sahip oldukları esneklik diğer üstünlükleridir. Yine yüksek çözünürlüklü görüntü (< 25 cm) elde edilmesine olanak sağlamaktadırlar (Watts ve diğ. 2012). Uçuş performansı açısından insansız hava araçları 100 m'den 30000 m'ye kadar geniş uçuş yüksekliklerinde ve 1 ila 48 saat kadar uçuş sürelerinde çalışabilmektedirler (Bendea ve diğ. 2008). Uçangöz, havada kalış süresi, ağırlık, yükseklik ve kullanım alanlarına bağlı olarak farklı sınıflandırmalara tabi tutulmakta ve mini, taktik, operatif ve stratejik olmak üzere 4 ana gruba ayrılmaktadır (Haser, 2010).



Şekil 1.4. Havada kalış bazlı Uçangöz sınıflandırması (Haser, 2010).

Sadece son yıllarda, Uçangöz tarihinde askeri uygulamaları çoğunlukta olduğundan, sivil uygulamaları keşfedilmeye başlanmıştır (Dunford ve diğ. 2009). Soğuk savaş dönemi boyunca kullanılan Uçangöz'lar keşif ve rehberlik yeteneklerinde meydana gelen gelişmeler, bilimsel çalışmalarda da benzer şekilde risk azaltılması için ve diğer avantajlarından yararlanmak amacıyla kullanılmasına neden olmuştur (Watts ve diğ. 2012). İnsansız hava sistemlerinin birçok bilimsel araştırma ve izleme için kayda değer

potansiyeye sahip olduğunun fark edilmesi, kamu sektöründe tipik olarak taşınabilir sensörler ve küçük sistemler ile sağlanan ekonomik avantajları kombine eden sistemlere talebi önemli oranda teşvik etmiştir (Watts ve diğ. 2012).

Uçangözün kullanıldığı alanlar tarım, gözetleme, yol bakımı, kayıt ve kültürel mirasların dokümantasyonu şeklinde sıralanabilir (Mitch ve Salah 2009). Uçangöz sistemlerini kullanarak doğal kaynaklarda uzaktan algılama uygulamaları son yıllarda önemli ölçüde büyümektedir. Kaliteli görüntü elde etme ile birlikte orman yangınlarının haritalanması (Ambrosia ve diğ. 2011, Hinkley ve Zajkowski 2011), kutup bölgesi deniz buzları ve atmosferik çalışmalar (Fladeland ve diğ. 2011), yayılıcı türlerin incelenmesi (Hardin ve diğ. 2007), otlak alan haritalama (Breckenridge ve Dakins 2011, Laliberte ve diğ. 2011, Laliberte ve Rango 2011), hidroloji ve riparian (dere kenarı vejetasyonu) uygulamaları (Lejot ve diğ. 2007, Dunford ve diğ. 2009, Hervouet ve diğ. 2011) ve doğru tarım (Hunt ve diğ. 2005, Hunt ve diğ. 2010, Zarco-Tejada ve diğ. 2009, Berni ve diğ. 2009), aktif heyelanların izlenmesi ve analizi (Niethammer ve diğ. 2009) gibi çalışmalarda kullanılmıştır.

Uçangöz sisteminin yol ile ilgili çalışmalarda sınırlı bir kullanımı söz konusudur. Yollar ile ilgili olarak yapılan ilk çalışma örneği (Zhang, 2008) tarafından toprak yol (orman yolu değildir) koşullarının değerlendirilmesi amacıyla yapılmıştır. Bu çalışmada Uçangöz ile yerden 50 m yükseklikten veri alımı gerçekleştirilmiştir. (Feng ve diğ., 2009) ise Uçangöz kullanarak gerçek zamanlı yol haritalama ve yol – araç bilgisi çıkarımı konusunda çalışma yapmışlardır. Dobson ve diğ., (2013) de, bir toprak (kaplamasız) yol sisteminin periyodik olarak etkin şekilde gözlenmesi gerektiğini vurgulayarak Uçangöz tabanlı bir yaklaşımla yol deformasyonlarının (yıkama, çatlama, çukurlukların oluşması ve yol platformunda oluşan kesit bozuklukları gibi) izlenmesine ilişkin bir çalışma yapmışlardır. Kim ve diğ., (2015) Uçangöz ile yol-araç trafiği izlenmesi üzerine çalışma gerçekleştirmişlerdir. Díaz-Vilariño ve diğ., (2016) ise çalışmalarında dağlık alandaki bir yolda (mountain road) (asfalt yol), Uçangöz tabanlı fotogrametrik veri kalitesinin yol yüzeyindeki akışları (runoff) tespit edilmesindeki etkilerini mobil LİDAR sistemi ile alınan veri ile karşılaştırarak değerlendirmişlerdir. Hrúza ve diğ., (2016) gerçekleştirdikleri çalışmada Uçangöz kullanılarak orman yollarında meydana gelen aşınma tabakalarının (wearing course) tespit edilmesi ve izlenmesi imkânlarını ortaya koymuşlardır. Uçangöz sistemlerinin orman yolları ile ilgili olarak kullanıldığı çalışmalar da oldukça sınırlıdır. Ülkemizde bu konuda Türk ve

ark. (2018) yapmış oldukları çalışmada, orman yollarında inşaat faaliyetlerinin çevresel etkilerinin belirlenmesinde Uçangöz kullanım olanağını değerlendirmişlerdir. Çalışmada optik sensörlerin, yoğun meşcerelerde yol yapımı nedeniyle dolgu alanın ve inşaat etki alanının haritalanmasında sınırlı yeteneklere sahip olduğu ifade edilmiştir. Bundan başka Buğday (2018) yapmış olduğu çalışmada; Uçangözün orman yolları yapım çalışmalarında kullanılabilme kabiliyetini incelemiştir. Çalışmada yolun kazı ve dolgu hacimleri bulunmuş, orman yolu inşaatında ve alternatif rotaları değerlendirme yüksek kaliteli ve yüksek çözünürlüklü verileri yakalamada Uçangözün oldukça avantajlı olacağı ifade edilmiştir.

Uçangöz'ler ile uçuş yüksekliğine bağlı olarak 2,4 cm'den 24 cm çözünürlüğe sahip hassas görüntüler elde edilebilmektedir. Ülkemiz ormanlık alanlarına ait Lidar verileri gibi daha hassas verilerin henüz elde edilememesi sebebiyle Uçangöz'ler ormancılık çalışmaları için yüksek hassasiyette çalışmalarda katkı sağlayacak önemli bir araçtır (Akgül, M. vd. 2016).

Ülkemiz ormancılığı açısından getireceği avantajlar aşağıda sıralanmıştır.

- Uydu görüntülerinden daha yüksek çözünürlüklere sahip olması nedeniyle fotogrametrik anlamda veri işleme konusunda önemli bir veri kaynağıdır.
- Uygun hava şartları ve hava trafiğine bağlı olarak anlık ve hızlı veri teminine imkan sağlaması açısından doğal afetler (sel, heyelan, devrik tespiti, çığ, orman yangını vb) sonrası envanter ve hasar tespit çalışmaları konusunda ormancılık açısından fayda sağlayacağı düşünülmektedir.
- Özellikle mini Uçangöz'ler, Lidar ve uydu görüntülerine nazaran düşük maliyetli, daha hızlı veri temini sağlaması ve kullanımı kolay olması açısından ormancılık açısından önemli bir veri toplama kaynağıdır.
- Literatür çalışmasında da sıralandığı üzere, genel ağaç morfolojik özelliklerinin (tepe çapı, ağaç boyu vb.) belirlenmesinde önem arz etmektedir.
- Orman yollarındaki deformasyon miktarını belirlemek, amenajan planları için kızılötesi fotoğraf alt alanları oluşturmak, küçük ve büyük ölçekli havza planlaması ve envanter çalışmaları için açık alanlarda verileri planlamak ve bunları önemli bir veri kaynağı olarak kullanmak ülkemiz ormancılığı için önemli bir veri kaynağıdır (Akgül, M. vd. 2016).

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. MATERYAL

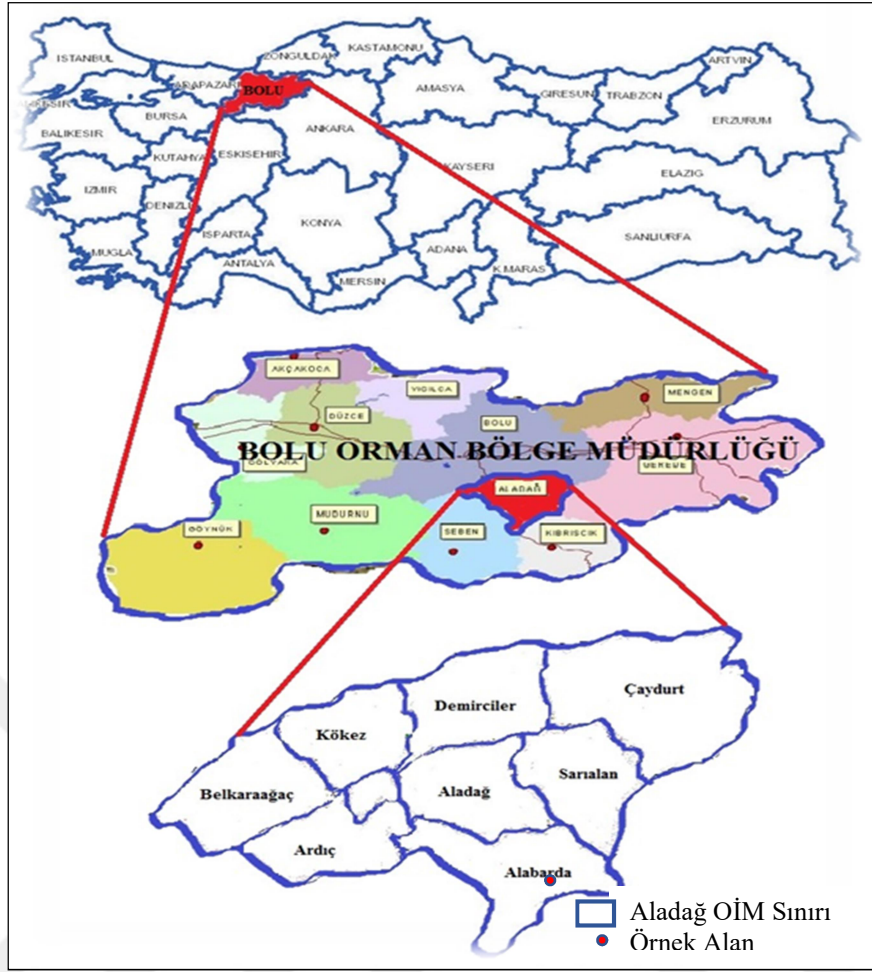
2.1.1. Araştırma Alanı

2.1.1.1. Yeri (Mevkii)

Çalışma alanı için seçilen Alabarda Orman İşletme Şefliği, Batı Karadeniz Bölgesi'nde, Bolu ili, Karacasu Beldesi sınırları içerisinde yer almaktadır. Orman idaresi bakımından ise Bolu Orman Bölge Müdürlüğü, Aladağ Orman İşletme Müdürlüğü sınırları içerisinde bulunmaktadır (Şekil 2.1). Coğrafi koordinat olarak; 31° 36' 48" - 31° 51' 09" doğu boylamları ile 40° 28' 41" - 40° 35' 49" Kuzey enlemleri arasında kalmaktadır. Alabarda Orman İşletme Şefliği ormanları en yakın tüketim merkezleri olan Bolu'ya 50 km, Ankara'ya 240 km, İstanbul'a 310 km uzaklıktadır (Anonim, 2019). Alabarda Orman İşletme Şefliği sınırları içerisinde yer alan 5+000 km uzunluğundaki 194 Kod nolu orman yolunun 700 metrelik kısmı ve çevresi çalışma alanı olarak seçilmiştir.

2.1.1.2. Çalışma Alanı Orman Varlığı ve Yol Ağı Durumu

Alabarda OİŞ'de toplam alan 10922,50 ha olup, 9104,70 ha'ı ormanlık alan, 1.817,80 ha'ı ise ormansız alandır. Ormanlık alanın 8.650,40 ha'ı normal orman, 454,30 ha'ı ise bozuk ormandan oluşmaktadır (Anonim, 2019). Alabarda OİŞ'de aktif kullanımda olan orman yol uzunluğu 77,6 km'dir. İnşa edilmesi planlanan yol uzunluğu 2,4 km'dir (Çizelge 2.1). Aktif kullanımda olan orman yollarının hektardaki yoğunluğu 8,52 m/ha'dır. Şefliğe ait orman yol aralığının ise 1174 m olduğu görülmektedir. Şeflikte mevcut yollar dozer ve ekskavatörle yapılmıştır. Çalışmaya konu 194 kodlu yolun 700 m'lik kısmı ekskavatörle inşa edilmiştir.



Şekil 2.1. Alabarda orman işletme şefliğinin konumu.

Çizelge 2.1. Alabarda OİŞ yol ağı durumu.

Sıra No	Kod No	Tüm Tülü (km)	Mevcut (km)	İnşa Edilecek (km)
1	191	13+400	13+400	-
2	192	7+000	7+000	-
3	193	4+600	4+600	-
4	194	5+000	5+000	-
5	195	7+000	7+000	-
6	196	2+200	1+900	0+300
7	197	1+800	1+800	-
8	198	3+600	2+200	1+400
9	199	3+100	3+100	-
10	200	3+200	3+200	-
11	201	3+500	3+500	-
12	202	5+600	5+600	-
13	203	5+800	5+800	-
14	204	7+600	6+900	0+700
15	205	3+400	3+400	-
16	206	3+200	3+200	-
Toplam	-	80	77,6	2,4

2.1.1.3. Jeolojik Yapı

Türkiye, Alpin sisteminin kuzey ve güneyden etkisi altında olduğu için Hersiniyen Orojenize ait izler, genel olarak bozulmuştur. Kuzeydeki kol, tektonik bakımdan tali bölümlere ayrılmaktadır. Kuzey Anadolu'da doğu-batı doğrultusunda uzanan devamlı bir çöküntü alanı yer alır.

İşletme Şefliğinin yerleşim ve tarım arazilerinin bulunduğu kısımdan orman sınırına kadar olan kısım kuaterner döneminin halosen (yeni alüvyon) bölümünde, orman sınırının başlayıp Gölcük Göleti'nin bulunduğu rakıma kadar çıkan ve bu rakımdaki eş yükselti eğrisine hemen hemen paralel olarak batıya seyreden kısım arasında kalan bölüm mezozoik zamanın üst kratesa (filişler) döneminde, bu hattın güneyinde kalan kısmı ise volkanik tüf, aglomera ve breşlerden oluşmuştur. Türkiye'nin jeoloji-litoloji haritasında işletme şefliğinin bulunduğu alanın genel olarak kalkere ve volkanik tortullardan oluştuğu görülmektedir.

Toprakların Oluştugu Ana Taşlar: Plan ünitesinin bulunduğu Aladağ Kütlesi esas itibari ile bir andezit masifidir. Kütlelerin eteklerinde üst kretase filişine ait kireç taşı tabakaları bulunmaktadır. Andezit masifi aşağıdan yukarıya kadar (800-1634 m) devamlılık göstermektedir. Andezit taşlarında yapılan mikroskopik teşhislerin sonucuna göre andezitler bazalit'tir. Porpirik yapıya sahiptirler. İri ve ince kristaller camdan meydana gelen hamur içinde bulunmaktadırlar, Plajyoklaslarda Labrador ve Andezitce zengindir. Ayrıca taşlarda piroksen, rombik piroksen mineralleri ile opak mineraller, taşlar yer yer ileri derecede alterasyona uğramışlardır. Porpirik dokudan dolayı taşlardaki minerallerin sayımı mümkün olmamaktadır. Bu mineraller toprakların oluştuğu ana taşların kalsiyum, sodyum ve magnezyumca daha zengin potasyum bakımından daha fakir olabileceklerini göstermektedir (Anonim, 2019).

2.1.1.4. İklim

Bölgenin ortalama yıllık sıcaklığı 11,03 °C, maksimum sıcaklık ortalaması 29,3 °C ve minimum sıcaklık ortalaması -2,1 °C'dir. Ortalama yıllık yağış 481,6 mm'dir. Plan ünitesi alanında genel olarak yazları Batı Karadeniz iklim özellikleri egemendir. Yazlar serin ve az yağışlı, kışlar ise soğuk, sert ve kar yağışlıdır. Bolu iklim bakımından ağırlıklı olarak Karadeniz Bölgesi iklimi etkisinde kalmakla birlikte, coğrafi konumu nedeni ile diğer komşu bölgelerin iklim özelliklerinden de etkilenmektedir. Topoğrafyanın farklılık göstermesi, denizden uzaklık ve yüksekliğin etkisiyle il

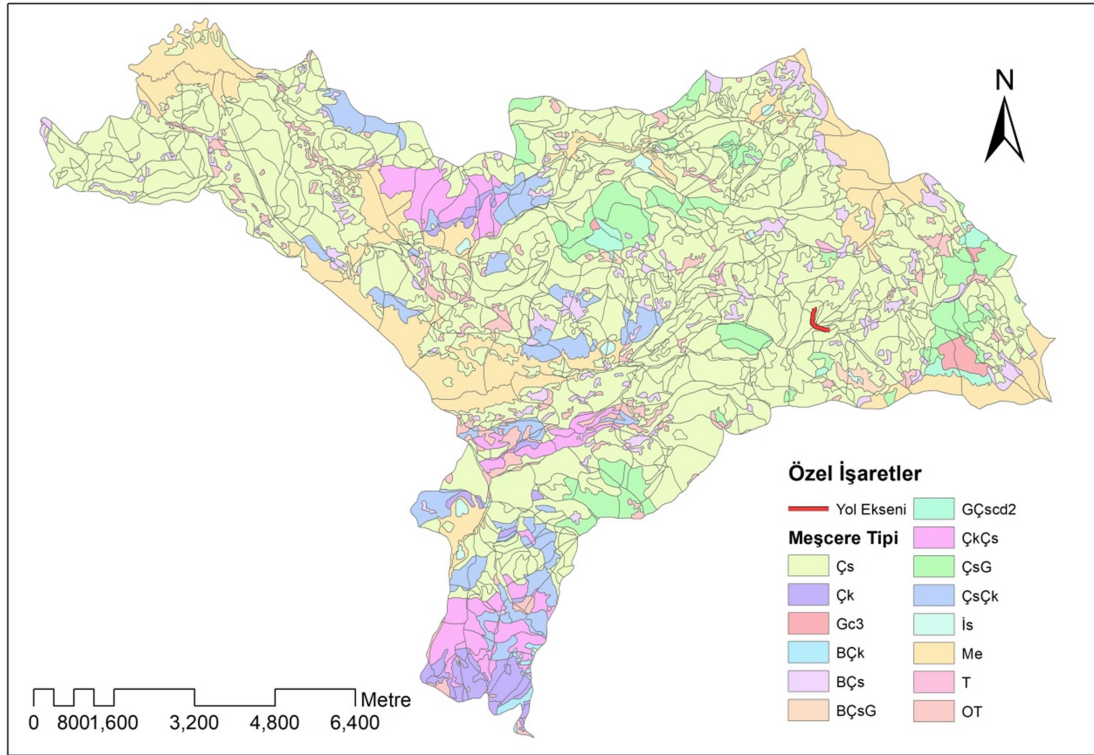
bütününde değişik iklim türlerine ve mikroklima alanlarına rastlanmaktadır (Anonim, 2019).

2.1.1.5. Bitki Örtüsü

Meşcerelerin dağılışında, dağların uzanış yönü, yükseklik ve bakı gibi unsurlara bağlı olarak farklılıklar görülmektedir. Kuzeye bakan yamaçlar daha fazla yağış ve daha az radyasyon aldıklarından genellikle nemli ortam, güneye bakan yamaçlar ise daha fazla radyasyon aldığından dolayı kurak ve yarı nemli ortam şartları göstermektedir. Plan ünitesi ormanları, genel olarak ibrelili ormanlardır (Şekil 2.2). Bölgenin ağaç, ağaççık, çalı ve otsu bitkilerden oluşan vejetasyon türleri; Karaçam (*Pinus nigra*), Sarıçam (*Pinus sylvestris*), Uludağ Göknaarı (*Abies nordmanniana subsp. bornmülleriana Mattf*), Katran Ardıcı (*Juniperus oxycedrus*), Doğu Kayını (*Fagus orientalis*) vb. ağaç türlerinden, Kızılcık (*Cornus mas*), Böğürtlen (*Rubus sp.*), Akçakesme (*Phillyrea latifolia*), Funda (*Calluna vulgaris*) vb. ağaççık ve çalılardan oluşmaktadır (Anonim, 2019). Çalışma sarıçam meşceresinde yapıldığından sarıçamın doğal yayılışı ve genel özellikleriyle ilgili bilgi aşağıda verilmiştir.

Sarıçamın Doğal Yayılışı ve Özellikleri: Sarıçam ağaç türü, dünyadaki diğer çam türleri içerisinde en geniş coğrafi yayılışa sahiptir. Avrupa ve Asya'da çok geniş bir doğal yayılış alanına sahiptir. Kuzey sınırı İskoçya, Norveç, İsveç ve Finlandiya'nın kuzeyinden, Sibiryaya steplerinde iğne yapraklıların orman sınırını teşkil eder. Güney sınırı ise İspanya'da Pirene Dağları'nın yüksek kesimlerinde, Alpler'de, Karpatlar'da, serpilmiş durumda Bulgaristan'da, Anadolu'da, Kırım ve Kafkaslar'da bulunmaktadır (Alemdağ, 1967; Anonim, 1994). Sarıçamın dünyada en güney yayılışı ülkemizde Kayseri-Pınarbaşı mıntikasındadır (Demirci, 2006). Ülkemizde sarıçamın alanı toplam 1.241.083 ha alanda yayılış göstermekte ve bu geniş yayılış alanı ile sarıçam ülkemiz ormanlarının yaklaşık olarak %6'lık kısmını oluşturmaktadır. Bundan dolayı sarıçam bu özellik bakımından ülkemiz ormanlarını oluşturan ağaç türleri arasında üçüncü sırada bulunmaktadır (OGM, 2009). Sarıçam yetiştirme ortamlarına göre 20-45 metre boylarında narin gövdeli, sivri tepeli ve ince dallı ya da dolgun ve düzgün gövdeli, yayvan tepeli ve kalın dallı bir ağaç türüdür (Alemdağ, 1967; Anşin, 2001; Tosun, 1994). Sarıçam kabuğu genç bireylerde ve yaşlı ağaçların üst kesimlerinde tilki sarısı, kirli sarımsı kırmızı ya da kırmızımsı kahverengi bir renktedir. İğne yaprakların boyları yetiştirme yerlerine göre 3-8 cm'dir (Anşin, 2001). Olgun kozalak 2,5-7 cm. uzunluğunda ve asimetriktir. Işık gören tarafı daha fazla gelişmiş ve apofizler çıkıntılıdır (Tosun,1994).

Kozalaklar, çiçek evresinde pembe, sonra yeşilimsi, olgun evrede ise mat koyu sarı olan sapsızdır ve aşağıya sarkarlar (Anşin, 2001).



Şekil 2.2. Alabarda Orman İşletme Şefliği meşcere tipleri ve örnek alan haritası.

2.1.2. Kullanılan Yazılım ve Donanımlar

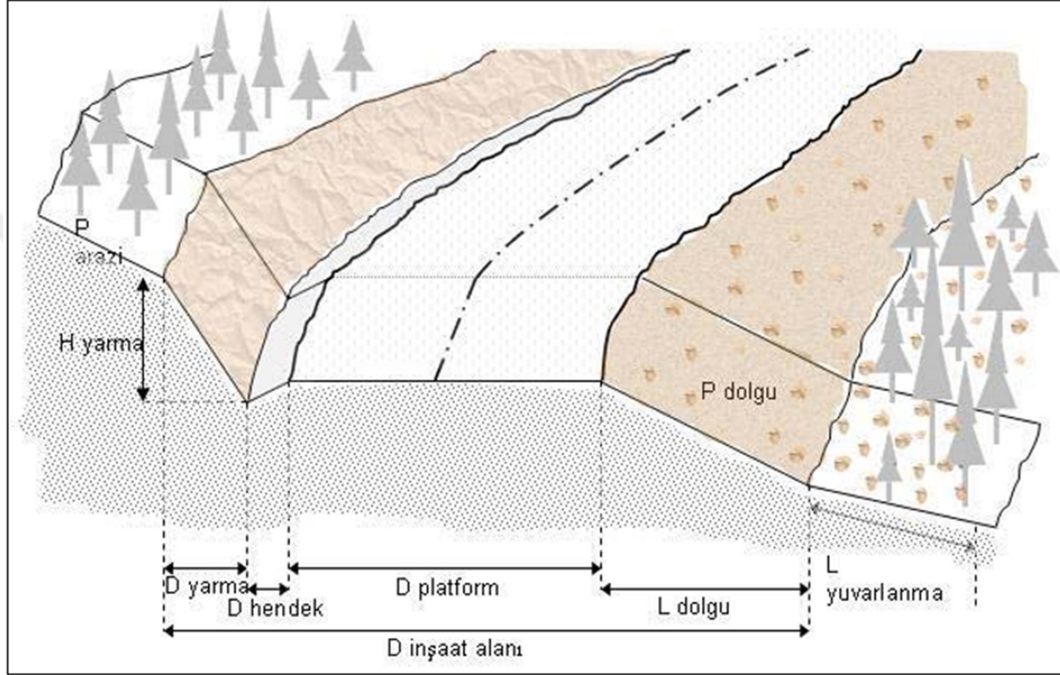
Araştırmada arazi çalışmaları sırasında mevcut verilerin toplanması için DGPS alıcısı, verilerin depolanması ve değerlendirilmesi için dizüstü bilgisayar, arazi çalışmaları sırasında gerekli görülen noktalarda fotoğraf çekimi için dijital fotoğraf makinesi kullanılmıştır. Orman yolunun genişlik ve eğim ölçümleri için sırasıyla 20 m ile 50 m uzunluğundaki çelik şerit metreler ve klizimetre kullanılmıştır.

Çalışma, Agisoft görüntü işleme yazılımının ilgili modülleri ve ArcMap 10.3 yazılımı kullanılarak yapılmıştır. Araştırmada alana ait standart topografik haritaların ve amenajman planı meşcere haritasının sayısallaştırılmasında, coğrafi veri tabanının oluşturulmasında, bu veri tabanı kullanılarak çeşitli sorgulamaların yapılmasında ArcMap 10.3 coğrafi bilgi sistemi yazılımı kullanılmıştır. Ayrıca ağaçların, yol eksenine olan uzunluklarının ve konum semt açılarının belirlenmesinde Netcad 5.2 yazılımı kullanılmıştır.

2.2. YÖNTEM

2.2.1. Yolun Geometrik Özelliklerinin Belirlenmesi

Aladağ Orman İşletme Müdürlüğü, Alabarda Orman İşletme Şefliği sınırları içerisinde bulunan 194 Kod nolu yolun 700 m'lik kısmının inşaatı tamamlandıktan sonra Şekil 2.3'te gösterilen tüm ölçümler yol enkesiti üzerinde 20 m aralıklarla bir yapılmış ve alınan bu veriler önceden hazırlanan arazi karnesine kaydedilmiştir (Arıcak, 2008).



Şekil 2.3. Arazide yol enkesiti üzerinde yapılan ölçümler.

Yol enkesiti üzerinde yapılan ölçümler;

- Genel arazi eğimi (P arazi) (%),
- Yarma şevinin yüksekliği (H Yarma) (m),
- Yarma şevinin genişliği (D yarma) (m),
- Hendek genişliği (D hendek) (m),
- Yol platformunun genişliği (D Platform) (m),
- Dolgu şevinin uzunluğu (L dolgu) (m),
- Dolgu şevinin eğimi (P dolgu) (%),
- İnşaat alanının genişliği (D inşaat) (m),
- Dolgu materyalinin yuvarlanma mesafesi (L yuvarlanma) (m)'dir.

Çizelge 2.2. Orman yolu arazi karnesi.

Nokta No				
UTM Koordinat No				
Başlangıç Noktasına Uzaklık (m)				
Yükselti (m)				
Bakı				
Zemin Tipi				
Yapım Aracı				
Yamaç Eğimi (%)				
Kazı Yüksekliği (m)				
Kazı Eğimi (%)				
Kazı Şev Genişliği (m)				
Hendek Genişliği (m)				
Yol platform genişliği (m)				
Dolgu Eğimi (%)				
Dolgu Şevi Uzunluğu (m)				
Etki Sınırını Oluşturan Taşların Koordinatları				
Patlatma var mı?				
Yol Boyuna Eğimi (%)				

Her 20 metrede 194 kod nolu yolun 700 m'lik kısmının başlangıç noktasından bitiş noktasına kadar ölçümler yapılmıştır. (Şekil 2.4). Her ölçüm noktasından yolun başlangıç noktasına olan uzaklık kaydedilmiştir. Ölçülen ve tespit edilen özellikler tabloda işlenirken her bir noktanın koordinatları DGPS alıcısına ayrı olarak kaydedilmiştir. DGPS alıcısı ".dxf biçiminde kaydedilen noktaların koordinatları" ArcMap ve Nedcad yazılımlarına aktarılmıştır.



a)

b)

Şekil 2.4. Yolun geometrik en kesit özelliklerine ilişkin ölçümler.



c)

d)

Şekil 2.4 (devam). Yolun geometrik en kesit özelliklerine ilişkin ölçümler.

2.2.2. Orman Yolu İnşaat Ekti Alanına Giren Ağaçların Konumlarının ve Özelliklerinin Belirlenmesi

2.2.2.1. Uçangöz ile Sayısal Görüntülerin alınması

Fotogrametri objelerin amaca uygun şekilde fotoğraflarının alınması ve bu fotoğraflar aracılığıyla o objeye ait arzu edilen bilginin elde edilmesiyle uğraşan uygulamalı bir bilim olarak tanımlanmaktadır. SfM algoritması, sayısal fotogrametride bir görüntü dizisinin analiz edilmesiyle bağlantı noktalarının 3B konumları yanında kamera yönelmelerinin otomatik çıkarılmasında kullanılmaktadır. Bilgisayarla görmede (computer vision) önemli bir tema olup hem teoride hem de uygulamada son 20 yılda büyük ilerleme göstermiştir (Wang ve Wu, 2011). SfM, pek çok farklı konumdan alınmış bindirmeli 2B görüntülerden 3B modeller oluşturulmasında kullanılan fotogrametrik bir yöntemdir. SfM hava veya yersel LIDAR ile üretilene benzer şekilde yoğun nokta bulutu verisi üretmektedir. SfM’de temel problem farklı açılardan alınan çok sayıdaki görüntüdeki eşleşen özelliklerin (features) belirlenmesidir. Bu problemin çözümündeki ilk işlem adımı her bir görüntüdeki özelliklerin “Scale Invariant Feature Transform (SIFT)” algoritması ile belirlenmesidir (Snavely 2008). Tanımlanan özellikler “keypoints” olarak adlandırılmaktadır. Tanımlanan keypoints sayısı öncelikle kullanılan görüntüleri tekstür ve çözünürlüğüne bağlı olmaktadır. Görüntü setinin yoğunluğu, keskinliği ve çözünürlüğü ile doğal tekstürü çıktı nokta bulutu kalitesini önemli ölçüde etkilemektedir (Westoby ve diğ. 2012). Aynı şekilde kamera ve ilgili obje arasındaki mesafenin azalmasıyla görüntünün çözünürlüğü artacak ve final nokta bulutu çözünürlüğü ve konumsal yoğunluğu zenginleşecektir. Bu kapsamda oldukça değişik sensörler kullanılabilir. Görüntüdeki özelliklerin (keypoints)

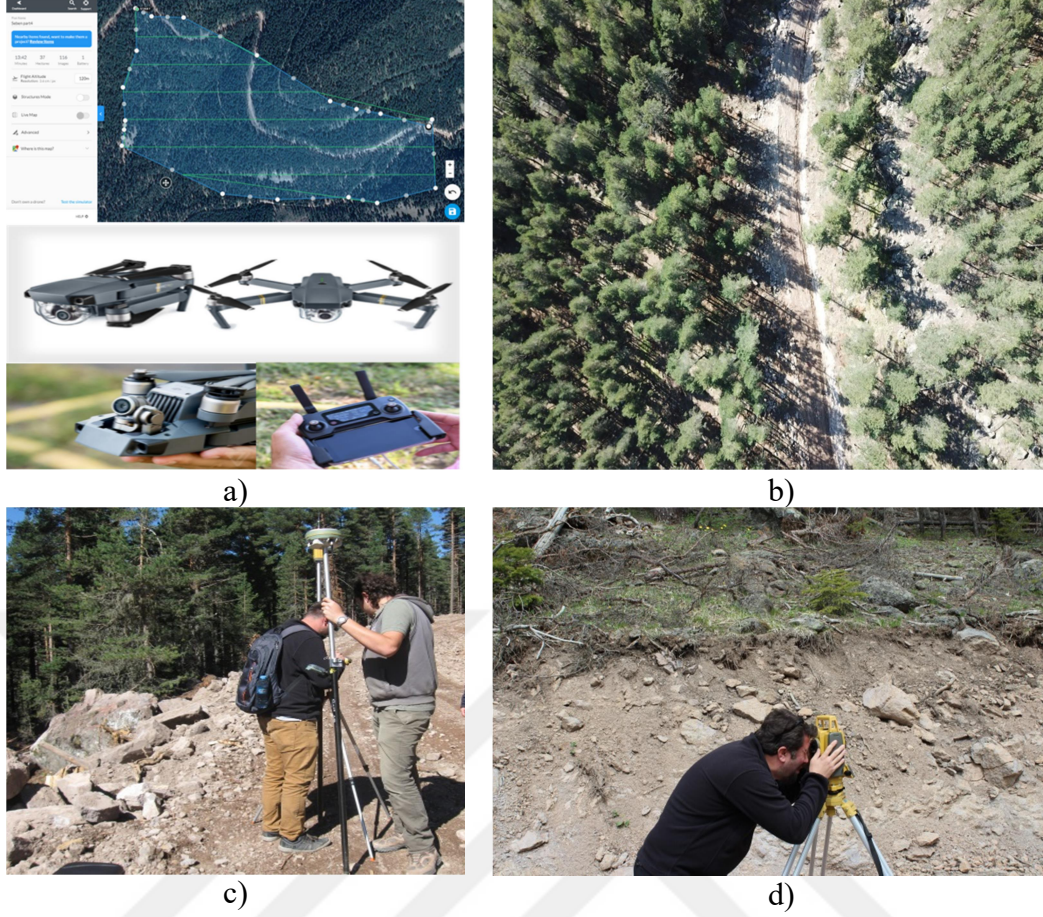
belirlenmesini takiben kamera pozlarının hesaplanması ve düşük yoğunluklu (sparse) nokta bulutunun oluşturulması için demet dengeleme sistemi (bundle adjustment system) kullanılmaktadır (Westoby ve diğ. 2012). Örtüşen görüntülerdeki eşleşen noktalar Random Sample Consensus (Ransac, Fischler ve Bolles, 1987) algoritması kullanılarak eşleştirilmekte ve eşleşen spesifik noktaların görüntü setlerinde bağlantılanmaktadır. Burada nokta bulutu oluşturulmasında minimum iki nokta ve üç görüntüye ihtiyaç duyulmaktadır (Snavely ve diğ., 2006). Daha sonra üretilen nokta bulutundan Yer Kontrol Noktalarının (YKN) manuel olarak tanımlanması ile koordinat sistemine dönüştürülmesini takiben SYM ve Ortofoto (ortomozaik) görüntü oluşturulabilmektedir.

Uçangöz ile görüntü alımına ait işlemlerin temel adımları; 1) arazi öncesi hazırlık, 2) arazi çalışması ve uçuşun gerçekleştirilmesi ve 3) uçuş sonrası işlemlerdir. Arazi öncesi hazırlık safhasında, alana hareket etmeden önce hava koşulları ve ilgili alanın topografyası gibi bazı gerekli ön bilgilerin elde edilmesi gerekmektedir. Uçangöz ile uçuşun gerçekleştirilmesinde optimum hava koşulları rüzgar ve yağışın olmadığı bulutlu bir gökyüzü olarak ifade edilmektedir (Lindner ve diğ. 2015). Çünkü yağış Uçangöz sisteminin elektronik birimlerini ve görüntü kalitesini olumsuz olarak etkilemektedir. Yine rüzgâr, hareket kaynaklı bulanıklığa (motion blur) sebep olarak görüntünün keskinliğini ve GNSS güzergâh doğruluğunu düşürmektedir. İlgili alana ait topografya Google Earth'ten yararlanarak kabaca değerlendirilebilir ve otomatik uçuşlar için GNSS güzergâhlarının oluşturulması amacıyla en yüksek ve düşük arazi kotları belirlenebilmektedir.

Bu tez çalışmasında, yol yapımı bittikten sonra ağaç zararlarını doğrudan etkileyen ağaçların yola göre konumunu Uçangöz ile doğrulamak, Uçangözün inşaat etki alanı ve dolgu alanı belirlemede kullanılma kabiliyetini incelemek için alandan Uçangözle görüntüler alınmıştır. Bu kapsamında "UgCS PC Mission Planning" isimli uçuş planı hazırlama yazılımı kullanılmıştır (Şekil 2.5). Bu lisanslı yazılım kullanıcıya Uçangöz platformunu otomatik pilot kontrolünde uçuşların gerçekleştirilmesi imkânı sağlaması yanı sıra, uçuşun gerçekleştirileceği alana ilişkin koordinatlı altlık veriye erişim ve indirebilme, alan üzerinde sayısallaştırma yapabilme (alan, uzunluk, yükseklik ölçümleri yapabilme), alınacak görüntülerin ön ve yan bindirme oranlarını ayarlayabilme, uçuş yüksekliğini alınacak görüntülerin yer örnekleme çözünürlüğüne bağlı olarak otomatik olarak tanımlama (böylece topografya adaptif uçuşların

gerçekleştirilmesine imkân vermektedir), planlanan uçuşun süresini hesaplama (böylece Uçangöz'ün batarya kapasitesine bağlı olarak planın revizasyonuna imkân sağlamaktadır) ve platformun uçuş hızını kontrol edebilme ile birlikte kamera açısını ayarlayabilme imkânları sağlamaktadır.

Arazi çalışması ve uçuşun gerçekleştirilmesi aşaması, arazideki gerekli çalışmaları ve uçuşların gerçekleştirilmesini içermektedir. Arazi çalışmalarının temel adımı uçuş öncesi YKN'lerin sahaya yerleştirilmesi ve koordinatlarının ölçülmesidir. Bu çalışma kapsamında YKN'lerin alana yerleştirilmesi aşamasında, Şekil 2.5'te gösterilen YKN'ler spreyci boya ile alan üzerine gerçekleştirilen işaretleme sonucu oluşturulmuştur. Her biri Uçangöz ile alınan fotoğraflarda görünecek şekilde arazi üzerine yerleştirilen bütün YKN'ler santimetre altı doğruluklarda (< 5 cm) Cors-GPS ve Total Station kullanılarak ölçülmüş ve her birine ait X, Y ve Z konum bilgileri elde edilmiştir (Şekil 2.5). Total Station aleti Cors-GPS'nin koordinat alamadığı durumlarda kullanılmıştır. YKN ölçümlerini takiben saha üzerinde Uçangöz ile uçuş gerçekleştirilmiştir. Uçuşların gerçekleştirilmesi aşamasında DJI Mavic Pro model Uçangöz platformu kullanılmıştır (Şekil 2.5). Platform 743 gram ağırlığa sahip olup 4 rotorludur. DJI Mavic Pro model platform entegre 1/2.3 inçlik 12.3 megapiksel çözünürlüklü CMOS sensöre sahip olup, 12 MP görüntü alımı sağlamaktadır. Farklı uçuş modlarına sahip olan platform saatte 65 km hıza çıkabilmekte ve 13 km uçuş mesafesi kat edebilmektedir. Platform optimum koşullarda 27 dakikaya kadar (ancak ortalamada 15 dakika) uçuş gerçekleştirmeye imkan verebilmektedir.



Şekil 2.5. Kullanılan Uçangöz platformu, hazırlanan uçuş planı ve yola applike edilen YKN örnek görüntüsü.

2.2.2.2. DGPS ile Dolgu Materyalinin Yuvarlanma Sınırı ve Ağaç Konumlarının Belirlenmesi

Örnek alanın inşaat etki alanını ve bu alan içerisine giren ağaçların durumunu değerlendirmek için dolgu materyali sınırının belirlenmesi gerekmektedir. Bunun için örnek alanın başlangıcından son noktasına kadar yolun altı gözlemlenmiş, yola göre en uzaktaki yuvarlanan dolgu materyalinin (Taş-Kaya) koordinatı DGPS ile kaydedilmiştir (Şekil 2.6). Daha sonra bu koordinatlar ArcMap ve Netcad yazılımlarına aktarılmış, örnek alanın başlangıcından itibaren her bir nokta birleştirilerek inşaat etki alanı belirlenmiştir.

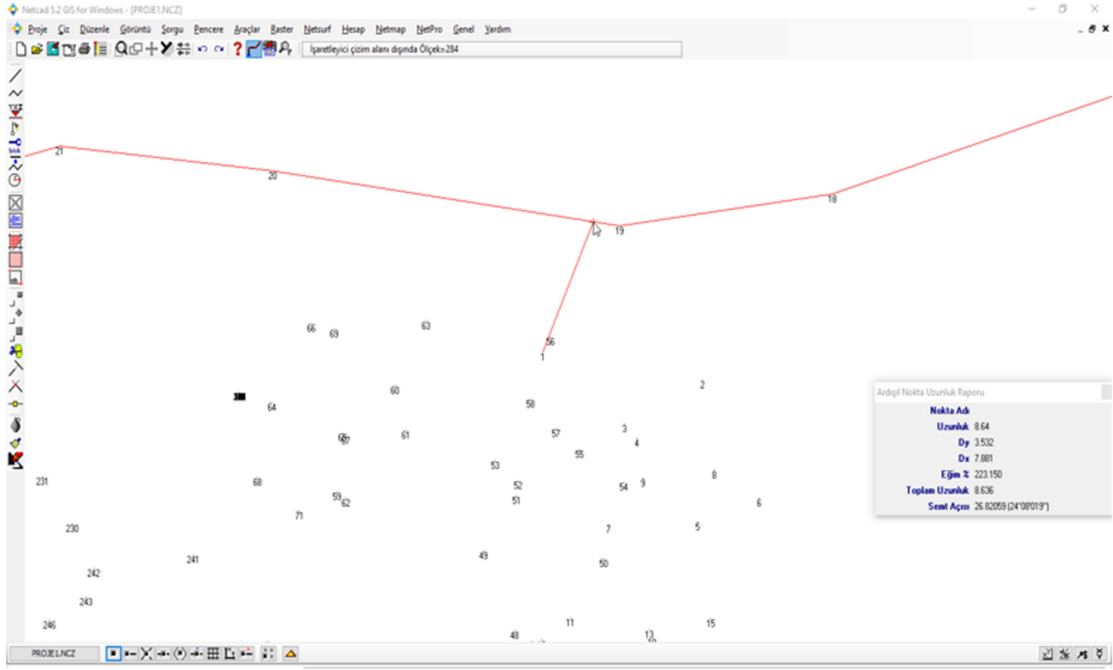


Şekil 2.6. Yuvarlanma etki sınırının belirleyen taş ve kayalar.

Yol ekseninden alınan koordinatlar ve inşaat etki alanı içerisindeki bütün ağaçların koordinatları (Şekil 2.7) Netcad ortamına aktarılmıştır. Netcad ortamından yol ekseninden alınan koordinatlar birleştirilerek yol eksenini belirlenmiş, daha önce tespit edilen inşaat etki alanının içerisine giren her bir ağacın yola olan mesafesi ve semt açıları bulunmuştur (Şekil 2.8). Netcad ortamında semt açıları grad birimde olup, dereceye dönüştürülmüştür ($1g=1.11^\circ$). Ayrıca Arc Map ortamında zarar görmeyen ve zarar görmüş bireyler ayrı ayrı sınıflandırılmıştır.



Şekil 2.7. İnşaat etki alanındaki ağaçların koordinatlarının alınması.



Şekil 2.8. Netcad ortamında semt açılarının ve yola olan uzaklığın bulunması.

2.2.2.3. Ağaç Zararları Özelliklerinin Tespit Edilmesi

Orman yolu inşaatı tamamlandıktan sonra inşaat etki alanın giren bütün ağaçlar (Zarar görmeyen ve zarar görmüş ağaçlar) tespit edilmiştir. Tespit edilen ağaçlar numaralandırılarak, zarar görmeyen ağaçlar için sadece çap (d1,30) ölçümü yapılırken (çap ölçümünde 8 cm'nin altındaki bireyler ölçülmemiştir) diğer zarar görmüş ağaçlarda çap haricinde zarar özellikleri not alınmıştır. Zarar görmüş ağaçlarda varsa yara özelliği, yara şekli, dolgu altında kalan kısmı, yara adedi, yara ölçüsü, yaranın yerden yüksekliği ve yaranın yol eksenine göre semt açısı ölçülerek not edilmiştir. Yara semt açısı pusula ile ölçülmüş ve bir bireyde birden fazla yara var ise yerden yüksekliği büyük olan dikkate alınmıştır (Şekil 2.9, Şekil 2.10). Tepe kırığı, devrik ve yatık olan ağaçlar yara tipine kaydedilmiştir (Şekil 2.11).



Şekil 2.9. Yaranın yerden yüksekliği, en ve boy ölçümü.



Şekil 2.10. Yara özelliği, yara şekli, toprak ve taş altında kalan kısım, yara adedi, yara ölçüsü, yaranın yerden yüksekliği ölçümleri.



Şekil 2.11. Tepe kırığı, devrik ya da yatık gözlemlenen ağaçlar.

2.2.3. Kullanılan İstatistiksel Yöntemler

Verilerin normal dağılıp dağılmadıkları Kolmogorov Simirnov normal dağılım testi ile araştırılmıştır. İnşaat etki alanına giren ağaçların yaralanma parametreleri (yaralanma yüksekliği ve boyutu), dolgu materyali altında kalan kısmın derinliği ile yol arasındaki ilişkiyi ortaya koymak için korelasyon analizi yapılmıştır. Bütün istatistiki analizler SPSS 22 paket programı ile gerçekleştirilmiştir.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. YOLUN GEOMETRİK VE ENKESİT ÖZELLİKLERİNE İLİŞKİN BULGULAR VE TARTIŞMA

Arazide yolun geometrik ve enkesit özelliklerine ilişkin yapılan ölçümlerde; genel olarak bakının Güney, meşcere tipinin Çscd2, zemin tipi (klası) çoğunlukla toprak-kayalık (kayaların büyüklüğü: 15 cm<) olmak üzere, küskülük alanlarda bulunduğu tespit edilmiştir (Şekil 3.1). Yola ilişkin ortalama değerler ise yükselti 1714,98 m, kazı yüksekliği 2,68 m, kazı şev genişliği 2,81 m, kazı eğim % 74,46, hendek genişliği 0,92 m, yol platform genişliği 4,74 m'dir. Ayrıca dolgu eğimi %61,00, dolgu şev uzunluğu 5,07 m, yolun boyuna eğimi %6,19 ve yamaç eğimi ise % 48,45'dir (Çizelge 3.1).



Şekil 3.1. Çalışmaya konu yol.

Çizelge 3.1. Yolun geometrik ve enkesit özellikleri ile ortalama değerleri.

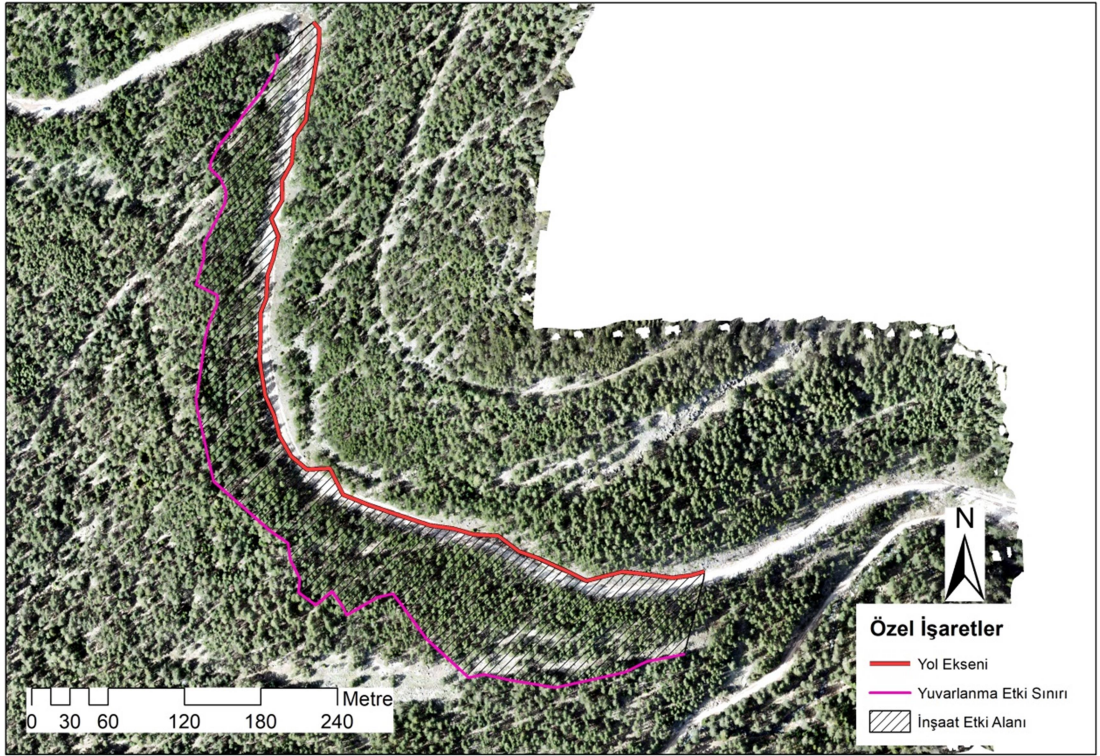
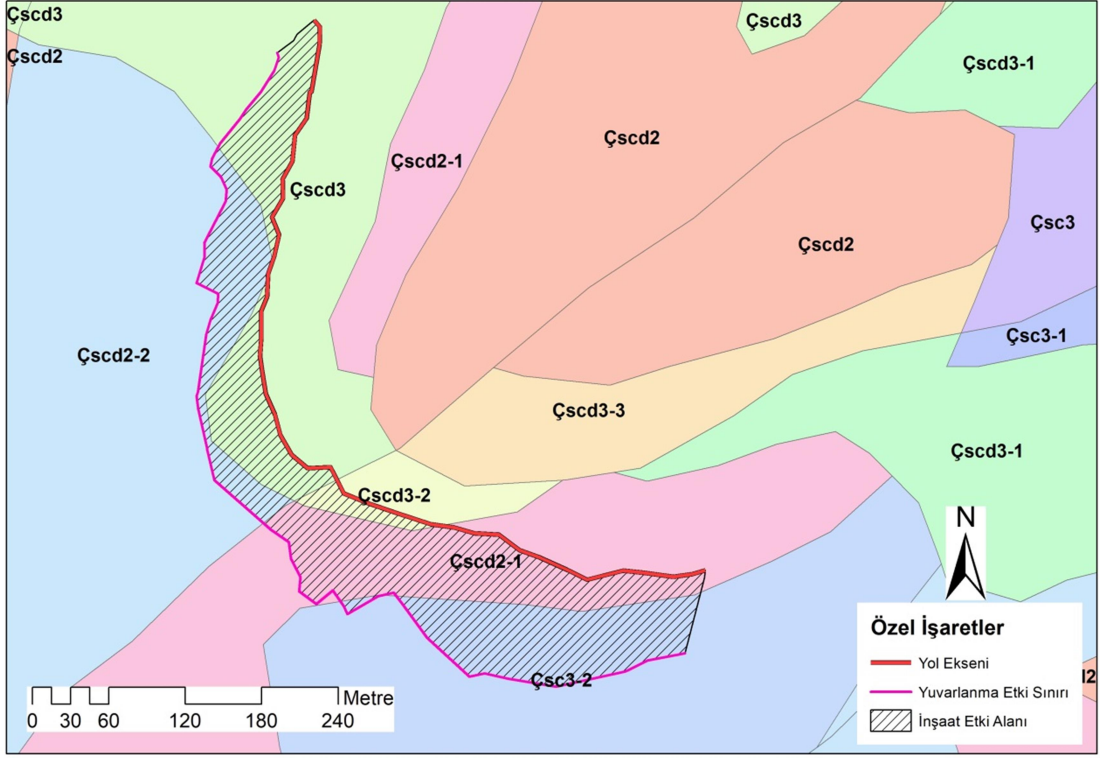
Yükselti (m)	1714,98
Bakı	Güney
Meşcere Tipi	Çscd2
Zemin Tipi	Toprak-Kaya
Yapım Aracı	Ekskavatör
Yamaç Eğimi (%)	48,45
Kazı Yüksekliği (m)	2,68
Kazı Şev Genişliği (m)	2,81
Kazı Eğimi (%)	74,46
Hendek Genişliği (m)	0,92
Yol platform genişliği (m)	4,74
Dolgu Eğimi (%)	61,00
Dolgu Şevi Uzunluğu (m)	5,07
Taşların Yuvarlanma Mesafesi (m)	50,34
Patlatma var mı?	Hayır
Yol Eğimi (%)	6,19

3.2. İNŞAAT ETKİ ALANINA İLİŞKİN BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışmada yol inşaat etki alanı 46.479,22 m² bulunmuştur. Dolgu materyalin ortalama yayılma mesafesi 50,34 m, en kısa yuvarlanma mesafesi 14,53 m ve en uzun yuvarlanma mesafesi 97,75 m olarak belirlenmiştir (Şekil 3.2). Bu mesafeleri doğal engeller (dere, vadi, kaya blokları, ağaçlar vb.) sınırlandırmaktadır.

Bu tez çalışmasında, Uçangöz ortofoto görüntülerinden yararlanarak inşaat etki alanının ve dolgu alanının belirmesinde kullanılma kabiliyetini incelenmiştir. Ancak meşcerenin kapalı olması dolgu materyalin yuvarlanma sınırını belirlemede etkili olan taş ve kayalar ortofotoda tespit edilememiştir. Ayrıca dolgu alanı da ortofotodan belirlenememiştir. Otonom uçuş ile elde edilen Uçangöz verilerinin kapalı meşcerelerde inşaat etki alanının ve dolgu alanının belirmesinde kullanılabilirliği yeterli değildir (Şekil 3.2). Lidar verileri gibi daha hassas verilerin bu gibi çalışmalarda kullanılması faydalı

olacağı kuşkusuzdur.



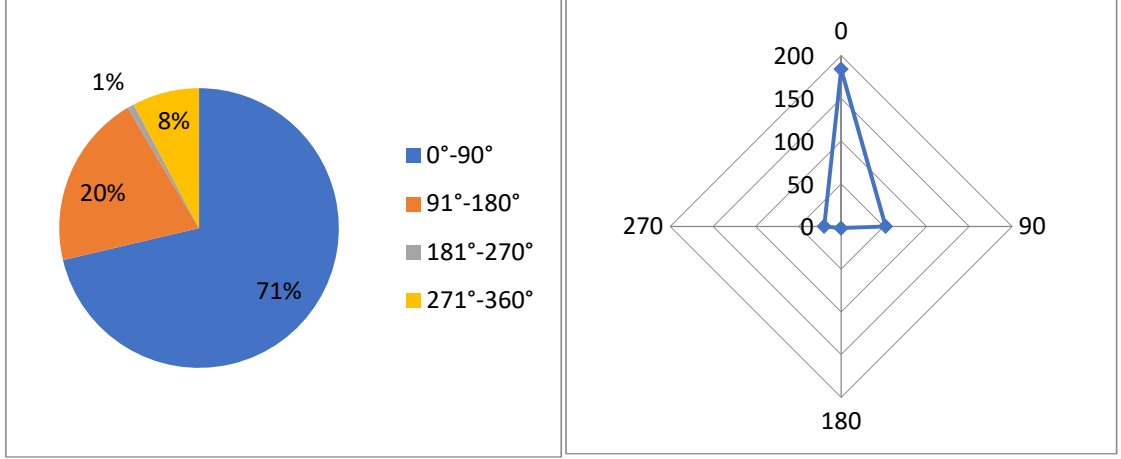
3.3. İNŞAAT ETKİ ALANINDAKİ AĞAÇLARIN KONUMLARINA İLİŞKİN BULGULAR

Yol yapımından kaynaklanan ağaç zararlarını etkileyen en önemli faktör kaynağa yani yola olan konumdur. Bu nedenle araziden alınan yol eksenine ve tüm ağaçlara ilişkin koordinatlar NetCAD ortamına aktarılmıştır. NetCAD ortamında inşaat etki alanına giren tüm ağaçların yol eksenine olan uzaklıkları ve semt açıları bulunmuştur. Çizelge 3.2’de bu değerlere ilişkin genel bilgiler verilmiştir. Yapım sonrası zarar gören ağaçların ortalama yola mesafeleri 28,25 m ve ortalama semt açıları 78,30° iken zarar görmeyen ağaçların ortalama yola olan mesafeleri 35,52 m ve semt açıları ortalama olarak 91,29° olarak bulunmuştur (Çizelge 3.2).

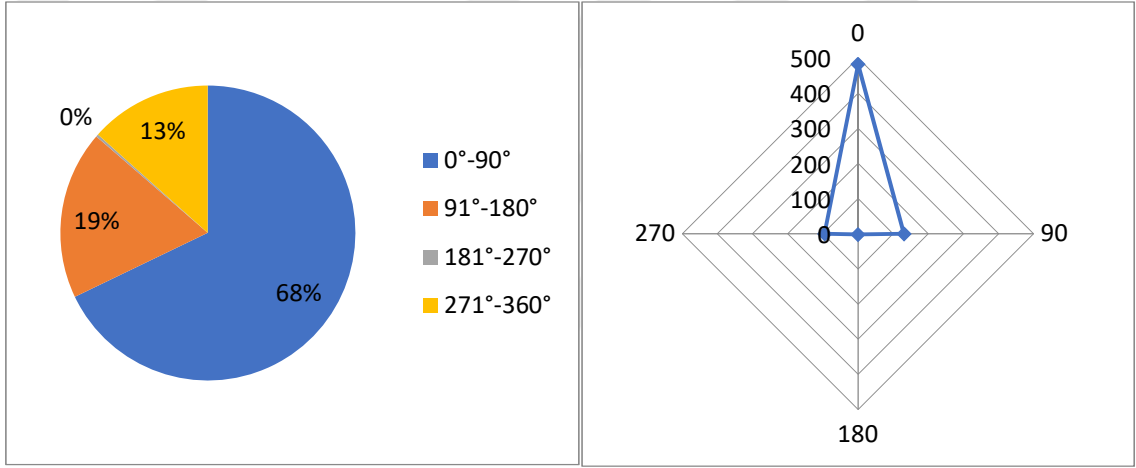
Çizelge 3.2. İnşaat etki alanındaki ağaçların yol eksenine göre uzaklık ve semt açıları.

Parametreler	Zarar Gören Ağaçlar	Zarar Görmeyen Ağaçlar
Ağaç sayısı (adet)	451	1026
Ortalama yola olan mesafe (m)	28,25	35,52
Maksimum yola olan mesafe (m)	75,42	78,49
Minimum yola olan mesafe (m)	2,32	2,30
Ortalama semt açısı	78,30°	91,29°
Maksimum semt açısı	359,46°	359,46°
Minimum semt açısı	1,80°	0,00°
Çap d1,30 (cm) 8 cm’ den büyük	25,92	23,90

Şekil 3.4’te zarar gören ağaçların yol eksenine göre semt açılarının yüzdeler ve işaretçileri olan radar gösterimi bulunmaktadır. Burada yol kaynak olduğundan semt açısı değeri çoğunlukla (%71) 0°-90° arasında bulunmuştur. Radar gösterimde de bu doğrulanmıştır. Şekil 3.5’te zarar görmeyen ağaçların yol eksenine göre semt açılarının yüzdeler ve işaretçileri olan radar gösterimi bulunmaktadır. Burada yol kaynak olduğundan semt açısı değeri çoğunlukla (%68) 0°-90° arasında bulunmuştur. Radar gösterimde de bu doğrulanmıştır. Aydın ve ark. (2012) yapmış oldukları çalışmada, kaya düşmesinden kaynaklanan ağaç yaralanmalarını araştırmışlardır. Çalışmada yaralı ağaçların çoğunun semt açıları kaynağa göre benzer şekilde 0°-90° arasında bulunmuştur.

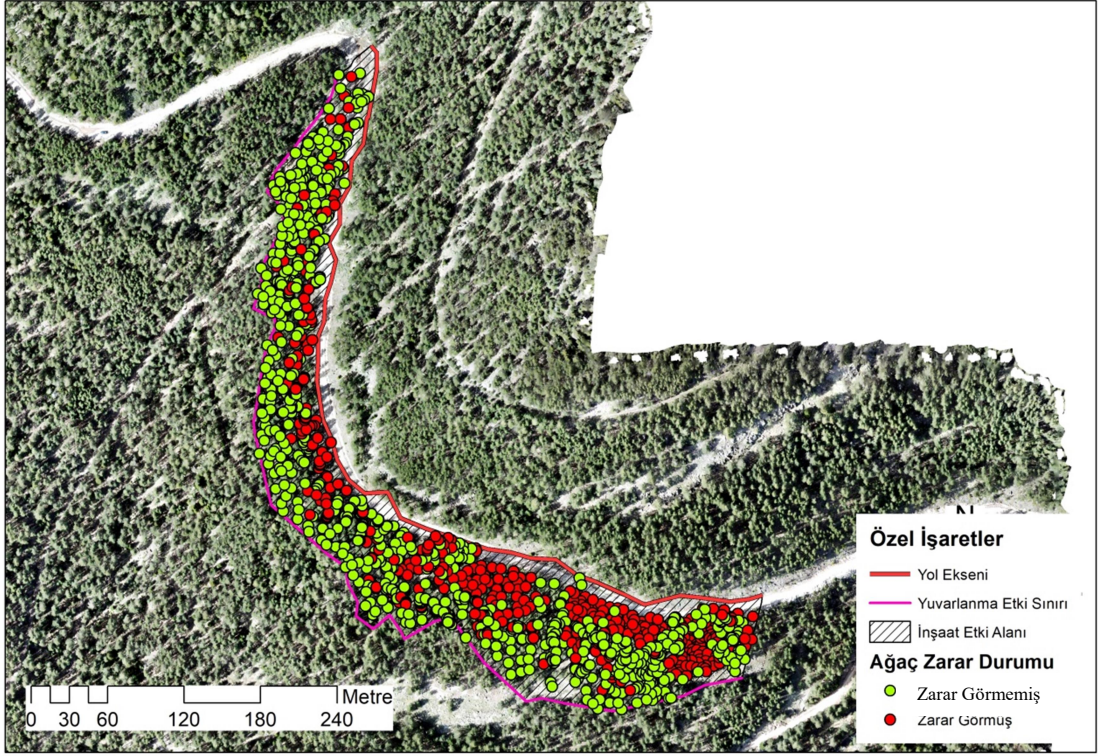


Şekil 3.4. Zarar gören bireylerin yol eksenine göre semt açılarının yüzdelik ve radar gösterimi.



Şekil 3.5. Zarar görmeyen bireylerin yol eksenine göre semt açılarının yüzdelik ve radar gösterimi.

İnşaat etki alanına giren ağaçların konumları Uçangöz yardımıyla elde edilen ortofoto görüntüsünde doğrulanmıştır (Şekil 3.6). Ancak Uçangöz'ün özellikle sık ve kapalı meşcerelerde kullanım kabiliyeti düşük olduğu bu çalışmada görülmüştür.



Şekil 3.6. İnşaat etki alanındaki ağaçların konumlarının ortofoto ile doğrulanması.

3.4. İNŞAAT ETKİ ALANINDAKİ AĞAÇLARDA MEYDANA GELEN ZARARLARA İLİŞKİN BULGULAR VE TARTIŞMA

İnşaat etki alanının giren toplam 1477 adet ağaç tespit edilmiştir. Bu ağaçlardan 1050 adedi zarar görmemiş 427 adedi zarar görmüştür (Şekil 3.7). Zarar gören ağaçlardan sadece kabuk yaralanması olan 211 adet, sadece dolgu altında kalan 99 adet ve sadece gövde bozulması olan (devrik, yatık, gövde ve tepe kırık) 56 adettir. Ayrıca hem kabuk yarası hem de gövde bozulması olan ağaçlar 8 adet, hem kabuk hem de diri odun zararı olanlar 10 adet olarak tespit edilmiştir. Bununla beraber hem dolgu altında kalan hem de kabuk yarası olan ağaçlar 51 adet, hem dolgu altında kalan hem de gövde bozulması olan ağaçlar 2 adet bulunmuştur (Çizelge 3.3). Senturk ve ark. (2018) yapmış oldukları çalışmada yol yapımından sonra, yol yapım alanının altındaki ağaçların yatık hasar oranını % 26,3, yaralanma hasar oranını % 6,1 olarak bulmuşlar ve yol boyunca bazı bölgelerde akarsu yatağını örten molozlar bulunduğu ifade etmişlerdir. Ayrıca çalışmada ağaç kabuk yaralanmalarının ciddi olduğu ve kabuk böceklerinin neden olduğu önemli hasarlardan bahsedilmiştir. Caliskan (2013) yol yapım çalışmalarında dik arazide, ağaçların % 21'i ekskavatörler tarafından yapılan yolda zarar gördüğünü , %

33'ü ise buldozerler tarafından yapılan yolda zarar gördüğünü belirtmiştir. Ayrıca, sarp arazide, ekskavatörler kullanıldığında, buldozerlerin kullanılmasına kıyasla %12,23 daha az orman alanının ve çok dik arazilerde ekskavatörler tarafından % 16,13 daha az alanın tahrip edildiği tespit edilmiştir. Gumus ve ark. (2009) çalışmasında araştırma alanında, zarar görmüş ağaçların % 90.48'inin dolgu eğimi başlangıcından sonraki ilk 10 m içinde olduğu ve geri kalan ağaçların dolgu eğiminin başlangıcından itibaren 11 m ile 23 m arasında bulunduğu tespit etmişlerdir. Arıcak, (2008) çalışmasında oluşturduğu iki adet alternatif geçkinin inşa edilmesi durumunda uzunlukları, inşaat alanları ve inşaatın etki alanlarını karşılaştırmıştır. Mevcut yola ait geçki ile 2. alternatif geçki karşılaştırıldığında, mevcut yola ait geçki 2. alternatif yoldan daha uzun olmasına rağmen dolgu alanı ve dolgu materyalinin yuvarlanma alanlarının daha az olduğunu, % 10 ortalama eğimli 1. alternatif geçki ile % 8 eğimli 2. alternatif geçki karşılaştırıldığında ise 1. alternatif geçkinin 2. alternatif geçkiden daha uzun olmasına rağmen dolgu alanı ve dolgu materyalinin yuvarlanma alanlarının daha az olduğunu belirtmiştir.



Şekil 3.7. Yol inşaatı nedeniyle zarar gören ağaçlar.

Çizelge 3.3. İnşaat etki alanına giren ağaçlara ilişkin değerler.

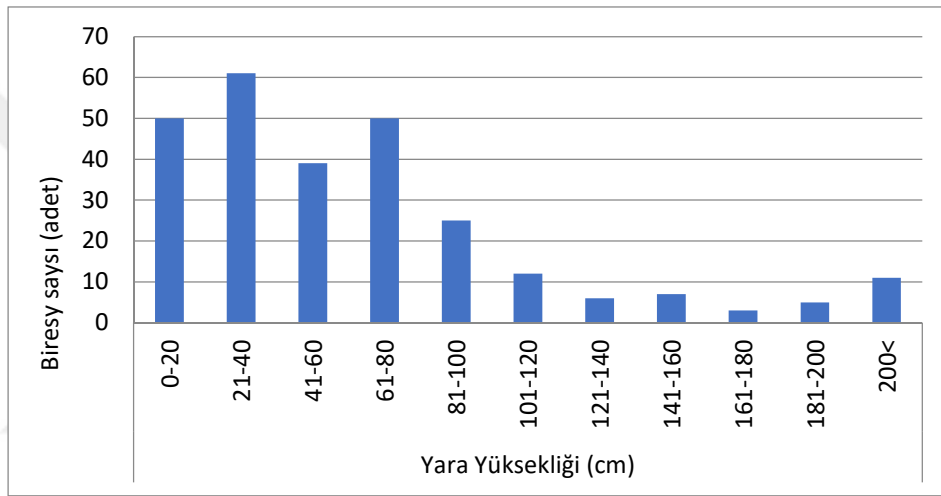
Ağaç özellikleri	Adet
Zarar görmeyen birey sayısı	1050
Sadece dolgu altında kalan bireyler	99
Dolgu altı ile kabuk yarası olan bireyler	51
Sadece kabuk yarası olan bireyler	201
Sadece gövdede bozulması olan bireyler	56
Dolgu altı ile gövde bozulma olan bireyler	2
Kabuk yarası ile gövde bozulması olan bireyler	8
Kabuk yarası ile diri odun zararı olan bireyler	10
Toplam	1477

Çalışmada 270 ağaçta toplam 310 adet kabuk yarası saptanmış, ağaçların çoğunda 1 adet yara sayısı var iken bazı ağaçlarda 2 adet, nadir de olsa 3 adet yara gözlemlenmiştir. Yara şekilleri genellikle dikdörtgen olmakla beraber, kare, elips ve üçgen şeklindedir. Ağaçlardaki kabuk yarasına ilişkin değerler Çizelge 3.4'te verilmiştir. Çizelge 3.4 incelendiğinde, yaraların ortalama değerleri en 23,28 cm, boy 16,39 cm, yaranın yerden yüksekliği 68,60 cm, d1,30 çapı 26,18, yara alanı 454,07 cm² ve yara semt açısı 160,14°'dir. Yaranın yerden yüksekliği en fazla 370 cm ve en az 3 cm'dir. Yara yüksekliği 21-40 cm arasında olan birey sayısı en fazla olup, bunu 0-20 cm ile 61-80 cm takip etmektedir. Ayrıca 161-180 cm arasında olan birey sayısı en azdır (Şekil 3.8). Aydın ve ark. (2012) yapmış oldukları çalışmada, kaya düşmesinden kaynaklanan ağaç yaralanmalarını araştırmışlardır. Çalışmada yaralı ağaçların yerden yüksekliği 41-60 cm grubunda en fazla bulunmuş, bunu 21-40 cm grubu takip etmiştir. Sonuçların farklı çıkmasında kaynak bölgelerinin yamaç eğimlerinin, kaynağa uzaklığın ve kaya boyutlarının farklı olmasında dolayı olabilir.

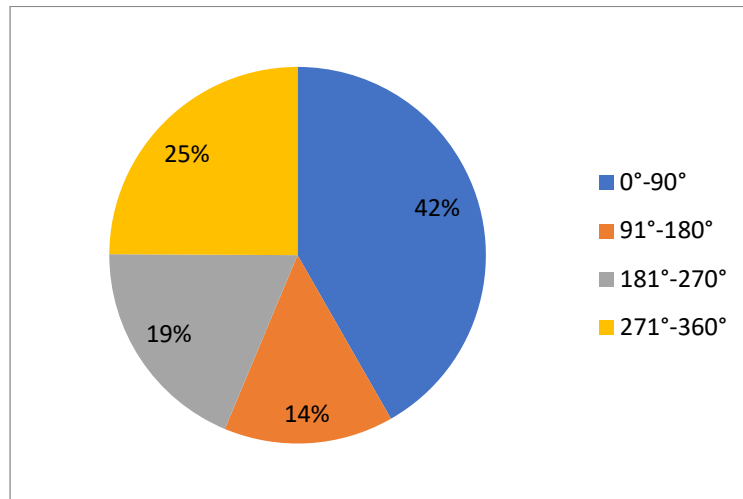
Şekil 3.9'da kabuk yarasının yol eksenine göre semt açılarının yüzdeleri ve işaretçileri olan radar gösterimi bulunmaktadır. Burada semt açısı değeri çoğunlukla (% 42) 0°-90° arasında bulunmuştur. Radar gösterimi incelendiğinde kaynağın yol olduğu ve 0°-90° haricinde diğer açı gruplarında da dağılımlar olmuştur. Yol eksenin yön değiştirmesi (kurp vb.) ve diğer bireylerden seken taş ya da kayalardan dolayı olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 3.4. Ağaçlardaki kabuk yarasına ilişkin değerler.

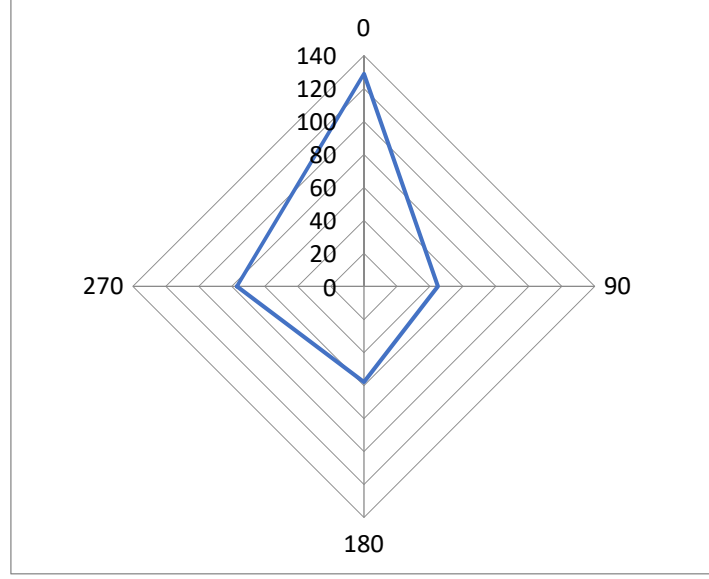
Parametreler	Ortalama
Yaranın eni (cm)	23,28 cm
Yaranın boyu (cm)	16,39 cm
Yaranın yerden yüksekliği (cm)	68,60
Yaralı ağaçların d1,30 çapı (cm)	26,18 cm
Yara alanı (cm ²)	454,07 cm ²



Şekil 3.8. Ağaç yara yüksekliği.

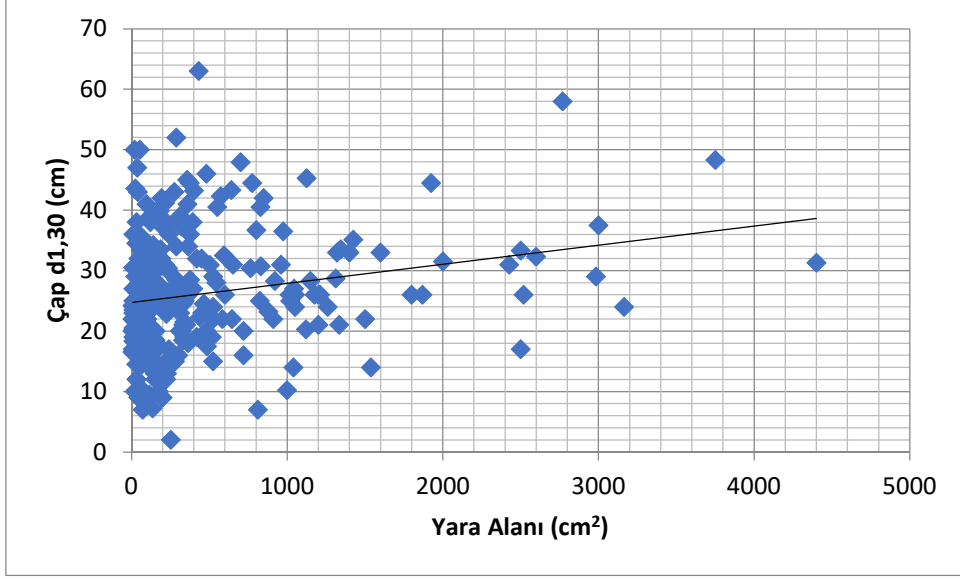


Şekil 3.9. Kabuk yarasının yol eksenine göre semt açılarının yüzdelik ve radar gösterimi.

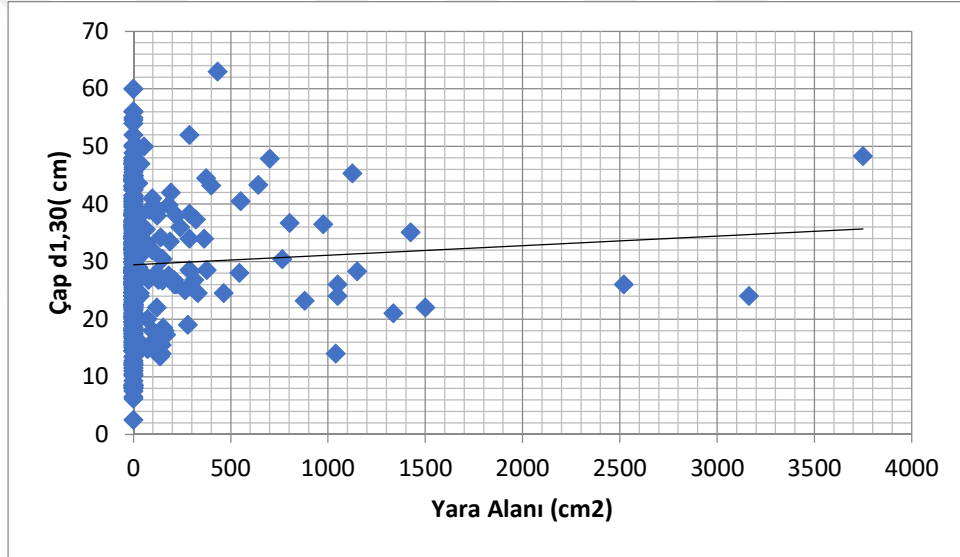


Şekil 3.9 (devam). Kabuk yarasının yol eksenine göre semt açılarının yüzdeler ve radar gösterimi.

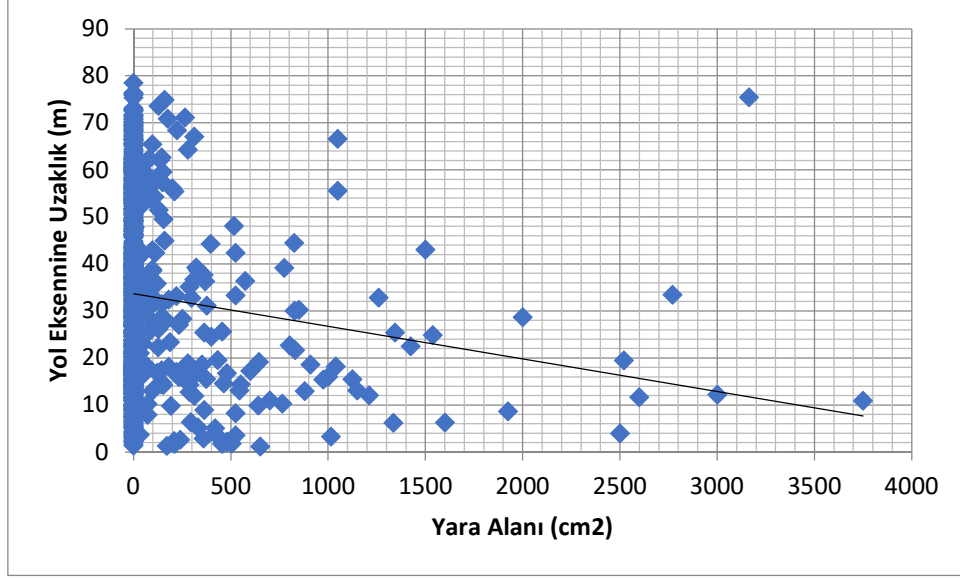
Kabuk yarası olan bireylerin yara alanı ile diğer parametrelerin ilişkilerini belirlemek için yapılan korelasyon analizi sonuçlarına göre; sadece kabuk yarası olan bireyler için yara alanı ile çap ($d_{1,30}$) arasında ($r_s = 0,159$) ve inşaat etki alanındaki tüm bireylerin çapı ($d_{1,30}$) arasında ($r_s = 0,120$) istatistiksel olarak pozitif yönde anlamlı korelasyon belirlenmiştir ($p < 0,005$). Ancak sadece kabuk yarası olan bireyler için yara alanı ile yol eksenine uzaklık arasında istatistiksel olarak önemsiz bir ilişki bulunmuştur. Ağaçların siper etkisi bu durumun ortaya çıkmasına neden olmuş olabilir. İnşaat etki alanındaki tüm bireylerin yol eksenine uzaklığı ile yara alanı arasında ($r_s = -0,118$) istatistiksel olarak negatif yönde anlamlı korelasyon belirlenmiştir. İnşaat etki alanındaki tüm bireylerin yol eksenine göre semt açıları ile yara alanı arasında önemsiz bir ilişki bulunmuştur ($p < 0,005$).



Şekil 3.10. Sadece kabuk yarası olan bireylerin yara alanı ile çap arasındaki korelasyon.

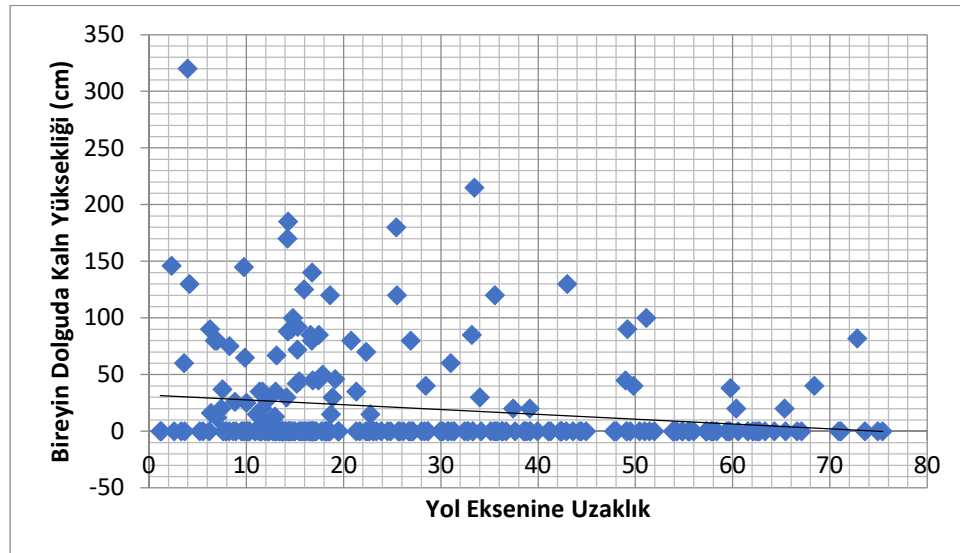


Şekil 3.11. Kabuk yarası alanı ile çap arasındaki korelasyon (inşaat etki alanındaki tüm bireylerin için).



Şekil 3.12. Kabuk yarası alanı ile yol eksenine uzaklık arasındaki korelasyon (inşaat etki alanındaki tüm bireylerin için).

Dolgu materyali altında kalan bireylerin dolgu yüksekliği ile yol eksenine uzaklık arasındaki ilişkiyi belirlemek için yapılan korelasyon analizi sonuçlarına göre; sadece dolgu altında kalan bireyler için dolgu yüksekliği ile yol eksenine olan uzaklık arasında istatistiksel olarak önemsiz bir ilişki bulunmuştur. Ancak inşaat etki alanındaki tüm bireylerin yol eksenine uzaklığı ile dolgu yüksekliği arasında ($r_s = -0,163$) istatistiksel olarak negatif yönde anlamlı korelasyon belirlenmiştir.



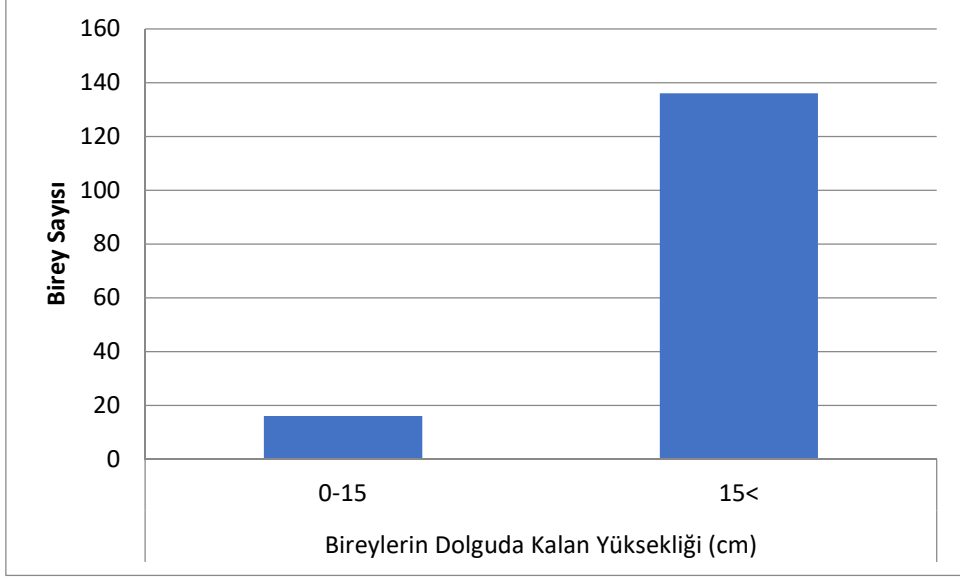
Şekil 3.13. Dolguda kalan yükseklik ile yol eksenine uzaklık arasındaki korelasyon (inşaat etki alanındaki tüm bireylerin için).

Toprak ve taş altında kalan ağaçlardan 152 adet toprak ve taş altında kalan ağaç saptanmış ve ortalamaları Çizelge 3.5’te verilmiştir.

Tez çalışmasında inşaat etki alanına giren 152 adet ağaç dolgu materyali altında kalmıştır. Bunların 119 adedi taş ya da kaya dolgu materyalin altında kalırken 33 adedi toprak ve toprak-taş dolgu materyali altında kalmıştır. Dolgu materyali altında kalan ağaçlara ilişkin bilgiler çizelge 3.5’te verilmiştir. Çizelge 3.5 incelendiğinde, bireylerin ortalama dolgu altındaki yüksekliği 70,55 cm ve d1,30 çapı 26,01’dir. Dolgunun yerden yüksekliği en fazla 320 cm ve en az 8 cm’dir. Dolgu yüksekliği 15 cm’den büyük olan birey sayısı en fazladır (Çizelge 3.5). Kök boğazının üstünde 15 cm’ye kadar olan doldurular, birçok türde zararlı bir etki yapmaz. Ancak bazı türler gövdenin toprağa gömülmesine fazla hassasiyet gösterirler. Örneğin kayın, huş, atkestanesi, ceviz, meşe, laleağacı, kızılıçık, ve birçok daimi yeşil yapraklı türler bu sınıfa girmektedir (Ürgenç,1998). Bu nedenle; bireylerin dolguda kalan yüksekliği 0-15 cm olanlar ile 15 cm’den yüksek olanlar olmak üzere iki grup yapılmıştır. Bu çalışmada birinci grupta 16 birey, ikinci grupta 136 birey bulunmaktadır.

Çizelge 3.5. Dolgu materyali altında kalan ağaçlara ilişkin bilgiler.

Parametreler	Değerler
Ortalama yükseklik (cm)	70,55
Maksimum yükseklik (cm)	320,00
Minimum yükseklik (cm)	8
Ortalama d1,30 çapı (cm)	26,01 cm
Taş altında kalan (adet)	119
Toprak ve Toprak-Taş altında kalan (adet)	33
Toplam Birey Sayısı (adet)	152



Şekil 3.14. Dolgu materyali yüksekliği.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, Orman yolu inşaat alanı ve etki alanının belirlenmesi, orman yolu yapımından kaynaklanan ağaç zararlarını incelenmesi ve meşçereyi örten dolgu alanını tespit edilmesi, ağaç zararlarını doğrudan etkileyen ağaçların yola göre konumunun Uçangöz ile doğrulanması, Uçangözün inşaat etki alanın ve dolgu alanın belirmesinde kullanılma kabiliyeti araştırılmıştır.

Çalışmaya konu yolun geçkisi genel olarak bakının Güney, meşçere tipinin Çscd2, zemin tipinin (klasının) çoğunlukla toprak-kayalık (kayaların büyüklüğü: 15 cm<) olmak üzere, küskülük alanlardan geçmiştir.

Çalışmada yol inşaat etki alanı 46479,22 m², dolgu materyalin ortalama yuvarlanma mesafesi 50,34 m, en kısa yuvarlanma mesafesi 14,53 m ve en uzun yuvarlanma mesafesi 97,75 m olarak bulunmuştur. Ayrıca çalışmada, kapalı meşçerelerde Uçangöz ortofoto görüntülerinden dolgu materyalin yuvarlanma sınırını belirlemede etkili olan taş ve kayalar tespit edilememiş, Otonom uçuş ile alınan Uçangöz verilerinin inşaat etki alanının ve dolgu alanının belirmesinde kullanılabilirliğinin yeterli olmadığı bu tez çalışmasında görülmüştür. Bu anlamda manuel yatık (oblique) uçangöz verilerinin bir alternatif olup olmadığı araştırılmalıdır.

Yapım sonrası zarar gören ağaçların ortalama yola mesafeleri 28,25 m ve ortalama semt açıları 78,30° iken zarar görmeyen ağaçların ortalama yola olan mesafeleri 35,52 m ve semt açıları ortalama olarak 91,29° olarak bulunmuştur. Ayrıca inşaat etki alanına giren ağaçların konumları Uçangöz yardımıyla elde edilen ortofoto görüntüsünde doğrulanmıştır.

İnşaat etki alanın giren toplam 1477 adet ağaç tespit edilmiştir. Bu ağaçlardan 1050 adedi zarar görmemiş 427 adedi zarar görmüştür. Zarar gören ağaçlardan sadece kabuk yaralanması olan 211 adet, sadece dolgu altında kalan 99 adet ve sadece gövde bozulması olan (devrik, yatık, gövde ve tepe kırık) 56 adettir.

Çalışmada 270 ağaçta toplam 310 adet kabuk yarası saptanmış, ağaçların çoğunda 1 adet yara sayısı var iken bazı ağaçlarda 2 adet, nadiren de olsa 3 adet yara gözlemlenmiştir. Yara şekilleri genellikle dikdörtgen olmakla beraber, kare, elips ve

üçgen şeklindedir. Yaraların ortalama yerden yüksekliği 68,60 cm, ortalama d1,30 çapı 26,18, ortalama yara alanı 454,07 cm²dir.

İnşaat etki alanına giren 152 adet ağaç dolgu materyali altında kalmıştır. Bunların 119 adedi taş ya da kaya dolgu materyalin altında kalırken 33 adedi toprak ve toprak-taş dolgu materyali altında kalmıştır.

Yapılan istatistiki sonuçlarına göre; sadece kabuk yarası olan bireyler için yara alanı ile çap (d1,30) arasında (rs =0,159) ve inşaat etki alanındaki tüm bireylerin çapı (d1,30) arasında (rs =0,120) istatistiksel olarak pozitif yönde anlamlı korelasyon bulunurken, inşaat etki alanındaki tüm bireylerin yol eksenine uzaklığı ile yara alanı arasında (rs =-0,118) ve inşaat etki alanındaki tüm bireylerin yol eksenine uzaklığı ile dolgu yüksekliği arasında (rs =-0,163) istatistiksel olarak negatif yönde anlamlı korelasyon belirlenmiştir.

Yamaç eğiminin ortalama %48 olduğu alanlarda, inşaat etki alanına giren bireyleri özellikle de bu çalışmada zarar gören ağaçların ortalama yola mesafeleri 28,25 m olması ve yaraların ortalama yerden yüksekliğinin 70 cm olması nedeniyle inşaattan önce bireylerin önüne 70 cm yüksekliğinde kama şeklinde ki koruyucular konularak bireyler korunabilir.

Fazla miktarda dolgu materyali olan alanlarda çıkan materyallerin büyük alanlarda olumsuz etki yapmaması için gereken önlemlerin önceden alınmasına dikkat edilmelidir. Orman yolu inşaatından etkilenecek alanlar uzaktan algılama verileri ile belirlenip gerekli görülen yerlerde tahribat alanının azaltılmasını sağlayacak ağ, perde, vb. fiziki engeller kullanılabilir. Özellikle inşaat etki alanında egzotik veya anıt ağaç gibi değerli ağaç türü için bu önemlidir.

Orman yol projesi yapılarak tahribatın kabul edilebilir limitten fazla olması durumunda geçki değişikliği yoluna gidilmelidir. Yol geçkisi planlanırken, yapılacak olan orman yolunun inşaat tahribatının yol yapımından önce alınmış uydu görüntülerinden tespit edilip, planlama amacı doğrultusunda en az tahribatlı geçki planlaması yapılmalıdır. Ayrıca orman yolları, arazi çalışmasına gerek olmaksızın daha isabetli ve optimal güzergahlarda, en az alansal tahribat verecek şekilde planlanabilir.

İnşaat etki alanının ve dolgu alanının belirmesinde, sık kapalı meşecelerde Uçangöz ortofoto görüntülerinden yararlanmak yerine Uçangöz'lere monte edilebilen LIDAR gibi aktif sensörlerin boyutundaki küçülmenin, orman gölgesi altında olsa bile kazılan malzemelerin haritalanmasına olanak sağladığından dolayı kullanılmalıdır.

Yara olmayan ağaçların önünde siper ağaç olup olmadığına dikkat edilirse, yara sayısı ve yaralı ağaçların yola olan mesafesi üzerine çalışma yapılabilir.

Yol inşaat alanının 20 m olmadığı dolduru tarafına doğru bu alanın genişlediği bu nedenle yol inşaat alanında tıraşlama kesimi yapılırken bu çalışma sonuçlarına göre yol ekseninden yaklaşık 30 m (zarar gören ağaçların ortalama yola mesafeleri) dolduru tarafına doğru tıraşlama alanını genişletilmelidir. Böylelikle zarar görme ihtimali olan bireyler piyasaya kazandırılmalı ve böcek zararlarının önüne geçilmelidir. Ayrıca dolduru tarafındaki tıraşlanacak bireyler bu çalışma sonuçlarına göre yaklaşık 70 cm'den yüksek kesim yapılmalı diğer bireylere dolgu materyalinin yayılması önlenmelidir.



5. KAYNAKLAR

- Abdi, E., Majnounian, B., Darvishsefat, A., Mashayekhi, Z., & Sessions, J. (2009). A GIS-MCE based model for forest road planning. *Journal of Forest Science*, 55 (4),171-176.
- Acar, H. H., & Eker M. (2003). Traditional Logging Methods In Turkish Forestry And Technological Trends. İçinde *Proceedings The 2nd International Scientific Conference-FORTECHENVI*.
- Acar, H. H., & Eker M. (2003). The use of excavators in forest road construction and their environmental benefits. *Journal of Southwest Anatolia Forest Research Institute*, 5, 97-128.
- Acar, H. H., Çağlar, S., & Şentürk, N. (2005). The Environmental Impacts of Forest Road Construction in Steep Terrain And Rocky Places in Turkey. İçinde *Internastional Scientific Conference, Ecological, Ergonomic and Economical Optimisation of Forest Utilization in Sustainable Forest Management*.
- Akgül, M. vd. (2016). İnsansız hava araçları ile yüksek hassasiyette sayısal yükseklik modeli üretimi ve ormancılıkta kullanım olanakları, *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, Mart sayısı.
- Alemdağ, Ş. (1967). Türkiye'deki sarıçam ormanlarının kuruluşu, verim gücü ve bu ormanların işletilmesinde takip edilecek esaslar, *Ormancılık Araştırma Enstitüsü*, (20).
- Ambrosia, V. G., Wegener, S., Zajkowski, T., Sullivan, D. V., Buechel, S., Enomoto, F., Lobitz, B., Johan, S., Brass, J., & Hinkley, E. (2011). The Ikhana unmanned airborne system (UAS) western states fire imaging missions: From concept to reality (2006–2010). *Geocarto Int.*, 26 (2), 85-101.
- Anonim, (1998). *Uzaktan Algılama ve Erdas Imagine'a Giriş*. Ankara: İşlem Şirketler Grubu.
- Anonim, (1994). Sarıçam. Ankara: Sinem Ofset.
- Anonim, 2007-a, *Orman Yol Ağı Planlarının Düzenlenmesine Ait Yönetmelik* , Orman Genel Müdürlüğü.
- Anonim, 2019, *Alabarda Orman İşletme Şefliği Fonksiyonel Orman Amenajman Planı*, Aladağ Orman İşletme Müdürlüğü.
- Anşin, R., (2001). *Tohumlu Bitkiler: Gymnospermae (Açık Tohumlular)*. Trabzon: K.T.Ü. Basımevi.
- Arıcak B. (2008). 'Orman yolu inşaatında dolgu ve inşaat etki alanlarının uzaktan algılama verileri ile belirlenmesi üzerine bir araştırma', Doktora Tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, Türkiye.
- Arıcak, B., & Acar, H. H. (2008). Orman yolu inşaatlarında dolgu ve inşaat etki alanlarının quickbird uydu görüntüsü kullanarak modellenmesi. *Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 8(2), 144-156.
- Aydın A. (2007). Ormanlık alanlarda taş ve kaya yuvarlanmaları. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, B (2), 133-138.

- Aydın, A., Köse, N., Akkemik, Ü., & Yurtseven, H. (2012). Assessment and analysis of rockfall-caused tree injuries in a turkish fir stand: a case study from Kastamonu-Turkey. *J. Mt. Sci.*, 9, 137–146.
- Bayoğlu, S. (1989). Dağlık arazide orman ve çevreye zarar vermeyen bir yol inşa tekniği. *Orman Mühendisliği Dergisi*, 12, 6-9.
- Bendea, H., Boccardo, P., Dequal, S., Tonolo, F. G., Marenccchino, D., & Piras, M. (2008). Low Cost Uav For Post Disaster Assessment. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 37 (B8),1373-1379.
- Berger, F., Quetel, C., & Dorren, L. K. A., (2002). Forest: a natural protection mean against rockfalls, but with which efficiency. *In International congress INTERPRAEVENT*, 2, 815- 826.
- Berni, J. A. J., Zarco-Tejada, P. J., Suarez, L., & Fereres, E. (2009). Thermal and narrowband multispectral remote sensing for vegetation monitoring from an unmanned aerial vehicle. *IEEE Trans. Geosci. Remote Sens*, 47, 722-738.
- Breckenridge, R. P., & Dakins, M. E. (2011). Evaluation of bare ground on rangelands using unmanned aerial vehicles. *GISci. Remote Sens.*, 48, 74-85.
- Buğday, E. (2018). Capabilities of using UAVs in forest road construction activities. *Eur J Forest Eng*, 4(2), 56-62.
- Caliskan, E. (2013). Environmental impacts of forest road construction on mountainous terrain. *Iranian Journal of Environmental Health Sciences & Engineering*, 10 (1), 23.
- Coffin, A. W. (2007). From roadkill to road ecology:a review of the ecological effects of roads. *Journal of Transport Geography*, 15(5), 396-406.
- Demir, M., (2007). Impacts, management and functional planning criterion of forest road network system in Turkey. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 41(1), 56–68.
- Demirci, A., (2006). *Silvikültürün Temel İlkeleri, Ders Notları*. K.T.Ü. Orman Fakültesi.
- Díaz-Vilariño, L., González-Jorge, H., Martínez-Sánchez, J., Bueno, M., & Arias, P. 2016. Determining the limits of unmanned aerial photogrammetry for the evaluation of road runoff. *Measurement*, 85, 132–141.
- Dobson, R. J., Brooks, C., Roussi, C., & Colling T. (2013). Developing an Unpaved Road Assessment System for Practical Deployment with High-Resolution Optical Data Collection using a Helicopter UAV. İçinde *International Conference on Unmanned Aircraft Systems (ICUAS)* (ss. 235-243).
- Dorren, L.K.A., & Berger, F. (2005). Stem breakage of trees and energy dissipation during rockfall effects. *Tree Physiology*, 26, 63-71.
- Dunford, R., Michel, K., Gagnage, M., Piégay, H., & Trémelo, M. L. (2009). Potential and constraints of unmanned aerial vehicle technology for the characterization of Mediterranean riparian forest. *International Journal of Remote Sensing*, 30(19), 4915-4935.
- Eker, M., Acar, H. H., & Çoban, H. O. (2010). Orman yollarının potansiyel ekolojik etkileri. *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 11(1), 109-125.

- Erdaş, O. (1997). Orman yolları, *Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 187, 298.
- Feng, W., Yundong, W., & Qiang, Z. (2009). UAV borne real time road mapping system. *Joint Urban Remote Sensing Event*, 1-7.
- Fielding, N. J., & Evans, H. F. (1997). Biological control of *Dendroctonus micans* (Scolytidae) in Great Britain. *Biocontrol News and Information*, 18 (2), 51–60.
- Fischler, M. A., & Bolles, R. C. (1981). Random sample consensus: a paradigm for model fitting with applications to image analysis and automated cartography. *Communications of the ACM*, 24(6), 381-395.
- Fladeland, M., Sumich, M., Lobitz, B., Kolyer, R., Herlth, D., Berthold, R., McKinnon, D., Monforton, L., Brass, J., & Bland, G. (2011). The NASA SIERRA science demonstration programme and the role of small-medium unmanned aircraft for earth science investigations. *Geocarto Int*, 26(2), 157-163.
- Forman, R. T. T., & Deblinger, R. D. 2000. The ecological road-effect zone of a Massachusetts (USA) suburban highway. *Conservation Biology*, 14, 36–46.
- Forman, R. T. T., & Hersperger, A. M. (1996). Road ecology and road density in different landscapes, with international planning and mitigation solutions. İçinde *Transportation and Wildlife: Reducing Wildlife Mortality and Improving Wildlife Passageways Across Transportation Corridors* (ss. 1-23).
- Gumus, S., Aricak, B., Enez, K., & Acar, H.H. (2009). Analysis of tree damage caused by rockfall at forest road construction works, *Croat. J. For. Eng.*, 30 (2), 151-158.
- Gümüş, S., & Acar, H. H.. (2005). Orman yollarının planlanmasında çevre etki değerlendirmesi imkanları. *Çevre ve Orman Bakanlığı, Tebliğler Kitabı*, 11(1), 259-266.
- Hardin, P. J., Jackson, M. W., Anderson, V. J., & Johnson, R. (2007). Detecting squarrose knapweed (*Centaurea virgata* Lam. Ssp. *squarrosa* Gugl.) using a remotely piloted vehicle: A Utah case study. *GISci. Remote Sens.*, 44, 1548-1603.
- Haser, A. B. (2010). Bu insansız hava aracından daha önce yapmamış mıydık. *Bilim ve Teknik Dergisi*, Aralık.
- Heinimann, H. R., (1998). Opening-up Planning Taking Into Account Environmental and Social Integrity. İçinde *Proceedings of The Seminar on Environmentally Sound Forest Roads and Wood Transport* (ss. 62-69).
- Hervouet, A., Dunford, R., Piegay, H., Belletti, B., & Tremelo, M. L. (2011). Analysis of post-flood recruitment patterns in braided channel rivers at multiple scales based on an image series collected by unmanned aerial vehicles, Ultralight aerial vehicles, and satellites. *GISci. Remote Sens.*, 48, 50-73.
- Hinkley, E. A., & Zajkowski, T. (2011). USDA Forest Service-NASA: Unmanned aerial systems demonstrations—pushing the leading edge in fire mapping. *Geocarto Int.*, 26, 103-111.
- Hruza P., Mikita T., & Janata P. (2016). Monitoring of forest hauling roads wearing course damage using unmanned aerial systems. *Acta Universitatis Agriculturae Et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 64(5), 1537-1546.
- Hunt, E. R., Cavigelli, M., Daugherty, C. S. T., McMurtrey, J. E., & Walthall, C. L. 2005. Evaluation of digital photography from model aircraft for remote sensing of

- crop biomass and nitrogen status. *Precis. Agric.*, 6, 359-378.
- Hunt, E. R., Hively, W. D., Fujikawa, S. J., Linden, D. S., Daughtry, C. S. T., & McCarty, G.W. (2010). Acquisition of NIR-Green-Blue digital photographs from unmanned aircraft for crop monitoring. *Remote Sens.*, 2, 290-305.
- Kim N.V, & Chervonenkis M. A. (2015). Situation control of unmanned aerial vehicle for road traffic monitoring. *Modern Applied Science*; 9 (5), 1-13.
- Laliberte A. S., Winters, C., & Rango, A. (2011). UAS remote sensing missions for rangeland applications. *Geocarto Int.*, 26, 141-156.
- Laliberte, A. S., & Rango, A. (2011). Image processing and classification procedures for analysis of sub-decimeter imagery acquired with an unmanned aircraft over arid rangelands. *GISci. Remote Sens.*, 48, 4-23.
- Le Hir, C., Berger F., Dorren L. K. A., & Quetel C. (2004). Forest: A Natural Means Of Protection Against Rockfall, But How To Reach Sustainable Mitigation. İçinde *Proceedings of the Internationales Symposion Interpraevent* (ss.59-69).
- Lejot, J., Delacourt, C., Piégay, H., Fournier, T., Trémélo, M. L., & Allemand, P. (2007). Very high spatial resolution imagery for channel bathymetry and topography from an unmanned mapping controlled platform. *Earth Surf. Proc. Land.*, 32, 1705-1725.
- Lempérière, G. (1994). Ecology of the great european spruce bark beetle dendroctonus micans. *Ecologie*, 25 (1), 31-38.
- Lindner G., Schraml K., Mansberger R., & Hübl J. (2015). UAV monitoring and documentation of a large landslide. *Applied Geomatics*, 8(1), 1-11.
- Tunay, M., Acar, H. H., & Melemez, K., (2001). Work performance of Koller K300 cable system on difficult terrain in Turkey.
- Mitch, B., & Salah, S. (2009). Architecture for Cooperative Airborne Simultaneous Localization and Mapping. *Journal Intelligent. Robotic System*, 55, pp. 267-297.
- Niethammer, U., Rothmund, S., & Joswig, M. (2009). UAV-based remote sensing of the slow-moving landslide super-Sauze. İçinde *In Proceedings of the International Conference on Landslide Processes: from geomorphologic mapping to dynamic modelling* (ss .69–74).
- OGM, 2008a. *Orman yolları planlaması, yapımı ve bakımı*, Rapor No: 292, Orman Genel Müdürlüğü.
- OGM, 2008b. *2003-2007 Çalışma döneminin değerlendirilmesi*, Orman Genel Müdürlüğü.
- OGM, 2009. *2008 Yılı Sürdürülebilir Orman Yönetimi Kriter ve Göstergeleri Raporu*, Ankara.
- OGM, 2015, *Türkiye Ormanları*. viewed 19 December 2016, <https://www.ogm.gov.tr/ekutuphane/Yayinlar/Türkiye%20Orman%20Varlığı-2015.pdf>.
- Özcan, G. E., Eroğlu, M., & Alkınıc H. A, (2006). Pest status of Dendroctonus micans (kugelann) (Coleoptera: Scolytidae) and the effect of Rhizophagus grandis (Gyllenhal) (Coleoptera: Rhizopgagidae) on the population of Dendroctonus micans in the oriental spruce forests of Turkey. *Journal of Entomology*, 30(1), 11-

- Öztürk, T., & Ayberk, H. (2005). Doğu Karadeniz Bölgesinde Orman Yol Yapımının Ormanların Korunması Açısından Değerlendirilmesi, İçinde *Ladin Sempozyumu* (ss. 809).
- Perret, S., Baumgartner, M., & Kienholz, H. (2006). Inventory and analysis of tree injuries in a rockfall-damaged forest stand. *European Journal of Forest Research*, 125, 101-110.
- Perret, S., Dolf, F., & Kienholz, H. (2004). Rockfalls into forests: analysis and simulation of rockfall trajectories – considerations with respect to mountainous forests in Switzerland. *Landslides*, 1(2), 1233-130.
- Senturk, N., Ozturk, T., Inan, M., & Bılıcı, E. (2018). Investigation of environmental damages caused by excavated materials at forest road construction in the mediterranean region of Turkey, *Applied Ecology And Environmental Research*, 16(4), 4029-4038.
- Snavely, N. (2008). ‘Scene reconstruction and visualization from Internet photo collections’, PhD thesis, University of Washington, USA.
- Snavely, N., Seitz, S. N., & Szeliski, R. (2006). Photo Tourism: Exploring Image Collections in 3D. *ACM Transactions on Graphics*, 1–12.
- Ürgeç, İ., S. (1998). *Genel Plantasyon ve Ağaçlandırma Tekniği*. Trabzon: Karadeniz Kitabevi.”
- Tavşanoğlu, F., (1974). *Sel Yataklarının Tahkimi, Ders Notları*. İ.Ü. Orman Fakültesi
- Tosun, S. (1994). *Sarıçam(Pinus silvestris L.)*. Isparta: Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları.
- Tunay, M. & Melemez, K. (2004). Dik eğimli arazide orman yol inşaatının çevresel etkileri. *Ekoloji*, 13 (52), 33-37.
- Türk, Y., Aydın, A., Eker, R., & Bodur M. (2018). Evaluation of UAV Usage Possibility in Determining the Environmental Impacts of Construction Activities of Forest Roads: Preliminary Results. İçinde *International Ecology 2018 Symposium*.
- Wang, G., & Wu, Q. M. J. (2011). *Guide to Three Dimensional Structure and Motion Factorization*. London: Springer.
- Watts, A. C., Ambrosia, V. G., & Hinkley, E. A. (2012). Unmanned aircraft systems in remote sensing and scientific research: classification and considerations of use. *Remote Sensing*, 4(6), 1671-1692.
- Westoby, M. J., Brasington, J., Glasser, N. F., Hambrey, M. J., & Reynolds, J. M. (2012). ‘Structure-from-Motion’ photogrammetry: A low-cost, effective tool for geoscience applications. *Geomorphology*, 179, 300–314.
- Xiang, H., & Tian, L. (2011). Development of a low-cost agricultural remote sensing system based on an autonomous unmanned aerial vehicle (UAV). *Biosystems Engineering*, 108(2), 174–190.
- Zarco-Tejada, P. J., Berni, J. A. J., Suárez, L., Sepulcre-Cantó, G., Morales, F., & Miller, J. R. (2009). Imaging chlorophyll fluorescence with an airborne narrow-band multispectral camera for vegetation stress detection. *Remote Sens. Environ.*, 113, 1262-1275.

Zhang C. (2008). An UAV-based photogrammetric mapping system for road condition assessment. *Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci.*, 37, 627-632.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Mücahit BODUR
Doğum Tarihi ve Yeri : 17.04.1991, Kepsut
Yabancı Dili : İngilizce
E-posta : mucahitbodur1081@gmail.com

ÖĞRENİM DURUMU

Derece	Alan	Okul/Üniversite	Mezuniyet Yılı
Y. Lisans	Orman Mühendisliği	Düzce Üniversitesi	2019
Lisans	Orman Mühendisliği	Düzce Üniversitesi	2014
Lise		Kepsut Çok Programlı Lisesi	2009

YAYINLAR

1. Türk, Y., Aydın, A., Eker, R., & Bodur M. (2018). Evaluation of UAV Usage Possibility in Determining the Environmental Impacts of Construction Activities of Forest Roads: Preliminary Results. İçinde *International Ecology 2018 Symposium* (ss. 469).