T.C.
KASTAMONU ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ORMAN SAHALARINDA AĞAÇ BOYUNUN FOTOGRAMETRİK YÖNTEMLERLE ELDE EDİLMESİ

Nermin AKARSU

Danışman	**Doç. Dr. Arif Oğuz ALTUNEL**
Jüri Üyesi	**Dr. Öğr. Üyesi Muammer ŞENYURT**
Jüri Üyesi	**Dr. Öğr. Üyesi Alper BULUT**

YÜKSEK LİSANS TEZİ
ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

KASTAMONU – 2019

TEZ ONAYI

Nermin AKARSU tarafından hazırlanan "**Orman sahalarında ağaç boyunun fotogrametrik yöntemlerle elde edilmesi**" adlı tez çalışması aşağıdaki jüri üyeleri önünde savunulmuş ve **oy birliği** ile Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Orman Mühendisliği Anabilim Dalı**'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman	Doç. Dr. Arif Oğuz ALTUNEL Kastamonu Üniversitesi	.....
Jüri Üyesi	Dr. Öğr. Üyesi Muammer ŞENYURT Çankırı Karatekin Üniversitesi	.....
Jüri Üyesi	Dr. Öğr. Üyesi Alper BULUT Kastamonu Üniversitesi	.....

03/10/2019

Enstitü Müdürü	Doç. Dr. Nur BELKAYALI	.....

TAAHHÜTNAME

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildirir ve taahhüt ederim.



Nermin AKARSU

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ORMAN SAHALARINDA AĞAÇ BOYUNUN FOTOGRAMETRİK YÖNTEMLERLE ELDE EDİLMESİ

Nermin AKARSU
Kastamonu Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Orman Mühendisliği Ana Bilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Arif Oğuz ALTUNEL

Orman biokütlesinin dinamiklerini zamansal ve mekânsal olarak belirlemek, sürdürülebilir orman yönetimi ve planlaması için vazgeçilmez bir kaynaktır. Orman dinamiklerinin belirlenmesinde orman kaynakları envanterinden yararlanılmaktadır. Orman kaynakları envanterinde bilgi toplamak için yararlanılan yersel ölçümler oldukça zaman alıcı ve külfetlidir. Orman envanteri parametrelerinden biri de ağaç boyudur. Bu zaman alıcı ve külfetli çalışmalara uzaktan algılama verileri önemli bir alternatiftir ve gelişen teknoloji ile birçok bilinmeze ışık tutmaya devam etmektedir. Bu çalışmanın temel amacı, orman envaneteri parametrelerinden biri olan ağaç boyunun fotogrametrik yöntemlerle elde etmeye çalışmaktır.

Bu çalışmada; Kastamonu Orman Bölge Müdürlüğüne bağlı İhsangazi Orman İşletme Müdürlüğünün İhsangazi Orman İşletme Şefliği sınırları içerisinde 2015 yılında meydana gelen devrik sahasından 120 adet ağacın koordinatları alınıp boyları ölçülerek envanter karneleri oluşturulmuştur. Çalışmada Bilgi Sistemleri Daire Başkanlığı tarafından temin edilen hava fotoğrafları ve Harita Genel Komutanlığınca üretilmiş olan 1/25.000 ölçekli topografik meşcere haritalarından yararlanılmıştır. ArcGIS, ERDAS gibi CBS ve uzaktan algılama yazılım programları kullanılarak arazi yükseklik modeli oluşturulmuştur. Elde edilen arazi yükseklik modelinden ölçümü gerçekleştirilen ağaçların koordinatlarının bulunduğu yerdeki yükseklik verileri çekilerek yersel ölçümler sonucu elde edilen ağaç boyları ile karşılaştırmalı olarak incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Fotogrametri, Hava Fotoğrafı, Ağaç Boyu

2019, 34 sayfa
Bilim Kodu: 1205

ABSTRACT

MSc. Thesis

PRODUCTION OF WOOD HEIGHT OF FOREST AREAS BY PHOTOGRAMMETRIC METHODS

Nermin AKARSU

Kastamonu University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Forest Engineering

Supervisor:Assit. Prof. Dr. Arif Oğuz ALTUNEL

Determining the dynamics of forest biomass on a temporal and spatial basis is an indispensable resource for sustainable forest management and planning. Forest resources inventory is used to determine forest dynamics. Regional measurements used to gather information in forest resource inventory are very time consuming and difficult. One of the forest inventory parameters is tree height. Remote sensing data is an important alternative to these time-consuming and cumbersome studies and continues to shed light on many unknowns with advancing technology.

The main aim of this study is to obtain the height of the tree which is one of the forest inventory parameters by photogrammetric methods. In this study, 120 tree coordinates were taken from the overthrown area of İhsangazi Forest Administration Directorate of İhsangazi district of Kastamonu province, their length (tree length) was measured and inventory reports were created. Aerial photographs provided by the Information Systems Department and 1 / 25.000 scaled topographic stand maps produced by the General Command of Mapping were used in the study. The terrain elevation model was created by using GIS and remote sensing software programs such as ArcGIS and ERDAS. The height data corresponding to the coordinates of the measured trees were obtained from the obtained land elevation model. Afterwards, it was examined comparatively with the tree lengths obtained from local measurements.

Key Words: Photogrammetry, Aerial Photography, Tree Height

Year, 34 pages
Science Code: 1205

TEŞEKKÜR

Öncelikle, yüksek lisans çalışmasında araştırma süresinden itibaren sürekli desteği, sabrı, motivasyonu ve vizyonunu her zaman benimle paylaşan değerli tez danışmanım Doç. Dr. Arif Oğuz ALTUNEL' e içten teşekkür eder, şükranlarımı sunarım. Onun rehberliği, bu tezin her aşamasında bana yardımcı oldu.

Danışmanımın yanı sıra, tezin çeşitli aşamalarında yorumlarını ve cesaretlendirmeleri nedeniyle, aynı zamanda araştırmamı çeşitli bakış açıları ile genişletmemi sağlayan ilgilerini, görüşlerini, önerilerini ve yorumlarını esirgemeyen jüri üyelerim Dr. Öğr. Üyesi Alper BULUT'a ve Dr. Öğr. Üyesi Muammer ŞENYURT' a samimiyetimle teşekkür ederim.

Bu çalışma sırasında bana her konuda destek veren her zaman yanımda olan canım anneme, babama ve kardeşlerime yürekten teşekkür ederim.

Son olarak, tezin araştırılması ve arazi çalışmaları sürecinde bana yardımcı olan, Orman İşletme Müdürlüğü ve çalışanlarına ilgi ve samimiyetlerinden dolayı çok teşekkür ederim.

Nermin AKARSU
Kastamonu, Ekim, 2019

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
TEZ ONAYI	ii
TAAHHÜTNAME	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR	vi
İÇİNDEKİLER	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
TABLOLAR DİZİNİ	x
1. GİRİŞ	1
2.MATERYAL VE METOT	7
2.1.Materyal ve Veri Temini	7
2.2.Yöntem	11
3.2.1.Sayısal Yüzey Modeli Oluşturma (DSM)	11
3.2.2.Sayısal Arazi Modeli Oluşturma (DTM)	16
3.BULGULAR	19
4.TARTIŞMA VE SONUÇ	28
KAYNAKLAR	31
ÖZGEÇMİŞ	34

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

SİMGELER

ha	Hektar
m	Metre
xo	Yatay uzaklık
yo	Düşey uzaklık
zo	Dikey uzaklık
3D	Üç boyutlu

KISALTMALAR

ANOVA	Varyans Analizi
CBS	Coğrafi Bilgi Sistemleri
CHM	Kanopi Yükseklik Modeli
DEM	Sayısal Yükseklik Modeli
DSM	Sayısal Yüzey Modeli
DTM	Sayısal Arazi Modeli
GPS	Küresel Konumlandırma Sistemi
SAS	Statistical Analysis Software
LSD	Anlamlı Fark Testi
TIN	Düzensiz Üçgen Ağları
UTM	Universal Transverse Mercator Coordinate System
WGS	World Geodetic System

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 2.1. Kastamonu Orman Bölge Müdürlüğü Sınırı (İhsangazi Orman İşletme Müdürlüğü) 7
Şekil 2.2. Veri kümesine ait görünüm 10
Şekil 2.3. Pramidal işlem sonucu ERDAS programında görünüm 12
Şekil 2.4. Interior oriantation ve Exterior information işlemleri sonucu ERDAS programında görünüm 13
Şekil 2.5. DTM işlemi sonucu ERDAS programında oluşan görünüm 14
Şekil 2.6. Ortofoto işlemi sonucunda ERDAS programında olan görünüm 15
Şekil 2.7. DSM ve Ortofotoların ArcGIS programında görünümü 16
Şekil 2.8. Topografik meşcere haritası ve onun üzerinden elde edilen eş yükselti eğrilerinin çalışma alanına dağılımı 17
Şekil 2.9. ArcGIS programında Sayısal Arazi Modeli ve Sayısal Yüzey Modeli için oluşturduğumuz TIN' lere ait görünüm 18

TABLOLAR DİZİNİ

Sayfa

Tablo 2.1. Çalışma alanına ait Envanter Karnesi 9
Tablo 3.1. Ağaçların koordinatlarına isabet gelen yükseklik okumalarının DSM, DTM ve GPS' ten elde edilen değerleri 20
Tablo 3.2. DSM ile DTM ve GPS' ten elde edilen yükseklik farklarını gösterir tablo. 21
Tablo 3.3. DSM, DTM ve GPS değeri verilerinin ağaç boyu dağılımı 23
Tablo 3.4. ANAVO işlemi sonucu istatistikler tablosu..... 24
Tablo 3.5. Boyları ölçülen ağaçların normal dağılım tablosu..... 25
Tablo 3.6. DSM ve DTM farkından elde edilen ağaç yükseklik verilerinin dağılımı 26
Tablo 3.7. DSM ile GPS farkından elde edilen ağaç yükseklik verilerinin dağılım tablosu..... 27

1.GİRİŞ

Orman, ekolojik ve ekonomik açıdan çeşitli hizmetler sunan dünya sisteminin önemli bir bileşenidir. Bu nedenle, orman biokütlesinin dinamiklerini mekânsal ve zamansal bağlamda anlamak, sürdürülebilir orman yönetimi ve planlaması için esastır. Hayati bir ekosistem olarak, mekânsal ve zamansal bağlamda orman dinamikleri uygun şekilde anlaşılmalıdır. Sürdürülebilir orman planlaması ve yönetimi için biyofiziksel ve biyokimyasal özelliğini içeren orman dinamiklerini haritalamak şarttır (Franco-Lopez ve ark.). Orman dinamiklerini haritalandırmak için orman kaynakları envanterine ihtiyaç vardır.

Orman kaynakları envanteri, orman ekosisteminin bizzat kendi varlığı ve bu ekosistem içinde kendiliğinden oluşan ürün ve hizmetler ile bunların oluşumu üzerinde etkili olan faktörlere yönelik olarak yapılan ölçme, gözlem, sayım ve değerlendirme işlemlerini kapsayan sistemli, teknik ve istatistik işlerin tamamı olarak adlandırılmaktadır (Asan, 1995; Asan, 2001). Orman Kaynakları Envanterinde bilgi toplamak amacıyla, yersel ölçmelerden yararlanılmaktadır. Yersel ölçme ve gözlemler doğru ve ayrıntılı bilgi toplanmasına olanak sağlamakla birlikte, oldukça zaman alıcı ve külfetlidir. Orman envanterinde giderlerin önemli bir bölümünü oluşturan, son derece zaman alıcı ve külfetli olan yersel ölçümleri en aza indirmek için geniş ölçüde uzaktan algılama verilerinden yararlanılmaktadır. (Eler, 2001).

Uzaktan algılama teknolojisi, hava fotoğrafçılığının bilim ve teknolojisinden kaynaklanmaktadır (Silva, 1978). Hava fotoğrafının tarihçesi 200 yıl kadar önce demir madenlerinin yerini tespit etmek için yüksek yerlerden yapılan gözlemlere kadar inmektedir. İlk hava fotoğrafı 1858 yılında, Gaspard Felix Tournachon adlı Fransız fotoğrafçı tarafından 80 m yükseklikteki bolandan çekilmiştir. Daha sonraki yıllarda ise hava fotoğrafı uçurtma ve güvercinlere yerleştiren kameralarla alınmaya başlanmıştır.1909 yılından sonra ise uçaklara yerleştirilen kameralarla alınmıştır. 1940' larda radarın gelişimi (Jensen, 2000), 1950' lerde termal görüntüler, 1960' larda meteorolojik uydu verilerinin rutin olarak kullanılabilirliği, 1960' larda Dünya Kaynakları Teknolojisi (ERTS) ve Landsat uydularının 1970' lerde piyasaya

sürülmesi, 1980' lerde orta ve kaba ölçekli izlemenin sürmesi, 1990' ların sonlarında uydunun ortaya çıkışı ile yüksek mekansal ayrıntılara sahip görüntüler (Landgrebe, 1997) ve 2000' li yıllarda Lidar uygulaması kullanılmaya başlanmıştır (Lefsky vd., 1999). 1991 yılından sonra ise ülkemiz ormancılığında renkli kızılötesi hava fotoğrafları kullanılmaya başlanmıştır.

Uçaklara yerleştirilmiş uygun film ve filtrelerle objelerden yansıyan ışığın kameralar yardımıyla bir emülsiyon üzerinde saptanması ile elde edilen hava fotoğrafı görüntülerini kayıt ederek ölçerek ve yorumlayarak fiziksel neslerlere ait güvenilir ölçü ve bilgiler elde etme bilimi, sanatı ve teknolojisi Fotogrametri olarak adlandırılmaktadır.

1970’ li yılların başından beri bilimsel anlamda kullanılan uzaktan algılama verileri, uydu ve bilgisayar teknolojisindeki gelişmelere bağlı olarak, yeryüzünün araştırılması için bir çok bilim dalında (ormancılık, kartoğrafya, jeomorfoloji, jeoloji, hidroloji, şehircilik, tarım, deniz bilimleri vb.) kullanım olanağı bulmuştur. Hava fotoğraflarının başlıca kullanım alanlarını şu şekilde özetlemek mümkündür (Akça, 1989):

1- Orman Kadastro Ölçmeleri,
2- Orman Amenajmanı,
3- Ormancılık Yol Ağı Planlaması,
4- Derelerinin Islahı,
5- Silvikültürel Planlama,
6- Orman Biyotop Haritacılığı Dahil Vejetasyon Araştırmaları,
7- Çevre ve Peyzaj Düzenleme ve Planlamaları,
8- Orman Ölçme Bilgisi; Dentrometri ve Envanter Çalışmaları,
9- Hasılat Bilgisi Araştırmaları,
10- Orman Envanteri ve Orman Ekosistemlerinin Araştırılması,
11- Hasta ve Bozuk Nitelikli Orman Alanlarının Belirlenmesi,

Belirtilen kullanım alanlarına karşın hava fotoğraflarının ormancılıkta başlıca en önemli yararlanma sahası, her zaman için "Orman Amenajmanı" dır. Orman Amenajmanı alanında hava fotoğraflarından yararlanma olanaklarını ise şu şekilde özetlenebilir. (Akça, 1990):

l- Ormanda ve Büroda yardımcı bilgiler toplamak,

2- Meşcere Tiplerinin belirlenmesi ve Fotoğraflardan meşcere verilerinin elde edilmesi,

3- Ormanda ölçmelerin yapılması ve meşcere haritalarının yenilenmesi,

4- Yüz ölçümü kontrolü,

5- Alan Envanteri,

6- Yetişme Ortamı Envanteri,

7- Ağaç Serveti Envanteri,

8- Ormancılık Proje Çalışmaları.

Orman yapısının mekânsal ve zamansal değişimleri hakkında bilgi orman yönetimi ve ekolojide önemli bir bileşendir (Ridder, 2007). Orman yapısı, dikey kapalılık yapısını ve geometrisini (örneğin, boyut, yükseklik ve şekil), ağacın konumunu ve türlerini içerir (Spies, 1998; Hurtt vd., 2004). Bu bileşenlerin tahmini, kök çapı, genel alan, biokütle, meşcere hacmi ve orman yoğunluğu gibi geniş ekolojik ilgi alanlarına sahip birçok orman özelliğinin tanımlanmasına izin vermektedir.

Ormanın geometrisini oluşturan yükseklik ise, içerisinde bulundurduğu objelerin yani ağaçların boyudur. Ağaç boyunun uzaktan algılama verileri ile elde edilmesi en fazla emek ve kaynağın harcandığı süreç olarak karşımıza çıkan envanter aşamasının daha basite indirgenmesini sağlamaktadır.

Yersel ölçümlere göre basite indirilen süreçte ağaç boyunun elde edilmesi son zamanlarda birçok çalışmaya konu olan orman biyokütlesinin hesaplanması konusunda yardımcı olmaktadır.

Hava fotoğrafları pratik ormancılığa gidildikçe daha fazla uygulanmaktadır. Özellikle orman araştırmalarına, birçok orman özelliği, yalnızca yersel yöntemleriyle mümkün olandan daha büyük fotoğraflarda tanınabilmektedir. Temel ihtiyaç, nicel terimleri tanımlamak için kullanılan araç ve yöntemlerdir (Seeley, 1942).

Hava fotoğrafları üzerinde ağaç boylarını ölçmenin bir yolunu gösteren Seeley (1942), hava fotoğraflarından ağaç boyunu ölçmek için kullanılan prosedürleri geliştirerek fotoğraflarını çekmiştir. Ayrıca ağaç boyunu yüksekliğe dönüştürmek için gereken derlemeyi azaltan bir sistem geliştirmiştir.

Seeley' in yöntemleri, Pensilvanya‘ nın kuzeydoğu orman deneme bölgesinde uygulanmıştır. Odun hacmini şimdiki terimiyle biokütleyi tahmin ederken hava fotoğrafı üzerinden belirlenen ağaç boylarının kullanılabilirliğine değinmiştir (Seeley,1942).

Avustralya’nın kuzey bölgesindeki Timsah Nehri boyunca mangrovların zamansal dinamiklerini değerlendirmek için 1950 ve 1991’de çekilmiş hava fotoğraflarının kullanımını araştıran Lucas (2001), her iki yıl için dijital ortomozaik ve Dijital Yükseklik Modellerini (DEM' ler) oluşturarak mangrov kanopi yüksekliklerinin sınıflandırması kullanılarak haritalamıştır.

Mangrov kapsamının karşılaştırılması, belki de tuzlu su koşullarının karaya doğru uzamasına neden olan hidrolojik değişikliklere cevaben 41 yıllık dönemde önemli bir değişiklik ortaya koyduğuna değinmektedir. Lucas (2001), Mangrovların hidrolojik değişimler ve deniz seviyesinin yükselmesi de dahil olmak üzere çevresel değişime uzun vadeli tepkisini izlemek ve anlamak için zaman serisi hava fotoğrafçılığını kullanmanın uygulanabilirliğini göstermiştir.

Benoit (2001), yapmış olduğu çalışmada ilk geriye dönük lidar verilerini, geçmiş on yılda ormanlık alanda meydana gelen değişiklikleri haritalamak için hava fotoğraflarından elde edilen irtifa modelleriyle değiştirmiştir. Lidar verilerinden elde edilen konopi yüksekliklerini sadece lidar ve fotogrametri verilerinin kombinasyonu ile karşılaştırılmasından oluşan metodalojik adımlar sunmuştur.

Lidar yer irtifa modelini hava fotoğrafı modelinden çıkartarak bir Kanopi Yükseklik Modeli (CHM) oluşturmuştur. Hava fotoğrafı CHM ve lidar CHM, iyi derecede bir korelasyon gösterdiğine değinmiştir.

Orman biokütlesi dinamikleri çalışmalarında, tipik olarak, dünyanın dört bir yanında bulunan, uzun vadeli orman envanteri verilerini kullanılmaktadır. Zaman serisi alan ölçümlerine alternatif olarak hava fotoğraflarından fotogrametrik ölçümler kullanarak bir yöntem sunan Massada (2006), 1978 ve 2003 yılları arasında güney İsrail'de yarı kurak bir orman olan Yatir Ormanı'nın dört hava fotoğrafını kullanarak, ağaç boyunu ve tepe çapını ölçmek için fotogrametrik yöntemler kullanmıştır. Boy ve tepe çapı ölçümlerini, allometrik bir denklem kullanılarak biyokütleye dönüştürmüştür. Bu yöntem, yüksek kaliteli hava fotoğrafçılığı kullanılarak incelenen alanın mekânsal ve zamansal olarak kapsandığını ve fotoğraflarda ağaçların ayırt edilebildiğini varsayarak, orman biokütle dinamikleri çalışmaları için alan örneklemesine bir alternatif olarak kullanılabileceğine değinmiştir.

Lidar ve dijital stereo-fotogrametri gibi çeşitli teknikler, orman ağaç yüksekliğinin haritalandırılması için büyük umut vaat etmektedir. St-Onge, 2007 yılında yapmış olduğu çalışmada, CHM' ler oluşturmak için hava fotoğrafı ve lidar tekniklerini birleştirmiştir. Bu yaklaşım, arşivlenmiş hava fotoğrafları kullanılarak orman yapısının geriye dönük olarak haritalanması olasılığını ortaya koymak için yapılmıştır. Çalışmada, hava fotoğrafı ve lidar CHM' lerinin doğruluğunu, referans lidar CHM' leriyle karşılaştırarak değerlendirmiş ve yüksek düzeyde birbiri ile korele olduğunu göstermiştir.

St- Onge' nin 2008 yılında yapmış olduğu bir diğer çalışmada ise bir Ikonos stereo çifti ve bir lidar sayısal arazi modelinden (DTM) elde edilen orman yüksekliği ve biokütle tahminlerinin doğruluğunu değerlendirilmesidir.. Stereo çiftin eşleşen görüntüleri bir dijital yüzey modeli oluşturmak için kullanılmıştır. Lidar DTM'nin çıkarılmasıyla bir CHM oluşturulmuştur. Ikonos ve lidar yükseklik yüzdeleri CHM' den çıkarılmış ve meşcere üst boyu ve yer üstü biokütlesini tahmin etmek için kullanmıştır. Meşcere üst boyu ve biokütle için belirleme katsayısı sırasıyla 0.91 ve 0.79 olarak elde etmiştir .

Ağaç boyunun uzaktan algılama verileri ile elde edilmesi en fazla emek ve kaynağın harcandığı süreç olarak karşımıza çıkan envanter aşamasını daha basite indirgememizi sağlamaktadır. Son yıllarda farklı uzaktan algılama tekniklerinin teknolojide meydana gelen gelişmelere bağlı olarak özellikle ağaç serveti envanterinde sıkça kullanılmaya başlandığı görülmektedir.

Vejetasyona nüfuz etme kabiliyetleri gibi aktif uzaktan algılama cihazlarının teknolojik yetenekleri, Lidar'ın yaygın olarak kullanılmasını desteklemektedir (Drake, 2002; Andersen, 2006). Lidar verileri bölgesel bir ölçekte orman yapı bilgisini türetmek için birincil uzaktan algılama tekniğini temsil etmektedir. Ancak, çok maliyetli ve bölgesel olmasından dolayı Lidar verileri yaygın olarak kullanılamamaktadır.

Bu çalışmanın temel amacı; çalışma alanına ait hava fotoğraflarından bir Sayısal Yüzey Modeli (DSM) oluşturmak ve bu modelden topografik meşcere haritasından elde edilecek olan Sayısal Arazi Modeli (DTM) verileri arasındaki fark ile Küresel Konumlandırma Sistemi (GPS) ile ölçülen yükseklik verileri arasındaki farkı, yersel ölçümler sonucu elde edilen ağaçların boyları ile aralarında anlamlı bir farkın olup olmadığını incelemektir.

2. MATERYAL VE METOT

2.1.Materyal ve Veri Temini

Çalışma Kastamonu Orman Bölge Müdürlüğüne bağlı İhsangazi Orman İşletme Müdürlüğünün İhsangazi İşletme Şefliği sınırları içerisinde bulunmaktadır. İhsangazi İşletme Şefliğinin kuzeyinde; Daday Orman İşletme Müdürlüğü, güneyinde; İhsangazi İşletme Müdürlüğüne bağlı Mergüze İşletme Şefliği, doğusunda; Kastamonu Orman İşletme Müdürlüğü, batısında; Araç Orman İşletme Müdürlüğü bulunmaktadır. Çalışma alanı, Araç karayolu güzergahı üzerinde Çal Tepe mevkiinin doğusunda bulunmaktadır. Coğrafi konum olarak ise " 45,7100 - 45,72000 " enlemleri ile " 54,3000 - 54,5000 " boylamları arasında yer almaktadır (Şekil 1.1).



Şekil 2.1. Kastamonu Orman Bölge Müdürlüğü Sınırı (İhsangazi Orman İşletme Müdürlüğü)

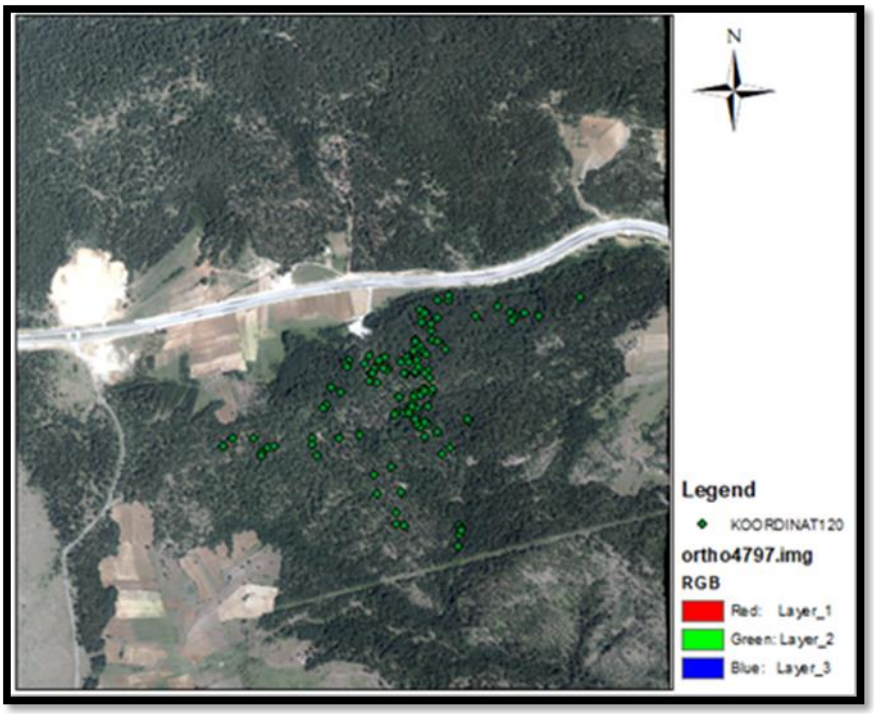
İhsangazi Orman İşletme Şefliğinin 82, 83, 84 ve 85 nolu bölmelerinde 2015 yılı şubat ayında meydana gelen fırtına sonucu kırık ve devrikler oluşmuştur. Kar erimeleri sonucu drenajın da yüksek olması sebebiyle zarar gören ağaçların çoğunluğu kökten devrilmiştir. Çalışmada devrilen ağaçları tercih etmemizin sebebi ise kolay ve doğru bir şekilde ağaçların boylarının elde edilebilecek olmasıdır.

Çalışmada 120 adet ağacın şerit metre ile boyları ölçülerek GPS ile koordinatları ve yükseklik değerleri (z değeri) alınmıştır. Ağaç boyları, koordinatlarına ve yükseklik değerlerine dair envanter karnesi oluşturulmuştur (Tablo 2.1). Yersel ölçümler sonucu elde edilen envanter karnesi verilerinin oluşturduğu veri kümesi ise Şekil 2.2.'de gösterilmiştir.

Çalışmada kullanılan veriler oluşturulurken Evrensel Enlem Merkatörü 36. dilim projeksiyonu (UTM Zon36) ve Dünya Jeodezik Sistemi-1984 (WGS 84) datumu kullanılmıştır.

Tablo 2.1. Çalışma alanına ait Envanter Karnesi.

Ağaç No	X Koordinat	Y Koordinat	Z Değeri (m)	Ağaç Boyu (m)	Ağaç No	X Koordinat	Y Koordinat	Z Değeri (m)	Ağaç Boyu (m)
1	544070	4572021	1136,8	14,8	61	543997	4571649	1125,9	15,5
2	544001	4571985	1144,1	20,0	62	543968	4571657	1127,0	8,1
3	544050	4571554	1121,8	15,6	63	543949	4571676	1128,6	8,3
4	544039	4571621	1122,7	20,1	64	543943	4571844	1144,3	17,0
5	543982	4571632	1123,0	16,0	65	543968	4571735	1128,7	14,2
6	543976	4571642	1122,7	16,0	66	543940	4571798	1132,0	11,5
7	543968	4571658	1124,9	12,5	67	543937	4571800	1132,9	14,5
8	543948	4571678	1125,7	11,5	68	543969	4571800	1132,7	13,6
9	543935	4571678	1125,9	12,0	69	543968	4571800	1132,4	17,2
10	543951	4571689	1123,1	16,0	70	543971	4571894	1131,7	20,0
11	543986	4571989	1143,0	19,5	71	543766	4571839	1126,9	8,2
12	543913	4571680	1125,2	7,0	72	543760	4571829	1127,2	6,9
13	543909	4571674	1125,2	23,0	73	543761	4571816	1128,7	22,0
14	544000	4571604	1123,7	21,7	74	543926	4571830	1141,8	17,5
15	544106	4571334	1109,0	13,5	75	543713	4571752	1135,7	21,0
16	543987	4571965	1141,6	21,0	76	543950	4571831	1141,3	19,5
17	544109	4571325	1109,2	14,0	77	543973	4571835	1140,7	17,0
18	544106	4571306	1110,2	13,0	78	543981	4571817	1140,0	14,0
19	544098	4571270	1110,3	16,0	79	544040	4572021	1136,2	21,1
20	543935	4571335	1129,9	20,0	80	544007	4571806	1139,9	12,5
21	543912	4571342	1133,1	14,5	81	544000	4571800	1139,3	6,7
22	543912	4571372	1133,1	16,0	82	544012	4571786	1138,1	16,6
23	543928	4571435	1125,6	17,1	83	544020	4571742	1134,8	11,0
24	543896	4571512	1128,0	19,6	84	544024	4571749	1132,9	15,1
25	543987	4571954	1142,4	22,4	85	543999	4571752	1132,0	17,0
26	543845	4571491	1134,2	17,7	86	544153	4571973	1145,1	23,5
27	543740	4571603	1132,7	14,7	87	543996	4571748	1130,2	16,9
28	543829	4571776	1128,7	18,4	88	544000	4571744	1129,4	12,5
29	544017	4571931	1142,5	24,0	89	543985	4571728	1127,4	13,5
30	543853	4571768	1130,0	15,7	90	544007	4571695	1124,7	17,5
31	544023	4571901	1143,4	26,0	91	543974	4571693	1126,2	18,3
32	543996	4571863	1144,1	20,0	92	543974	4571691	1125,8	19,5
33	544002	4571854	1145,5	20,0	93	544036	4571968	1144,6	24,5
34	543983	4571881	1143,9	20,0	94	543966	4571727	1125,9	18,1
35	543968	4571897	1142,9	20,0	95	543958	4571707	1123,7	16,5
36	544070	4572034	1134,0	18,0	96	543960	4571698	1123,7	21,7
37	543974	4571871	1146,8	18,5	97	544063	4571870	1146,6	30,0
38	543966	4571865	1146,0	17,5	98	543924	4571724	1126,6	19,1
39	543384	4571576	1149,6	15,5	99	544039	4571892	1144,3	26,1
40	543417	4571600	1150,3	14,0	100	543887	4571813	1128,7	11,0
41	543479	4571600	1148,9	21,0	101	543881	4571808	1130,0	7,9
42	543501	4571558	1145,4	21,0	102	543876	4571813	1130,2	13,0
43	543501	4571549	1145,1	20,0	103	543869	4571840	1129,4	8,0
44	543523	4571570	1146,2	18,0	104	543879	4571844	1129,3	13,0
45	543540	4571574	1146,9	15,0	105	543860	4571836	1129,3	20,0
46	543814	4571826	1131,6	18,6	106	544019	4571948	1145,7	22,5
47	543951	4571847	1142,1	17,5	107	543831	4571851	1130,2	18,3
48	543845	4571810	1133,3	19,9	108	544222	4571999	1125,2	14,0
49	543835	4571797	1135,2	20,8	109	544275	4571975	1120,5	10,0
50	543841	4571797	1136,0	18,6	110	544263	4571979	1127,0	11,0
51	543745	4571738	1139,9	13,0	111	544258	4571979	1125,3	12,0
52	543700	4571700	1147,5	11,0	112	543998	4571983	1144,6	21,0
53	543690	4571692	1150,1	11,0	113	544267	4571967	1123,2	11,0
54	543658	4571602	1152,5	7,0	114	544263	4571955	1126,6	13,0
55	543946	4571838	1145,4	18,0	115	544304	4571982	1122,6	8,0
56	543656	4571581	1149,5	10,0	116	544472	4572028	1116,8	21,2
57	543669	4571547	1148,0	15,3	117	544345	4571972	1124,5	12,4
58	543852	4571432	1148,5	14,0	118	544132	4571652	1123,3	20,0
59	544112	4571322	1118,2	20,9	119	544130	4571658	1118,5	19,0
60	544007	4571646	1125,9	15,5	120	544077	4571570	1119,1	20,3



Şekil 2.2. Veri kümesine ait görünüm

Sayısal yüzey modeli oluşturmak için veri kümesinin bulunduğu yere ait hava fotoğrafları Bilgi Sistemleri Daire Başkanlığı tarafından temin edilmiştir. Sayısal arazi modeli oluşturmak için ise Harita Genel Komutanlığınca üretilmiş olan 1/25.000 ölçekli topografik meşcere haritasından (E0) yararlanılmıştır.

2.2. Yöntem

ERDAS IMAGINE 2014 Uzakan Algılama ve ArcGIS 10.5 Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) programları yardımı ile çalışma bölgesine ait sayısal yüzey modeli ve sayısal arazi modeli oluşturulmuştur. Sayısal yüzey modeli ile sayısal arazi modeli arasında bir yükseklik farkı elde edilmiştir. Daha sonra yine sayısal yüzey modeli ile GPS' ten elde edilen yükseklik değeri arasında bir fark elde edilmiştir. Elde edilen bu değerler ağaç boyları ile karşılaştırmalı incelenmiştir.

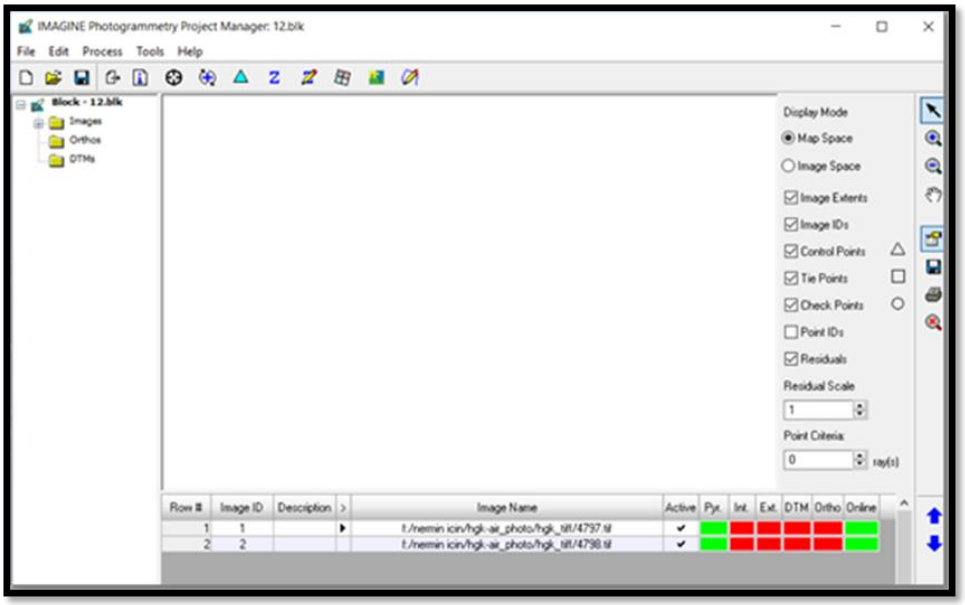
2.2.1. Sayısal Yüzey Modeli Oluşturma (DSM)

Yaklaşık olarak %55-60 ön bindirmeli ve % 25-30 yan bindirmeli olarak çekilen birbirini izleyen fotoğraf çiftlerinde bindirme alanlarının ortasında bulunan alana Efektif alan adı verilir. Bu alan, fotoğraf eğikliği ve topoğrafik kayma gibi nedenlerle oluşan hataların en az olduğu alandır. Sayısal yüzey modeli efektif alan üzerinden elde edilmektedir (URL-1).

Çalışma alanını içine alan 4797 ve 4798 numaralı hava fotoğrafları Bilgi Sistemleri Daire Başkanlığı Harita Genel Komutanlığı tarafından temin edilmiştir. Çalışmada sayısal yüzey modeli oluşturmak için bu iki hava fotoğrafının efektif alanından yararlanılmıştır. Hava fotoğraflarına ait bilgilerde, kameranın özellikleri, uçuş yüksekliği, yatay uzaklığı (x0), düşey uzaklığı (y0), dikey uzunluk (z0), omegea, pi ve kappa değerleri yer almaktadır.

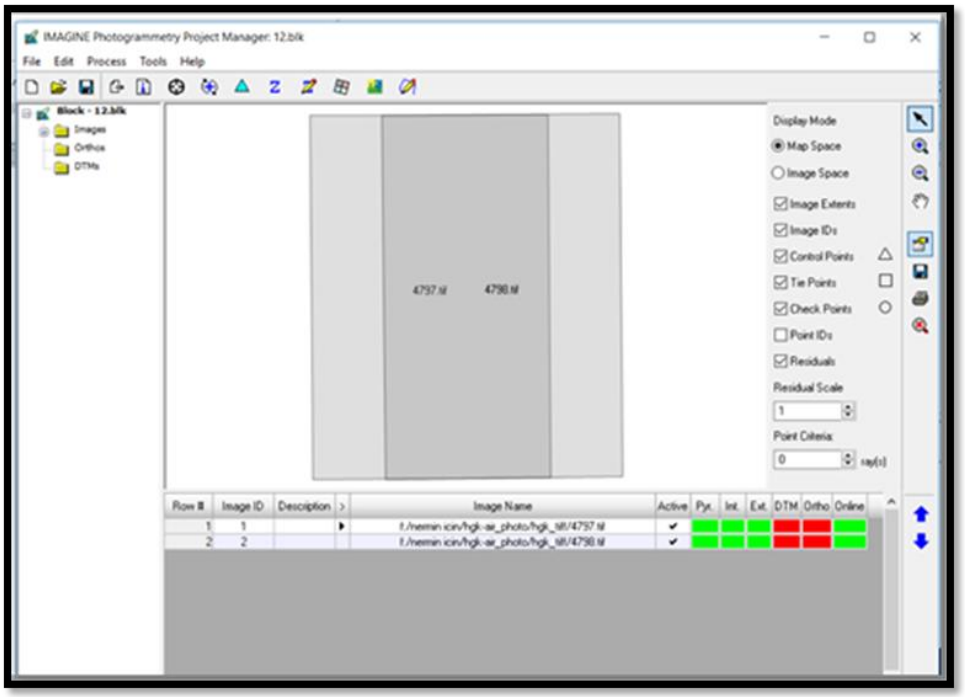
ERDAS IMAGINE 2014 programının Toolbox kutusu içerisinde bulunan ara çalışma programlarından IMAGINE Photogrammetry üzerinde çalışma gerçekleştirilmiştir. İlk olarak çalışma alanına ait projeksiyon sistemi tanımlama işlemi yapılmıştır. Ortalama uçuş yüksekliği (z0) ve kamera özellikleri sisteme tanımlatılmıştır. 4797 ve 4798 numaralı hava fotoğraflarının tiff formatı sistem üzerine çağırılmıştır. Yapılan işlemlere pramidel işlemden başlayarak ortofoto (görüntü) oluşturmaya Şekil 2.3' te görüldüğü gibi her kırmızı kutucuk yeşil renge dönüşünceye kadar devam edilmiştir.

Kırmızı kutucukların yeşil renge dönmesi yapılan işlemlerin sıkıntısız bir şekilde yapıldığının göstergesi olarak belirlenmiştir. Pramidal işlemde her iki fotoğraf seçilerek kırmızı kutucuğa sol tıklanarak ve gerekli komutların verilmesi ile kutucuklar yeşil renge dönüştürülmüştür (Şekil 2.3).



Şekil 2.3. Pramidal işlem sonucu ERDAS programında görünüm

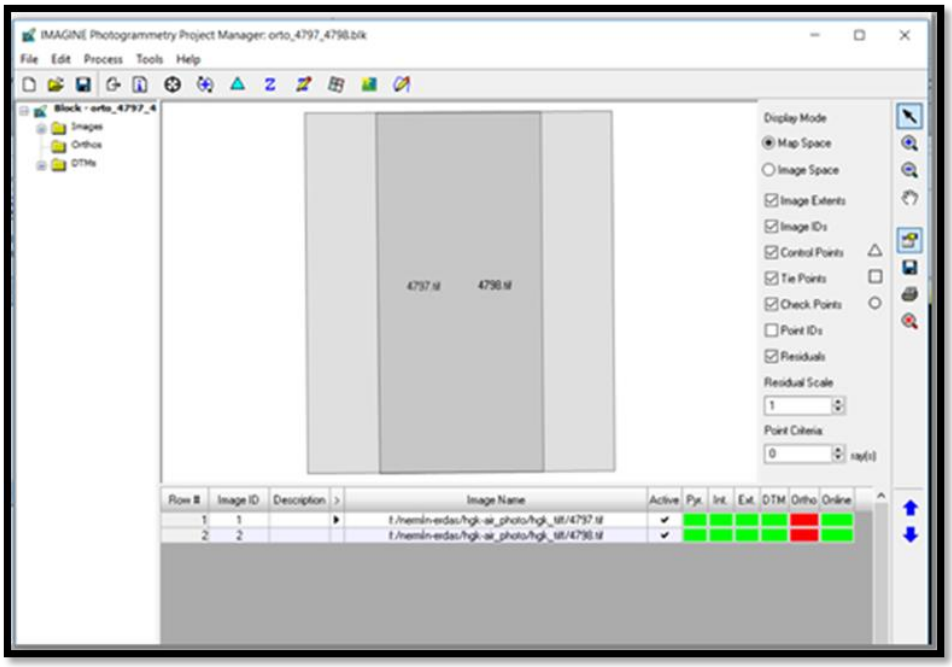
Interior oriantation aşamasında ilerleme göstergesinin yeşil renge dönüşmesi için Harita Genel Komutanlığından alınan çekimi yapan kameranın özelliklerini oluşturan bilgiler içerisinden Pixel Size (Kameranın piksel boyutu) değeri girilmiştir. Daha sonra Exterior information aşamasında ise x0, y0, z0, omega, pi ve kappa değerleri girilip onaylandığında görünüm Şekil 2.4’ deki gibi olmaktadır.



Şekil 2.4. Interior oriantation ve Exterior information işlemleri sonucu ERDAS programında görünüm

Pramidal, Interior Oriantation ve Exterion Information işlem adımlarından sonraki işlem adımı DTM yani arazi modeli oluşturma işlemidir. Bu işlemde de diğer işlemlerde yaptıldığı gibi her iki hava fotoğrafına denk gelen DTM kutucukları yeşil renge dönüştürülerek DSM işleri tamamlanmaktır (Şekil 2.5).

İşleme başlamadan önce cell size (Hücre boyutu) değeri girilmiştir. Bu değerinin önemi ise oluşturulan her bir hücreden ortalama bir yükseklik verisi elde edilmesine olanak sağlamasıdır. Hücre boyutu değeri küçüldükçe elde edilen verinin doğruluğu da o kadar artmaktadır. Bu nedenle çalışmada hücre boyutu değeri 0,30 m olarak girilmiştir.

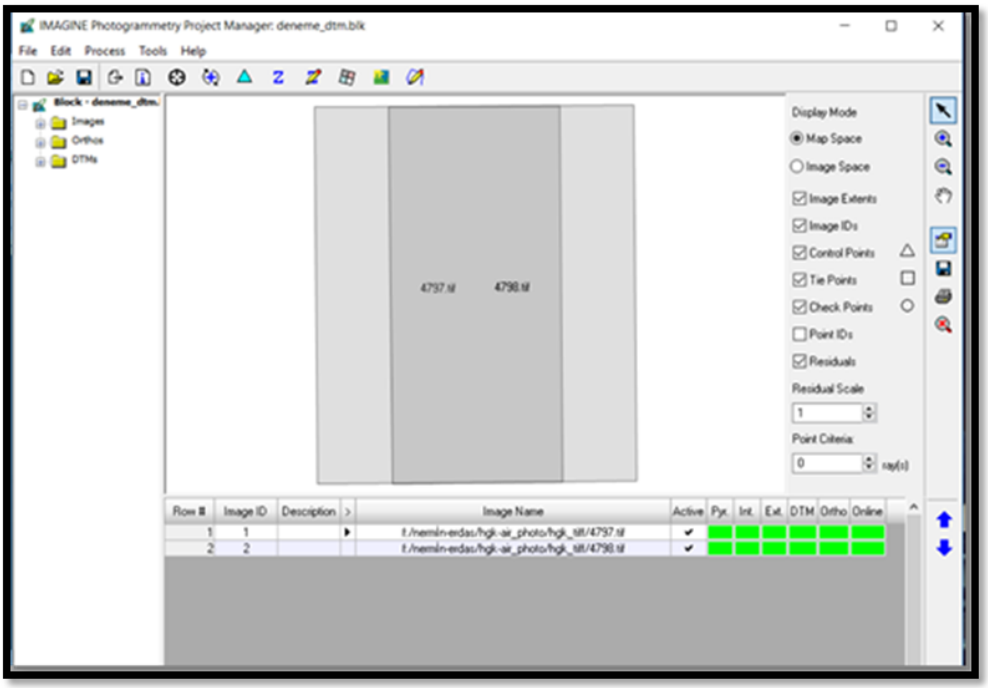


Şekil 2.5. DTM işlemi sonucu ERDAS programında oluşan görünüm

DTM oluşturma işleminden sonraki işlem ortofoto oluşturma işlemi olarak yapılmıştır.

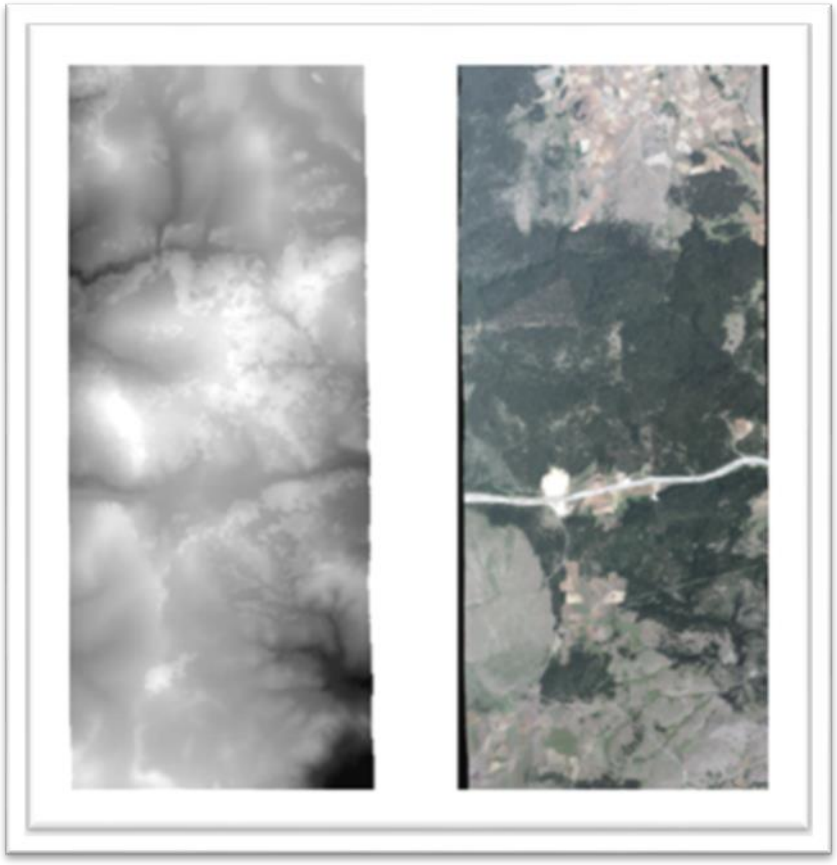
Ortofoto, fotogrametri tekniğiyle fotoğraftaki teknik hatalar giderilerek gerçek düzlemdeki objenin üç boyutlu koordinatlarının merkezsel iz düşüm yöntemine göre otomatik olarak hesaplanıp birim alanda yapılan yataylama sonrası oluşan ölçekli ortaganal fotoğrafa denilmektedir (URL-2).

Ortofoto oluşturma işlemi sırasında hücre boyutu değeri girilerek her iki hava fotoğrafına aynı hücre boyutu değeri verilmiştir. Hava fotoğrafları arasında yatay, düşey ve dikey veri değerleri kontrol edilerek ortofoto işlemi yapılmıştır. Bu son aşamadan sonra sayısal yüzey modeli oluşturulmuştur (Şekil 2.6).



Şekil 2.6. Ortofoto işlemi sonucunda ERDAS programında olan görünüm

ERDAS programında hava fotoğraflarından belli aşamalar sonucu elde edilen DSM ve ortofotoların ArcGIS programındaki görünümleri Şekil 2.7' de gösterilmektedir (Şekil 2.7).



Şekil 2.7. DSM ve Ortofotoların ArcGIS programında görünümü

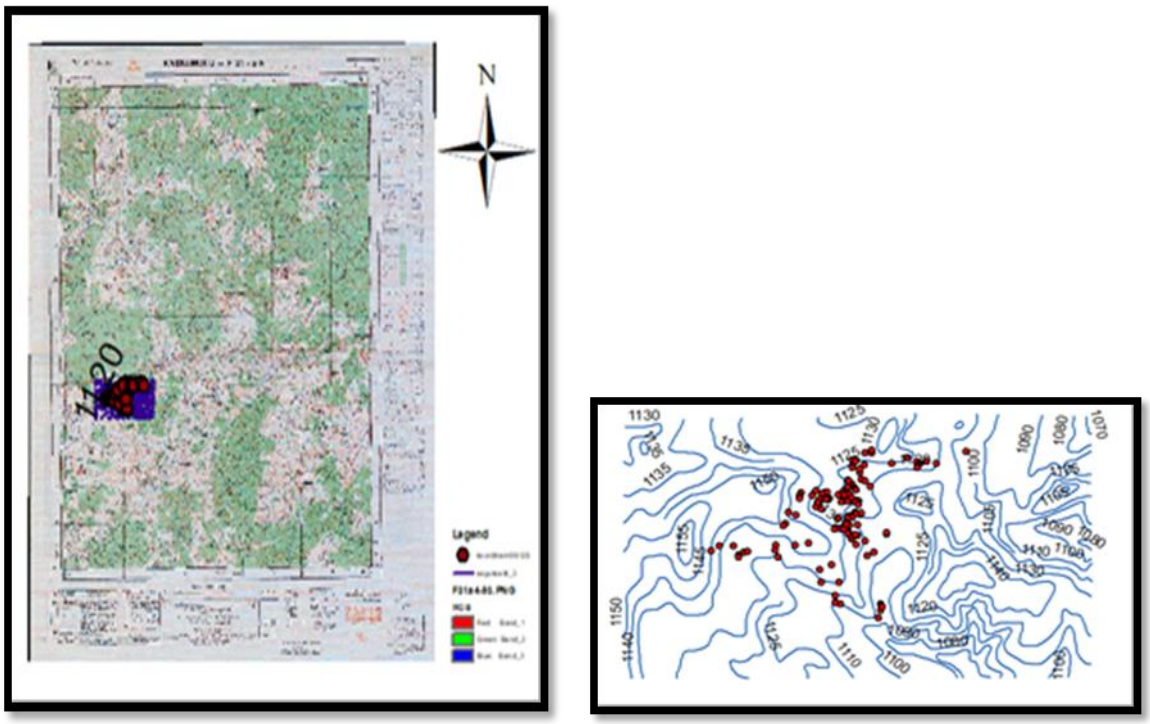
2.2.2. Sayısal Arazi Modeli Oluşturma (DTM)

Sayısal Arazi Modelleri, digital olarak nokta ve çizgiler ile arazi yüzeyinin, gösterimini sağmaktadır. Yumuşak veya sert kırıklı çizgilerle ve noktalarla tanımlanabilen morfolojik detaylarla tamamlanan, düzenli veya düzensiz dağılımdaki noktalarla arazi yüzeyinin temsil edilmesidir. Noktalar ve çizgiler, aralarındaki lokal enterpolasyonlarla birlikte arazi yüzeyini temsil etmektedir (Erdoğan, 2007).

Günümüzde gelişen teknoloji ile birlikte DTM' lerin genelikle raster veri olarak kullanılması tercih edilmektedir. Raster veri işleme teknikleri ile DTM' ler kolaylıkla işlenmekte ve yeni bilgiler elde edilebilmektedir. DTM' leri ile yükseklik yüzeyinden yararlanılarak, eğim, bakı, gölgelendirme verileri, havzalar, tepeler, çukurlar, dere yatakları, sırtlar vb morfolojik özellikler CBS ortamında kolaylıkla elde edilebilir.

Çalışmada sayısal arazi modeli oluşturmak için Harita Genel Komutanlığınca üretilmiş olan 1/25 000 ölçekli Kastamonu F31-a4 topografik meşcere haritası ArcGIS 10.5 programında 0,10 m hata ile koordinatlandırıldı (Şekil 2.8).

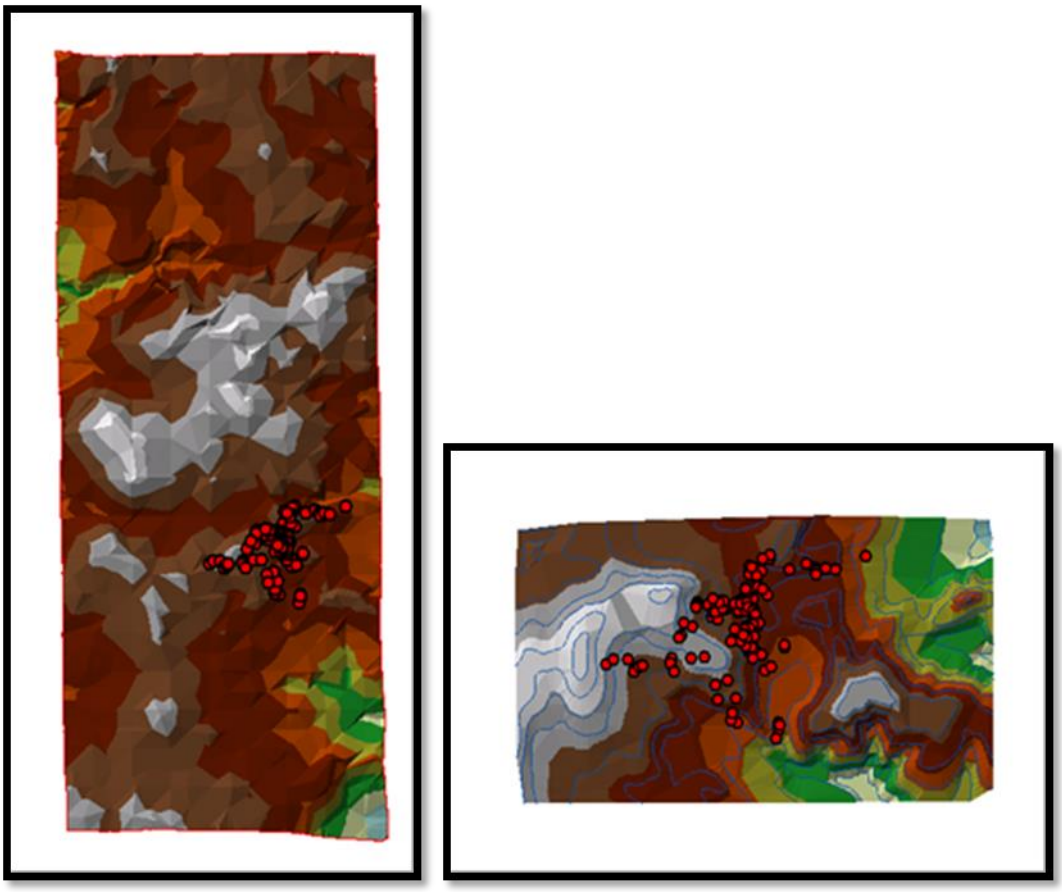
Yersel ölçümü yapılan ağaçların koordinatları program üzerinde açılarak konumları görsel olarak elde edildi. Harita üzerinde ağaçların koordinatlarını da içine alacak büyüklükte dikdörtgen şeklinde model oluşturacağımız alan belirlendi. Bu alan içerisindeki eş yükselti eğrileri çizilerek raster hale getirildi. Çizilen her bir yükselti çizgisine harita üzerindeki yükselti değeri girildi. Çalışma alanına ait topografik meşcere haritası ve onun üzerinden oluşturulan eş yükselti eğrileri ve yükselti değerleri Şekil 2.8' de gösterilmiştir (Şekil 2.8).



Şekil 2.8. Topografik meşcere haritası ve onun üzerinden elde edilen eş yükselti eğrilerinin çalışma alanına dağılımı

Sayısal arazi modeli için oluşturulan eş yükselti verisini üç boyutlu (3D) hale getirmek için TIN (düzensiz üçgen ağ yapısı) oluşturuldu. Eş yükselti eğrilerini oluştururken tıkladığımız her bir noktayı diğer noktalarla üçgenler kuracak şekilde bağlantı oluşturulması sayısal arazi modelinin oluşmasına yardımcı olmaktadır.

Çalışmada her iki modeli birbiri ile karşılaştırabilmek için TIN oluşturuldu. Arazi sayısal modeli için oluşturulan dem ile sayısal arazi modeli için elde edilen eş yükselti verilerinden oluşturulan TIN‘ lerin görünümü Şekil 2.9’da gösterilmiştir (Şekil 2.9).



Şekil 2.9. ArcGIS programında Sayısal Yüzey Modeli ve Sayısal Arazi Modeli için oluşturulan TIN’ lere ait görüntüler

3. BULGULAR

Fotogrametrik yöntemlerle ağaç boyunun elde edilebilmesi için daha öncede bahsedildiği üzere sayısal yüzey modeli ve sayısal arazi modeli oluşturulmuştur. Sayısal yüzey modelinde elde edilen yükseklik verileri, içerisinde ağaçların boylarını da baz alan bir modeldir. Sayısal arazi modeli ise sadece topografik olarak çalışma alanın yüksekliğini içermektedir. Bu şekilde öngörülür ki sayısal yüzey modelinden elde edilen yüksekliğin, sayısal arazi modeline olan farkı içerisinde bulundurduğu objelerin yüksekliğini, ağaç boylarını verecektir. Aynı şekilde sayısal yüzey modeli ile GPS 'ten elde ettiğimiz yükseklik değeri arasında ki farkta ağaç boylarını verecektir.

Oluşturulan 3D' li modeller üzerine ölçümü yapılan 120 ağacın koordinatları atılarak konumları belirlenmiştir. Daha sonra ağaçların bulunduğu yükseklikler hem sayısal yüzey modelinden hem sayısal arazi modelinden hem de GPS' ten çekilmiştir (Tablo 3.1).

Her bir ağacın koordinatına denk gelen yükseklikler DSM ve DTM' den belirlenmiştir. DSM' den elde ettiğimiz yükseklikler ile DSM' den ve GPS' ten elde edilen yüksekliklerin farkı alınarak ölçümü gerçekleştirilen 120 ağacın boyuna yakınlık dereceleri kıyaslanmıştır. Elde edilen yükseklikler arasındaki fark değerleri Tablo 3.2' de gösterilmiştir (Tablo 3.2).

Tablo 3.1. Ağaçların koordinatlarına isabet eden yükseklik okumalarının DSM, DTM ve GPS' ten elde edilen değerleri

Ağaç No	X Koordinat	Y Koordinat	DSM 0.3 m	DTM (m)	GPS (m)	Ağaç No	X Koordinat	Y Koordinat	DSM 0.3 m	DTM (m)	GPS (m)
1	544070	4572021	1142,4	1127,8	1136,8	61	543997	4571649	1139,3	1123,7	1125,9
2	544001	4571985	1145,8	1125,0	1144,1	62	543968	4571657	1138,8	1126,8	1127,0
3	544050	4571554	1119,9	1115,4	1121,8	63	543949	4571676	1140,5	1128,0	1128,6
4	544039	4571621	1131,3	1119,4	1122,7	64	543943	4571844	1142,2	1125,0	1144,3
5	543982	4571632	1141,9	1126,2	1123,0	65	543968	4571735	1124,4	1122,6	1128,7
6	543976	4571642	1142,2	1126,4	1122,7	66	543940	4571798	1136,6	1125,0	1132,0
7	543968	4571658	1138,8	1126,7	1124,9	67	543937	4571800	1139,6	1125,1	1132,9
8	543948	4571678	1139,1	1127,9	1125,7	68	543969	4571800	1132,5	1125,0	1132,7
9	543935	4571678	1140,5	1128,8	1125,9	69	543968	4571800	1131,7	1125,0	1132,4
10	543951	4571689	1123,2	1126,9	1123,1	70	543971	4571894	1144,6	1124,1	1131,7
11	543986	4571989	1144,4	1125,0	1143,0	71	543766	4571839	1142,0	1134,0	1126,9
12	543913	4571680	1137,1	1129,9	1125,2	72	543760	4571829	1141,5	1135,0	1127,2
13	543909	4571674	1132,9	1131,1	1125,2	73	543761	4571816	1142,9	1135,1	1128,7
14	544000	4571604	1122,9	1123,5	1123,7	74	543926	4571830	1142,9	1125,4	1141,8
15	544106	4571334	1123,7	1110,0	1109,0	75	543713	4571752	1153,4	1140,0	1135,7
16	543987	4571965	1145,7	1124,7	1141,6	76	543950	4571831	1144,4	1125,0	1141,3
17	544109	4571325	1124,1	1110,0	1109,2	77	543973	4571835	1141,8	1125,0	1140,7
18	544106	4571306	1122,5	1110,0	1110,2	78	543981	4571817	1138,5	1125,0	1140,0
19	544098	4571270	1121,8	1106,1	1110,3	79	544040	4572021	1140,6	1126,7	1136,2
20	543935	4571335	1130,2	1110,0	1129,9	80	544007	4571806	1137,3	1125,0	1139,9
21	543912	4571342	1132,9	1110,2	1133,1	81	544000	4571800	1131,3	1125,0	1139,3
22	543912	4571372	1133,9	1117,8	1133,1	82	544012	4571786	1127,5	1124,5	1138,1
23	543928	4571435	1125,7	1130,0	1125,6	83	544020	4571742	1130,6	1120,1	1134,8
24	543896	4571512	1142,4	1133,5	1128,0	84	544024	4571749	1125,6	1120,9	1132,9
25	543987	4571954	1146,9	1124,6	1142,4	85	543999	4571752	1125,1	1120,5	1132,0
26	543845	4571491	1134,1	1133,0	1134,2	86	544153	4571973	1147,9	1124,5	1145,1
27	543740	4571603	1134,1	1140,0	1132,7	87	543996	4571748	1128,2	1120,2	1130,2
28	543829	4571776	1128,2	1129,4	1128,7	88	544000	4571744	1133,3	1120,2	1129,4
29	544017	4571931	1147,2	1123,0	1142,5	89	543985	4571728	1134,2	1120,6	1127,4
30	543853	4571768	1127,7	1128,6	1130,0	90	544007	4571695	1137,4	1120,0	1124,7
31	544023	4571901	1146,8	1122,2	1143,4	91	543974	4571693	1124,9	1124,7	1126,2
32	543996	4571863	1144,4	1123,6	1144,1	92	543974	4571691	1125,3	1124,8	1125,8
33	544002	4571854	1144,2	1123,8	1145,5	93	544036	4571968	1148,6	1124,0	1144,6
34	543983	4571881	1144,1	1123,7	1143,9	94	543966	4571727	1123,7	1123,3	1125,9
35	543968	4571897	1144,3	1124,2	1142,9	95	543958	4571707	1123,5	1125,4	1123,7
36	544070	4572034	1137,9	1128,6	1134,0	96	543960	4571698	1123,2	1125,7	1123,7
37	543974	4571871	1142,9	1124,5	1146,8	97	544063	4571870	1149,7	1120,3	1146,6
38	543966	4571865	1142,4	1125,0	1146,0	98	543924	4571724	1124,7	1126,9	1126,6
39	543384	4571576	1160,1	1144,7	1149,6	99	544039	4571892	1147,4	1121,4	1144,3
40	543417	4571600	1155,3	1141,1	1150,3	100	543887	4571813	1138,0	1126,8	1128,7
41	543479	4571600	1158,2	1137,0	1148,9	101	543881	4571808	1135,1	1127,1	1130,0
42	543501	4571558	1156,3	1134,5	1145,4	102	543876	4571813	1139,8	1127,2	1130,2
43	543501	4571549	1154,3	1134,3	1145,1	103	543869	4571840	1135,9	1128,0	1129,4
44	543523	4571570	1151,6	1133,4	1146,2	104	543879	4571844	1140,9	1127,8	1129,3
45	543540	4571574	1147,6	1132,8	1146,9	105	543860	4571836	1131,8	1128,3	1129,3
46	543814	4571826	1137,5	1129,8	1131,6	106	544019	4571948	1145,8	1123,5	1145,7
47	543951	4571847	1142,6	1125,0	1142,1	107	543831	4571851	1135,9	1129,9	1130,2
48	543845	4571810	1128,4	1128,4	1133,3	108	544222	4571999	1138,8	1125,0	1125,2
49	543835	4571797	1127,4	1128,9	1135,2	109	544275	4571975	1132,4	1122,3	1120,5
50	543841	4571797	1127,8	1128,7	1136,0	110	544263	4571979	1133,8	1122,5	1127,0
51	543745	4571738	1151,4	1138,2	1139,9	111	544258	4571979	1134,6	1122,7	1125,3
52	543700	4571700	1153,1	1141,9	1147,5	112	543998	4571983	1145,8	1125,0	1144,6
53	543690	4571692	1153,9	1142,7	1150,1	113	544267	4571967	1132,6	1121,6	1123,2
54	543658	4571602	1142,3	1135,2	1152,5	114	544263	4571955	1133,5	1120,9	1126,6
55	543946	4571838	1143,2	1125,0	1145,4	115	544304	4571982	1130,1	1122,0	1122,6
56	543656	4571581	1142,4	1132,6	1149,5	116	544472	4572028	1119,4	1106,8	1116,8
57	543669	4571547	1154,2	1130,0	1148,0	117	544345	4571972	1127,8	1120,1	1124,5
58	543852	4571432	1140,8	1127,1	1148,5	118	544132	4571652	1133,9	1114,7	1123,3
59	544112	4571322	1123,3	1110,0	1118,2	119	544130	4571658	1134,0	1115,1	1118,5
60	544007	4571646	1138,0	1122,7	1125,9	120	544077	4571570	1117,6	1114,9	1119,1

Tablo 3.2. DSM ile DTM ve GPS' ten Elde Edilen Yükseklik Farklarını Gösterir Tablo

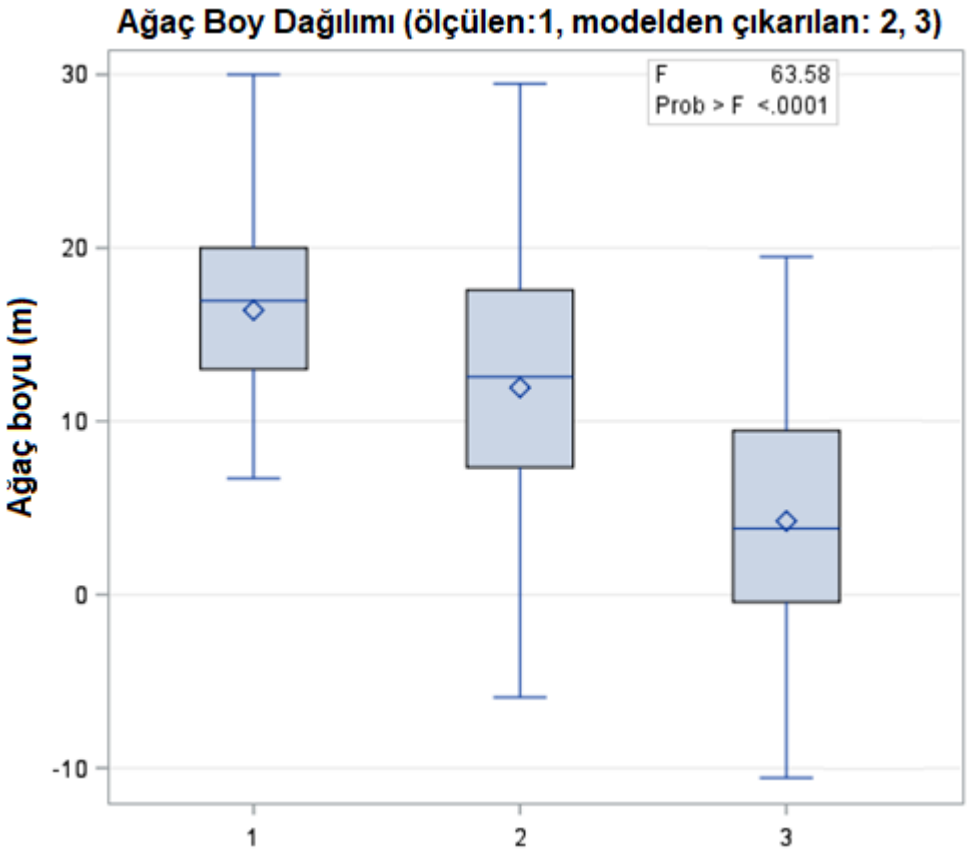
Ağaç No	DSM 0,3 m	DTM (m)	GPS (m)	Ağaç Boyu (m)	DSM - DTM Farkı (m)	DSM -GPS Farkı (m)
1	1142,4	1127,8	1136,8	14,8	14,6	5,6
2	1145,8	1125,0	1144,1	20,0	20,8	1,7
3	1119,9	1115,4	1121,8	15,6	9,5	-1,9
4	1131,3	1119,4	1122,7	20,1	14,9	8,6
5	1141,9	1126,2	1123,0	16,0	15,6	18,9
6	1142,2	1126,4	1122,7	16,0	15,8	19,5
7	1138,8	1126,7	1124,9	12,5	12,2	13,9
8	1139,1	1127,9	1125,7	11,5	11,2	13,3
9	1140,5	1128,8	1125,9	12,0	11,7	14,5
10	1123,2	1126,9	1123,1	16,0	9,7	0,1
11	1144,4	1125,0	1143,0	19,5	19,4	1,4
12	1137,1	1129,9	1125,2	7,0	7,2	11,9
13	1132,9	1131,1	1125,2	23,0	18,1	7,7
14	1122,9	1123,5	1123,7	21,7	16,3	-0,8
15	1123,7	1110,0	1109,0	13,5	13,7	14,7
16	1145,7	1124,7	1141,6	21,0	21,0	4,1
17	1124,1	1110,0	1109,2	14,0	14,1	14,9
18	1122,5	1110,0	1110,2	13,0	12,5	12,3
19	1121,8	1106,1	1110,3	16,0	15,7	11,6
20	1130,2	1110,0	1129,9	20,0	20,1	0,3
21	1132,9	1110,2	1133,1	14,5	22,8	-0,1
22	1133,9	1117,8	1133,1	16,0	16,0	0,8
23	1125,7	1130,0	1125,6	17,1	12,7	0,0
24	1142,4	1133,5	1128,0	19,6	8,9	14,4
25	1146,9	1124,6	1142,4	22,4	22,3	4,5
26	1134,1	1133,0	1134,2	17,7	11,1	-0,1
27	1134,1	1140,0	1132,7	14,7	9,5	1,4
28	1128,2	1129,4	1128,7	18,4	11,8	-0,5
29	1147,2	1123,0	1142,5	24,0	24,2	4,7
30	1127,7	1128,6	1130,0	15,7	9,0	-2,3
31	1146,8	1122,2	1143,4	26,0	24,5	3,4
32	1144,4	1123,6	1144,1	20,0	20,8	0,3
33	1144,2	1123,8	1145,5	20,0	20,5	-1,3
34	1144,1	1123,7	1143,9	20,0	20,4	0,2
35	1144,3	1124,2	1142,9	20,0	20,1	1,4
36	1137,9	1128,6	1134,0	18,0	9,3	3,9
37	1142,9	1124,5	1146,8	18,5	18,4	-3,9
38	1142,4	1125,0	1146,0	17,5	17,4	-3,6
39	1160,1	1144,7	1149,6	15,5	15,4	10,5
40	1155,3	1141,1	1150,3	14,0	14,2	4,9
41	1158,2	1137,0	1148,9	21,0	21,2	9,3
42	1156,3	1134,5	1145,4	21,0	21,9	11,0
43	1154,3	1134,3	1145,1	20,0	20,0	9,3
44	1151,6	1133,4	1146,2	18,0	18,2	5,4
45	1147,6	1132,8	1146,9	15,0	14,8	0,7
46	1137,5	1129,8	1131,6	18,6	7,7	5,9
47	1142,6	1125,0	1142,1	17,5	17,6	0,6
48	1128,4	1128,4	1133,3	19,9	10,2	-4,9
49	1127,4	1128,9	1135,2	20,8	13,6	-7,8
50	1127,8	1128,7	1136,0	18,6	13,1	-8,2
51	1151,4	1138,2	1139,9	13,0	13,1	11,4
52	1153,1	1141,9	1147,5	11,0	11,1	5,6
53	1153,9	1142,7	1150,1	11,0	11,2	3,8
54	1142,3	1135,2	1152,5	7,0	7,1	-10,2
55	1143,2	1125,0	1145,4	18,0	18,2	-2,2
56	1142,4	1132,6	1149,5	10,0	9,8	-7,1
57	1154,2	1130,0	1148,0	15,3	24,2	6,3
58	1140,8	1127,1	1148,5	14,0	13,8	-7,6
59	1123,3	1110,0	1118,2	20,9	13,3	5,2
60	1138,0	1122,7	1125,9	15,5	15,3	12,1

Tablo 3.2.' nin devamı

Ağaç No	DSM 0,3 m	E0 (m)	GPS (m)	Ağaç Boyu (m)	DSM - DTM Farkı (m)	DSM - GPS Farkı (m)
61	1139,3	1123,7	1125,9	15,5	15,6	13,3
62	1138,8	1126,8	1127,0	8,1	12,0	11,9
63	1140,5	1128,0	1128,6	8,3	12,5	11,9
64	1142,2	1125,0	1144,3	17,0	17,2	-2,1
65	1124,4	1122,6	1128,7	14,2	18,0	-4,3
66	1136,6	1125,0	1132,0	11,5	11,6	4,6
67	1139,6	1125,1	1132,9	14,5	14,5	6,8
68	1132,5	1125,0	1132,7	13,6	7,5	-0,3
69	1131,7	1125,0	1132,4	17,2	9,7	-0,7
70	1144,6	1124,1	1131,7	20,0	20,5	12,9
71	1142,0	1134,0	1126,9	8,2	8,0	15,1
72	1141,5	1135,0	1127,2	6,9	6,4	14,3
73	1142,9	1135,1	1128,7	22,0	10,8	14,2
74	1142,9	1125,4	1141,8	17,5	17,5	1,1
75	1153,4	1140,0	1135,7	21,0	13,4	17,7
76	1144,4	1125,0	1141,3	19,5	19,4	3,0
77	1141,8	1125,0	1140,7	17,0	16,8	1,2
78	1138,5	1125,0	1140,0	14,0	13,5	-1,5
79	1140,6	1126,7	1136,2	21,1	13,9	4,4
80	1137,3	1125,0	1139,9	12,5	12,3	-2,6
81	1131,3	1125,0	1139,3	6,7	6,3	-8,0
82	1127,5	1124,5	1138,1	16,6	8,0	-10,6
83	1130,6	1120,1	1134,8	11,0	10,5	-4,3
84	1125,6	1120,9	1132,9	15,1	9,7	-7,3
85	1125,1	1120,5	1132,0	17,0	11,6	-6,9
86	1147,9	1124,5	1145,1	23,5	23,4	2,9
87	1128,2	1120,2	1130,2	16,9	8,0	-2,0
88	1133,3	1120,2	1129,4	12,5	13,0	3,9
89	1134,2	1120,6	1127,4	13,5	13,6	6,8
90	1137,4	1120,0	1124,7	17,5	17,4	12,7
91	1124,9	1124,7	1126,2	18,3	12,0	-1,2
92	1125,3	1124,8	1125,8	19,5	8,5	-0,4
93	1148,6	1124,0	1144,6	24,5	24,6	4,0
94	1123,7	1123,3	1125,9	18,1	12,3	-2,2
95	1123,5	1125,4	1123,7	16,5	10,9	-0,2
96	1123,2	1125,7	1123,7	21,7	15,8	-0,4
97	1149,7	1120,3	1146,6	30,0	29,5	3,2
98	1124,7	1126,9	1126,6	19,1	12,2	-1,9
99	1147,4	1121,4	1144,3	26,1	26,0	3,1
100	1138,0	1126,8	1128,7	11,0	11,2	9,3
101	1135,1	1127,1	1130,0	7,9	8,0	5,2
102	1139,8	1127,2	1130,2	13,0	12,6	9,6
103	1135,9	1128,0	1129,4	8,0	7,9	6,5
104	1140,9	1127,8	1129,3	13,0	13,2	11,7
105	1131,8	1128,3	1129,3	20,0	13,5	2,5
106	1145,8	1123,5	1145,7	22,5	22,3	0,1
107	1135,9	1129,9	1130,2	18,3	9,4	5,8
108	1138,8	1125,0	1125,2	14,0	13,8	13,6
109	1132,4	1122,3	1120,5	10,0	10,1	11,9
110	1133,8	1122,5	1127,0	11,0	11,3	6,8
111	1134,6	1122,7	1125,3	12,0	11,9	9,3
112	1145,8	1125,0	1144,6	21,0	20,8	1,3
113	1132,6	1121,6	1123,2	11,0	10,9	9,3
114	1133,5	1120,9	1126,6	13,0	12,6	6,8
115	1130,1	1122,0	1122,6	8,0	8,1	7,5
116	1119,4	1106,8	1116,8	21,2	12,6	2,6
117	1127,8	1120,1	1124,5	12,4	7,7	3,3
118	1133,9	1114,7	1123,3	20,0	19,8	10,6
119	1134,0	1115,1	1118,5	19,0	18,9	15,5
120	1117,6	1114,9	1119,1	20,3	12,7	-1,5

Araştırma soncundan elde edilen verilere göre yapılan kıyaslamada gözlemlenen bu değerlerin anlamlı bir fark oluşturup oluşturmadığına bakmak için Statistical Analysis Software (SAS) programında varyans analizi (ANOVA) yapılmıştır. ANOVA sonucu DSM, DTM ve GPS değeri verilerinin ağaç boyu dağılımı, istatistikler tablosu ve normal dağılım gösterip göstermedikleri elde edilmiştir. (Tablo 3.3), (Tablo 3.4), (Tablo 3.5), (Tablo 3.6), (Tablo 3.7). DSM, DTM ve GPS değeri verilerinin ağaç boyu dağılımı Tablo 3.3' te, istatistikler tablosu Tablo 3.4' te, normal dağılım gösterip göstermedikleri ise Tablo 3.5, Tablo 3.6 ve Tablo 3.7' de gösterilmiştir.

Tablo 3.3. DSM, DTM ve GPS değeri verilerinin ağaç boyu dağılımı



Ağaç boyu dağılımı tablosunda DSM, DTM ve GPS değeri verilerinin maksimum değerleri, minimum değerleri ve çoğunluk olarak dağılım gösterdikleri değer aralıkları verilmiştir. Tablo 3.3'e göre; Ölçülen ağaçların boyları çoğunluk olarak 13 m ile 20 m arasında dağılım göstermekte iken E0' dan elde ettiğimiz ağaç boyları 7 m ile 17 m arasında çoğunluklu dağılım göstermektedir. GPS değeri verileri ise 0 m

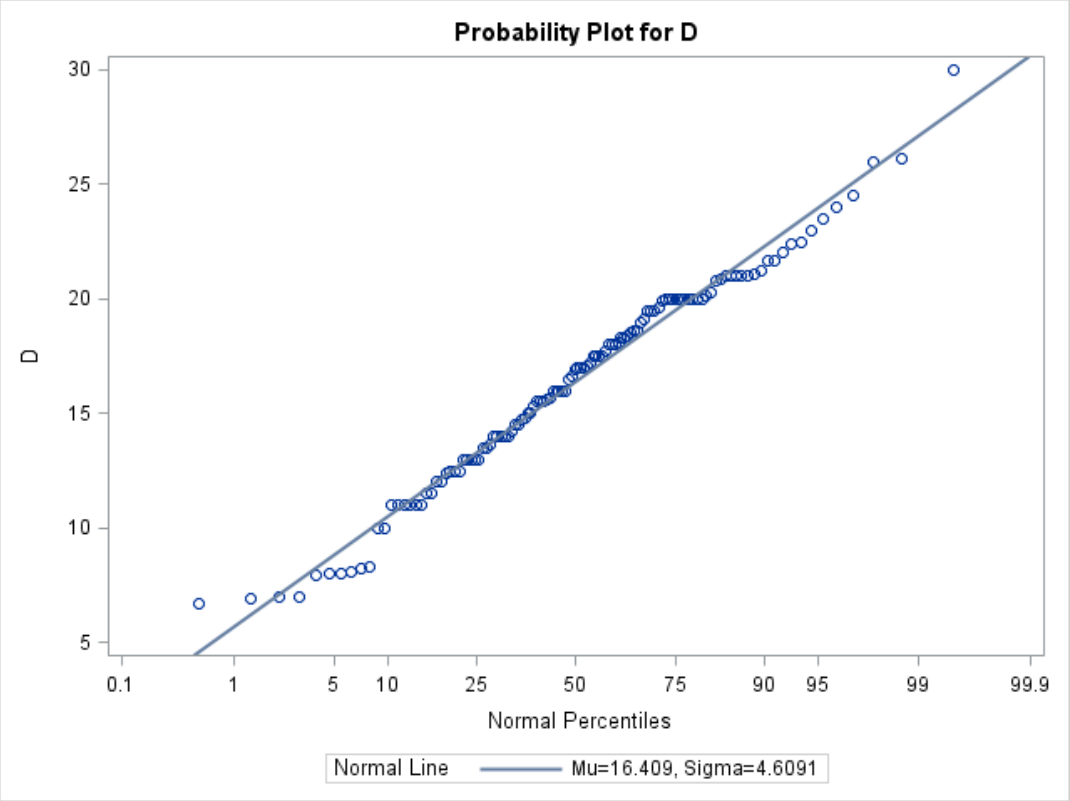
ile 9 m arasında çoğunluklu dağılım göstermektedir. Veri değerleri kendi içinde normal bir dağılım göstermektedir. Analiz tablomuza göre 0,05' lik hata payı ile ortalama ölçümler arasında anlamlı bir fark bulunmuştur ($p<0,05$) (Tablo 3.4).

Tablo 3.4. ANAVO işlemi sonucu istatistikler tablosu

Değişken	N	Ortalama	S D	Toplam	Minimum	Maksimum
D	359	11.15419	8.20015	5343	-10.56367	30.00000

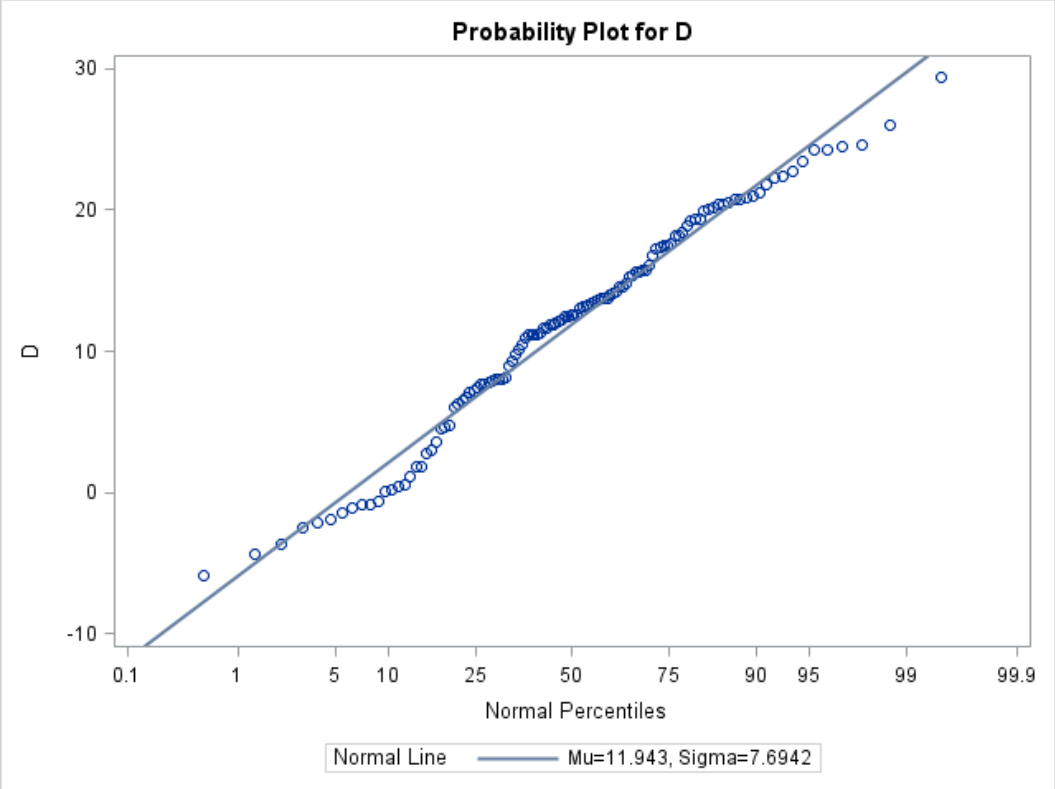
Kaynak	DF	KT	KO	f	p
Model	3	9208.53816	3069.51272	63.58	<.0001
SS	357	22933.37149	48.28078		
Toplam	358	32141.90964			

Tablo 3.5. Boyları ölçülen ağaçların normal dağılım tablosu



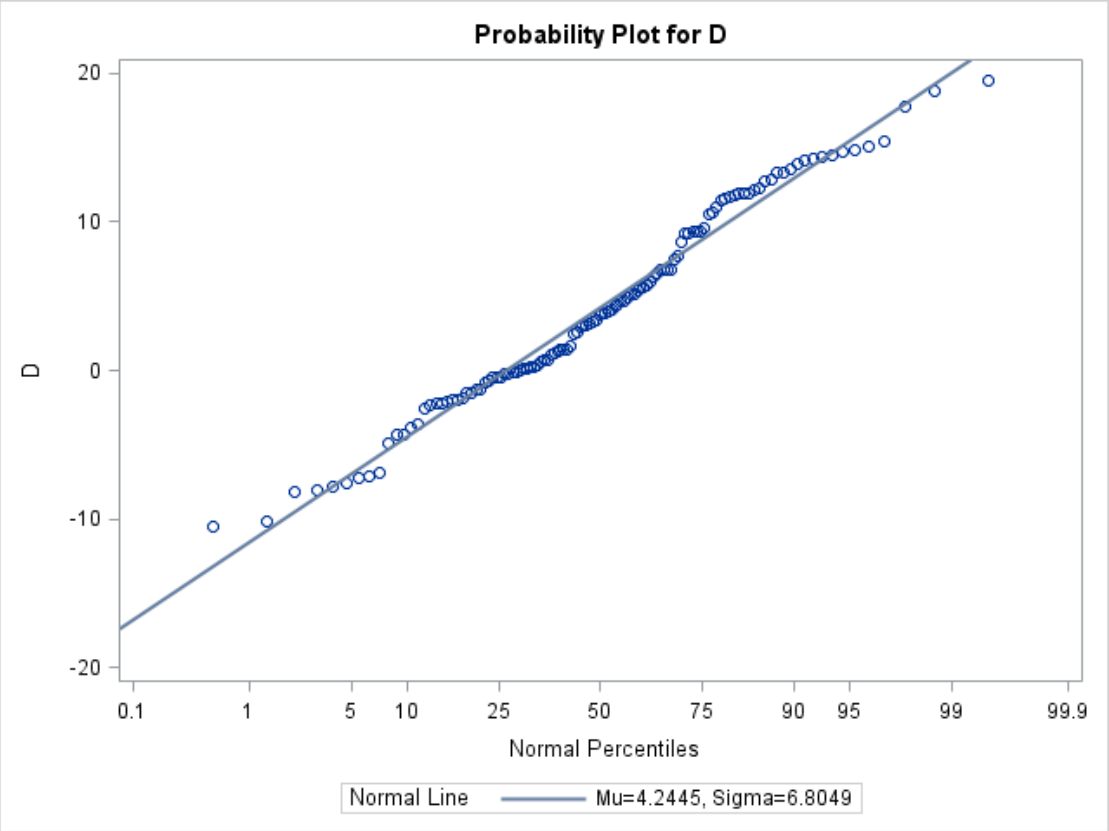
Yersel ölçümler sonucu elde edilen 120 adet ağacımızın ortalama boy değeri 16,40 m çıkmıştır. Minimum ağaç boyu 6,7 m olmakla beraber maksimum ağaç boyu ise 30 m' dir.

Tablo 3.6. DSM – DTM farkından elde edilen ağaç yükseklik verilerinin dağılım tablosu



Sayısal yüzey modeli ve sayısal arazi modeli arasındaki farkları sonucu elde edilen 120 ağacın konumlarının bulunduğu yükseklik değerlerinin ortalaması 11,9 m iken minimum değeri -5,9 m ve maksimum değeri 29,5 m'dir.

Tablo 3.7. DSM - GPS farkından elde edilen ağaç yükseklik verilerinin dağılım tablosu



Sayısal yüzey modeli ve GPS ile ölçülen yükseklik verileri arasındaki farkın normal dağılım tablosuna göre ortalama değeri 12,03 m'dir. Minimum değeri -5,9 m ve maksimum değeri 29,1 m olarak elde edilmiştir.

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Ormancılıkta hava fotoğrafları, ormanların haritalanması, kadastro çalışmaları, orman envanteri, böcek ve hastalık araştırmaları, silvikültürel çalımalar, yol ağı planlaması, yangından korunma, yaban hayatı, havza amenajmanı, orman rekreasyonu ve çeşitliliği oluşturmada kullanılmaktadır.

Orman durumuna ilişkin bilgiler yönetim ve koruma için esastır. Orman yapısının mekansal ve zamansal değişimleri hakkında bilgi orman yönetimi ve ekolojide önemli bir bileşendir (Ridder, 2007). Orman yapısı, dikey kapalılık yapısını ve geometrisini (örneğin, boyut, yükseklik ve şekil), ağacın konumunu ve türlerini içerir (Spies,1998; Hurtt vd., 2004). Bu bileşenlerin tahmini, kök çapı, genel alan, biyokütle, meşcere hacmi ve orman yoğunluğu gibi geniş ekolojik ilgi alanlarına sahip birçok orman özelliğini tanımlamamıza izin vermektedir.

Çalışmamızda şu ana kadar yapılan bütün işlemler, ormanın geometrisini oluşturan yüksekliği fotogrametrik yöntemlerle elde etmeye yöneliktir. Ormanın geometrisini oluşturan yükseklik ise içerisinde bulundurduğu objelerin yani ağaçların yüksekliğidir. Ağaç boyunun uzaktan algılama verileri ile elde edilmesi en fazla emek ve kaynağın harcandığı süreç olarak karşımıza çıkan envanter aşamasını daha basite indirgemesine imkan sağlamaktadır. Yersel ölçümlere göre basite indirilen bu süreçte ağaç boyunun elde edilmesi son zamanlarda birçok çalışmaya konu olan orman biyokütlesinin hesaplanmasına ya da tahminine yardımcı olabilmektedir.

Çalışma İhsangazi Orman İşletmesi Sınırları içerisinde gerçekleştirilmiş olup çalışma alanımız 2015 yılında meydana gelen münferit devriklerin bulunduğu 82, 83, 84 ve 85 nolu bölmelerdir. Devrilen ağaçların koordinatları, boyları ve yükseklik değerleri ölçülmüştür. Çalışma alanına ilişkin 0,30 m hassasiyetinde üretilen DSM ile memleket haritalarına dayalı bir DTM'den çıkarılan ve saha verilerini ölçerken koordinat almak için kullandığımız GPS'in, kayıt ettiği zemin yüksekliklerinin den elde edilen veriler karşılaştırıldı. SAS programında, tek faktör olarak ele alınan gerçek ağaç uzunluğu ve modelden çıkardığımız ölçümlerin ortalamaları arasında

farkın olup olmadığını tespit etmek için ANOVA yapıldı. SAS sonucuna göre 0,05' lik hata payı ile ortalama ölçümler arasında anlamlı farklar bulundu.

Çalışma sonucumuzun beklenilen düzeyde çıkmamasının nedeni, yersel ölçüm esnasında özellikle kırık ağaçların ölçülüp boyutlandırılmasında yaşanan sıkıntılardan dolayı, veri karnesine girilmesi esnasında farkında olmadan yaşanmış hatalı kayıtlar olabilir. Çalışma alanına ait hava fotoğrafları 2013 yılında çekilmiş olup saha ölçümünlerinin yapıldığı zamana kadar iki yıl gibi bir süre geçmiştir. Bu süre zarfında ağaçlar büyüme enerjilerine bağlı olarak boy artımı yapmış olabilir. Topagrafik meşcere haritasının 0,10 m'lik bir hata ile koordinatlandırılması veri kaymalarına neden olmuş olabilir. Ancak sonuçların da gösterdiği gibi, ANOVA' nın da 0,05 güven aralığında tam da beklenen sonucu üretebilmesine imkan tanımayan aykırı değerlerin varlığına rağmen, sonuçlar pekala da ulaşımın mümkün olmadığı yerlerde, yaklaşık değerlere bağlı, hacim ya da biyokütle hesaplamalarında kullanılabilir nitelik taşıdığı düşünülmektedir.

Benoit A. 2001 yılında lidar ve hava fotoğrafı kombinasyonu yaparak ağaç yüksekliklerinin iyi bir derecede korelasyon gösterdiğine değinmiştir. St-Onge B. ise 2007 yılında yapmış olduğu çalışmada Lidar ve dijital stereo-fotogrametri gibi çeşitli teknikler, orman ağaç yüksekliğinin haritalandırılması için büyük umut vaat ettiğine değinmiştir. St-Onge B.' nin 2008 yılında yapmış olduğu bir diğer çalışmada ise bir Ikonos stereo çifti ve bir lidar dijital arazi modelinden (DTM) elde edilen orman yüksekliği ve biyokütle tahminlerinin doğruluğunu değerlendirmiştir.

Benoit A. (2001), St-Onge B. (2007) ve St-Onge B.' nin (2008) yapmış oldukları çalışmalarda lidar verilerinden yararlanılmıştır. Lidar verileri bölgesel bir ölçekte orman yapı bilgisini türetmek için birincil uzaktan algılama tekniğini olarak kabul görmeye başladı. Ancak, çok maliyetli olması ve bölgesel nitelik taşımamasından dolayı ülkemizde hala umulduğu ölçüde kullanım örneklerine rastlanılamamaktadır.

Silva (1978) tarafından ifade edildiği şekilde uzaktan algılama teknolojisi, hava fotoğrafçılığının bilim ve teknolojisinden kaynaklanmaktadır. Gelişen bilim ve teknolojide hava fotoğrafçılığına gerekli önemi vermeliyiz. Hava fotoğrafları 1940' lar dan bu tarafa ormancılık alanında bir çok uygulamada kullanılmış, ormancılığı pratik hala getirmek için gerekli verileri sunmuştur. Hava fotoğrafları ülkemizde kullanımı pek fazla olmayan lidar verileri ile korelasyonu sağlanılabilir. Oluşturulan bu korelasyondan hava fotoğrafı ve lidar verilerinin ağaç yüksekliklerini elde etmede artı-eksi değeri belirlenerek formulüze edilebilir. Bu sayede biyokütle hesaplamalarında kolaylıkla kullanılabilir.

KAYNAKLAR

Akça, A. (1989). Fennanente Lıiftbildstiılıprobe, Allı' Forst ıı./.Z ty , s. 65-69.

Akça, A. (1990). Vortrag in Griechenland "Über die Dijitale Auswertungssystems in Deutscher Forsteiuricktung".

Andersen, H. E. (2006). Reutebuch, S. E., McGaughey, R. J., Active remote sensing, In Computer Applications in Sustainable Forest Management. Springer, Dordrecht, The Netherlands, s. 43–66.

Asan, Ü. (1995). Orman Kaynaklarının Rasyonel Kullanımı ve Ülkemizdeki Durumu. *İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi*, Seri B, Cilt 45, s. 3-4,15-27, İstanbul.

Asan, Ü. (2001). *Ulusal Orman Envanterinin Türkiye İçin Önemi, Orman ve Av Dergisi*, s. 2001-6, 4-12, ISSN 1303-040X.

Benoit A. (2001). Measurıng Forest Canopy Height Using A Combination Of Lidar And Aerial Photography Data. *International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing*, Volume XXXIV-3/W4 Annapolis, MD, 22-24 Oct ,131,st-onge.benoit@uqam.ca,Commission III, Working Group 3.

Drake, J. B. (2002). Dubayah, R. O., Clark, D. B., Knox, R. G., Blair, J. B., Hofton, M. A., Chazdone, R. L., Weishampelf, J. F., Prince, S., Estimation of tropical forest structural characteristics using large-footprint lidar. *Remote Sens. Environ*, 79, s. 305–319.

Eler, Ü. (2001). *Orman Amenajmanı*. Süleyman Demirel Üniversitesi Yayın No: 17 (1. Baskı), Isparta.

Erdoğan, M. (2007). Veri Türü, Kalitesi ve Üretim Yöntemine Göre Sayısal Yükseklik Modeli (SYM) Standartların Belirlenmesi, s.12-13.

Franco-Lopez, H., Ek, A.R., & Bauer, M.E. (2001). Estimation and mapping of forest stand density, volume and cover type using the k-nearest neighbors method. *Remote Sensing of Environment*. 77(3), s.251-274.

Hurtt, G. C., Dubayah, R., Drake, J., Moorcroft, P. R., Pacala, S. W., Blair, J. B. (2004). Fearon, M. G. Beyond potential vegetation: Combining lidar data and a height-structured model for carbon studies.

Jensen, J. R. (2000). Remote Sensing of the Environment. An Earth Resource Perspective, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ.

Lachowski, H., Maus, P. and Roller, N. (2000). From pixels to decisions: digital remote sensing technologies for public land managers. *Journal of Fores,* 98, s.13–15.

Landgrebe, D. A. (1997). The evolution of Landsat data analysis. Photogramm. Eng. *Rem. Sensing*, 63, s. 859–868.

Lefsky, M. A., Cohen, W. B., Acker, S. A., Parker, G. G., Spies, T. A. and Harding.,D. (1999). Lidar remote sensing of the canopy structure and biophysical properties of Douglas-fir western hemlock forests. *Rem. Sensing Environ*., 70, s. 339–361.

Lucas, R. M, Ellison, J. C. Mitchell, A., Donnelly, B., Finlayson M. & Milne, A. K. (2001). Use of stereo aerial photography for quantifying changes in the extent and height of mangroves in tropical Australia. Received 27 June; accepted in revised form 8 May.

Massada, A. B., Carmel Y., Tzur G. D., Grünzweig, J.M., Yakir, D. (2006). Assessment of temporal changes in aboveground forest tree biomass using aerial photographs and allometric equations, *Canadian Journal of Forest Research*, Vol. 36, No. 10, s. 2585-2594.

Ridder, R. M. (2007). Global Forest Resources Assessment: Options and Recommendations for a Global Remote Sensing Survey of Forests. *FAO Forestry Working Paper 141*. Available online: http://www.fao.org/3/a-ai074e. pdf (accessed on 20 September 2017).

Seeley, H. E. (1942). Tree heights from shadows. Photogrammetric @ Engineering 8 ,s. 100-109.

Silva, L. F. (1978). Radiation and instrumentation in remote sensing. Pages 21–135 in P. H. Swain, and S. M. Davis, Eds. *Remote Sensing: the Quantitative Approach*. McGraw- Hill, New York.

Spies, T.A. (1998). Forest structure: A key to the ecosystem. Northwest Sci. 72, s.34–36.

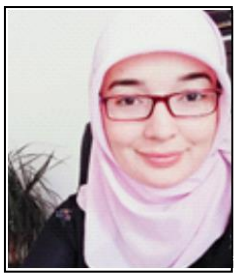
St-Onge B., Vega C., Fournıer R. A. and Hu Y.,(2007). Mapping canopy height using a combination of digital stereophotogrammetry and lidar Geography Department, Universite´ du Que´bec a` Montre´al, Montre´al, QC, Canada. Centre d'Applications et de Recherches en Te´le´de´tection (CARTEL), Universite´ de ,Sherbrooke, QC, Canada J1K 2R1,10 May.

St-Onge B., Hu Y. and Vega, C., (2008). Mapping the height and above-ground biomass of a mixed forest using lidar and stereo Ikonos images,Geography Department, Universite´ du Que´bec a` Montre´al, Montre´al, QC, Canada, H3C 3P8 {UMR TETIS Cemagref-Ciraz-Engref, Maison de la Te´le´de´tction en Languedoc–Roussillon, Montpellier Cedex 05, France, *Journal of Remote Sensing*,Vol. 29, No. 5, 10 March, s.1277–1294.

URL-1 https://ormuh.org.tr/ uploads/ docs/ Fotogrametri ve Uzaktan Algilama Notlari.pdf

URL-2 http://motifharita.com/bucket/ortofoto-nedir/

ÖZGEÇMİŞ



Adı Soyadı : Nermin AKARSU
Doğum Yeri ve Yılı :Taşköprü -1990
Medeni Hali :Bekar
Yabancı Dili :İngilizce
E-posta :nerminakarsu00037@gmail.com

Eğitim Durumu

Lise : Açık Öğretim Lisesi (2008-2012)
Lisans : Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Mühendisliği (2012-2016)

Mesleki Deneyim

İş Yeri : Taşköprü Orman İşletme Müdürlüğü (2017-2019)

Yayınları

Akarsu, H., Akarsu N., Pekol, S., Akarsu, N., Acarer, A., 2018. Evaluating for Teacher Perceptions for Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) Education in Secondary School. Internatıonal Conference on Science and Teechnology. September 5- 9, PRIZREN,KOSOVO.

Akarsu, H., Akarsu, N., Pekol, S., Akarsu, N., Acarer, A., 2018. Evaluation of Ecological Beliefs ofb6th Grade Students by Using New. Internatıonal Conference on Science and Teechnology. September 5- 9, PRIZREN,KOSOVO