



T.C.  
NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



AFET YÖNETİMİ İÇİN İHA  
GÖRÜNTÜLERİNİN KULLANIMI VE  
KARAPINAR OBRUKLARI ÖRNEĞİ

Mücadele ŞEN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Harita Mühendisliği Anabilim Dalı

Kasım-2018  
KONYA  
Her Hakkı Saklıdır

## TEZ KABUL VE ONAYI

Mücahide ŞEN tarafından hazırlanan “Afet Yönetimi İçin İHA Görüntülerinin Kullanımı Ve Karapınar Obrukları Örneği” adlı tez çalışması 05/11/2018 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Harita Mühendisliği Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

### Jüri Üyeleri

#### Başkan

Doç. Dr. Murat UYSAL

#### Danışman

Dr. Öğr. Üyesi Abdullah VARLIK

#### Üye

Dr. Öğr. Üyesi İlkay BUĞDAYCI

### İmza

  
.....  
  
.....  
  
.....

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Ahmet AVCI  
FBE Müdürü

## ÖNSÖZ

Hayatın normal akışını değiştiren doğa olaylarını engellemek mümkün değilse de önlem alabilmek mümkündür. Doğal afetlere örnek olarak deprem, sel, heyelan, erozyon, çığ, obruklar vb. gösterilebilir. Hangi ülkede olursa olsun, afet risklerini azaltmada başarı sağlansa dahi, tamamen ortadan kaldırmak mümkün olmamaktadır. Bu nedenle, afet sonrası iyileştirme safhasında yapılacaklara, güncellemelere ve yeni mevzuat düzenlemelerine her zaman ihtiyaç olacaktır. Bu konudaki ufukumuzu geliştirecek ve belki yeni fikirler oluşmasını sağlayacak bu tez ve çalışmalar bu konudaki düzenlemeler için altlık oluşturacaktır. Bir afet türü olan obruklar meydana geldiği alanda ciddi güvenlik sorunları meydana getirmektedir. Bu çalışmamızda afet meydana geldiği anda obruğa nasıl müdahale edeceğimiz ve öncesi ve sonrasında yapılacak gözlemleri anlatmaktadır.

Yüksek lisans sürecimde değerli katkıları ve desteklerini benden esirgemeyen Harita Mühendisliği Bölüm Başkanı Sayın Prof. Dr. Savaş DURDURAN'a, gösterdiği sabır ve özveri ile hiçbir zaman desteğini ve engin bilgilerini benden eksik etmeyen, çalışmalarımın her aşamasında önerileri ile beni yönlendiren değerli hocam ve sayın danışmanım Sayın Dr. Öğr. Üyesi Abdullah VARLIK'a, bilgi teknolojileri ve yazılım destekli çalışmalarımın desteklerini esirgemeyen Bilgisayar Mühendisi Ferit ŞEN'e önerileri ve bilgilerini benimle paylaşan değerli meslektaşım ve kıymetli eşim Harita Yüksek Mühendisi Mehmet ŞEN'e, ve son olarak bugüne kadar her daim yanımda olan canım aileme sonsuz teşekkürlerimi ve şükranlarımı sunarım.

Mücahide ŞEN  
KONYA- 2018

## ÖZET

### YÜKSEK LİSANS TEZİ

## AFET YÖNETİMİ İÇİN İHA GÖRÜNTÜLERİNİN KULLANIMI VE KARAPINAR OBRUKLARI ÖRNEĞİ

Mücadele ŞEN

Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü  
Harita Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Abdullah VARLIK

2018, 65 Sayfa

Jüri

Doç. Dr. Murat UYSAL

Dr. Öğr. Üyesi Abdullah VARLIK

Dr. Öğr. Üyesi İlkyay BUĞDAYCI

Afetler, toplulukların tehdit altında olduğu, genellikle yerel imkânlarla müdahalenin yetersiz kaldığı, ulusal kaynakların seferber edilmesi gerektiği, büyük can ve mal kayıplarına yol açan beklenmedik ve istenmedik durumlardır. Çoğunlukla, nerede, ne zaman, hangi büyüklükte, nasıl ve ne türde meydana geleceği genellikle baştan bilinemeyen ve tahmin edilemeyen bu olaylar, pek çok ülkede büyük kayıplara ve özellikle gelişmekte olan ülkelerde ekonomik gelişme sürecinin de yıllarca sürebilen kesintilere uğramasına neden olmaktadır. Doğal afet kontrol edilemeyen ve aniden gelişen, mal ve can kaybına yol açan doğanın sunduğu normal dışı olaylardır. Hayatın normal akışını değiştiren doğa olaylarını engellemek mümkün değilse de, önlem alabilmek mümkündür. Doğal afetlere örnek olarak deprem, sel, heyelan, erozyon, çığ ve obruklar vb. gösterilebilir. Hangi ülkede olursa olsun, afet risklerini azaltmada başarı sağlansa dahi, tamamen ortadan kaldırmak mümkün olmamaktadır. Bu nedenle, afet sonrası iyileştirme safhasında yapılacaklara, güncellemelere ve yeni mevzuat düzenlemelerine her zaman ihtiyaç olacaktır. Bu konudaki ufkumuzu geliştirecek ve belki yeni fikirler oluşmasını sağlayacak bu tez ve çalışmalar bu konudaki düzenlemeler için altlık oluşturacaktır. Bir afet türü olan obruklar meydana geldiği alanda ciddi güvenlik sorunları meydana getirmektedir. Bu çalışmamızda afet meydana geldiği anda obruğa nasıl müdahale edeceğimiz ve öncesi ve sonrasında yapılacak gözlemleri anlatmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Acil Durum, Afet, Afet Yönetimi, İHA, Obruklar

## **ABSTRACT**

## **MS THESIS**

# **USE OF UNMANNED AERIAL VEHICLE İMAGES FOR DISASTER MANAGEMENT AND KARAPINAR COLAPSED**

**Mücahide ŞEN**

**THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF  
NECMETTİN ERBAKAN UNIVERSITY  
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE IN GEOMATIC ENGINEERING**

**Advisor: Assist. Prof. Dr. Abdullah VARLIK**

**2018, 65 Pages**

### **Jury**

**Assoc. Prof. Dr. Murat UYSAL  
Assist. Prof. Dr. Abdullah VARLIK  
Assist. Prof. Dr. İlkey BUĞDAYCI**

Disasters are the result of communities being threatened, often interfering with local means inadequate, that national resources should be mobilized, great loss of life and property unexpected and unwanted situations that lead to. Mostly, where, when, which How big and how big and what kind of future will come from the beginning is usually unknown and guessing These incidents can not be avoided in many countries with large losses and especially in developing countries causing the economic development process to suffer many years of interruptions. Natural disasters are unusual events that can not be controlled and suddenly evolve, and which are caused by nature, which leads to loss of property and life. Although it is not possible to prevent natural phenomena that alter the normal course of life, it is possible to take precautions. Examples of natural disasters include earthquakes, floods, landslides, erosions, avalanches and bumps. shown. no matter which country it is, it is not possible to remove it altogether, even if it succeeds in reducing disaster risks. For this reason, it will always be necessary to carry out the post-disaster recovery phase, updating and regulating new legislation. These theses and studies that will develop our horizon in this regard and perhaps provide new ideas will form the basis for the arrangements in this subject. It is a disaster, the kind of disaster that causes the security problems in the field. When this disaster happens in our work, we explain how we will intervene and observe before and after.

**Keywords:** Emergency, Disaster, Disaster Management, DRP, Observations

## ÖNSÖZ

Hayatın normal akışını değiştiren doğa olaylarını engellemek mümkün değilse de önlem alabilmek mümkündür. Doğal afetlere örnek olarak deprem, sel, heyelan, erozyon, çığ, obruklar vb. gösterilebilir. Hangi ülkede olursa olsun, afet risklerini azaltmada başarı sağlansa dahi, tamamen ortadan kaldırmak mümkün olmamaktadır. Bu nedenle, afet sonrası iyileştirme safhasında yapılacaklara, güncellemelere ve yeni mevzuat düzenlemelerine her zaman ihtiyaç olacaktır. Bu konudaki ufkumuzu geliştirecek ve belki yeni fikirler oluşmasını sağlayacak bu tez ve çalışmalar bu konudaki düzenlemeler için altlık oluşturacaktır. Bir afet türü olan obruklar meydana geldiği alanda ciddi güvenlik sorunları meydana getirmektedir. Bu alışmamızda afet meydana geldiği anda obruğa nasıl müdahale edeceğimiz ve öncesi ve sonrasında yapılacak gözlemleri anlatmaktadır.

Yüksek lisans sürecimde değerli katkılarını ve desteklerini benden esirgemeyen Harita Mühendisliği Bölüm Başkanı Sayın Prof. Dr. Savaş DURDURAN'a, gösterdiği sabır ve özveri ile hiçbir zaman desteğini ve engin bilgilerini benden eksik etmeyen, çalışmalarımın her aşamasında önerileri ile beni yönlendiren değerli hocam ve sayın danışmanım Sayın Dr. Öğr. Üyesi Abdullah VARLIK'a, bilgi teknolojileri ve yazılım destekli çalışmalarımda desteklerini esirgemeyen Bilgisayar Mühendisi Ferit ŞEN'e önerileri ve bilgilerini benimle paylaşan değerli meslektaşım ve kıymetli eşim Harita Yüksek Mühendisi Mehmet ŞEN'e, ve son olarak bugüne kadar her daim yanımda olan canım aileme sonsuz teşekkürlerimi ve Şükranlarımı sunarım.

Mücahide ŞEN  
KONYA- 2018

# İÇİNDEKİLER

<b>ÖZET</b> .....	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>v</b>
<b>ÖNSÖZ</b> .....	<b>vi</b>
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	<b>vii</b>
<b>SİMGELER VE KISALTMALAR</b> .....	<b>ix</b>
<b>1. GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
<b>2. KAYNAK ARAŞTIRMASI</b> .....	<b>3</b>
<b>3. AFET VE ACİL DURUM</b> .....	<b>6</b>
3.1. Afet Yönetimi.....	8
3.2. Afet Yönetim Sistemi ve Yasal Düzenlemeler .....	14
3.3. Afet Yönetimi İçin İHA Görüntülerinin İşlenmesi .....	14
<b>4. MATERYAL VE YÖNTEM</b> .....	<b>13</b>
4.1. İnsansız Hava Araçları .....	13
4.2. Fotogrametrik Amaçlı Veri Toplama ve Üretimi.....	14
4.3. Uzaktan Algılama Amaçlı Veri Toplama .....	14
4.4. Verinin Elde Edilmesinde Aktarım Yöntemleri.....	15
4.4.1. Sabit Alıcı Antenler.....	13
4.4.2. Mobil Alıcılar.....	14
4.4.3. Mobil İletişim Araçları.....	14
4.5. Görüntü İşleme İşlevleri.....	15
4.5.1. Görüntü Ön işlemleri.....	13
4.5.2. Görüntü Çakıştırma.....	14
4.5.3. Yeniden Örnekleme .....	14
4.5.4. Renklendirme .....	20
4.5.5. Doku Analizi .....	20
4.5.6. Görsel Hasar Tespiti.....	20
4.5.7. Otomatik Nesne Seviyesi Hasar Tespiti.....	21
4.6. Veri İşleme Stratejileri .....	21
4.6.1. İteratif Yöntem .....	21
4.6.2. Paralel Yöntem.....	22
4.7. Obruk Nedir?.....	23
4.7.1. Obruklar Ne Şekilde Oluşur? .....	23
4.7.2. Obruk Oluşumu ve Nedenleri .....	24
4.7.3. Obruk Sınıflandırmaları .....	14
4.7.4. Konya'da Meydana Gelen Obruklar .....	25
4.7.4.1. Karapınar Obrukları .....	26
4.7.4.1.1. Meyil Obruğu .....	27

4.7.4.1.2. Çıralı Obruğu .....	28
4.7.4.1.3. Yılan (Meke) Obruğu.....	30
<b>5.UYGULAMA.....</b>	<b>32</b>
5.1. Fotogrametrik Görüntü Alımı .....	34
5.1.1. Fotogrametrik Değerlendirme.....	35
5.1.2. Gerekli Görüntülerin Yüklenmesi.....	36
5.1.3. Koordinat Sistemi Dönüşümleri ve Kontrol Noktalarının Yüklenmesi.....	37
5.2. Görüntülerin Hizalanması İşlemleri.....	38
5.3. Nokta Bulutlarının Üretilmesi.....	39
5.3.1. Nokta Bulutlarının Üçgenleme, Katı Model Oluşumu ve Doku Kaplanması... 40	
5.4. Ortofoto Haritaları ve DEM Verilerinin Üretilmesi.....	42
<b>6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....</b>	<b>51</b>
<b>7. KAYNAKÇA .....</b>	<b>53</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>56</b>

## SİMGELER VE KISALTMALAR

### Kısaltmalar

**İHA:** İnsansız Hava Aracı

**KHK:** Kanun Hükmünde Kararname

**TBMM:** Türkiye Büyük Millet Meclisi

**DSİ:** Devlet Su İşleri

**SAR:** Sentetik Diyafram Radarı

**İHS:** İnsansız Hava Sistemleri

**GPS:** Küresel Konumlama Sistemi (Global Positioning System)

**GNSS:** Küresel Uydu Seyrüsefer Sistemi (Global Navigation Satellite System)

**YÖA:** Yer Örnekleme Aralığı

**YKN:** Yer Kontrol Noktası

## 1. GİRİŞ

Ülkemizin bulunduğu konum ve jeolojik özellikleri nedeniyle doğal afetler her dönemde ve ülkemizin her yerinde birçok türüyle karşımıza çıkabilir. Afetler zaman zaman önceden saptanabilecek uzun zamanda oluşabilirken, genellikle de aniden ve fark edilmeden gerçekleşirler.

İnsanlar gelişen ve değişen dünyanın bir gereği olarak sürekli yeni yerleşim alanları ve yeni yapılar ihtiyaç duymaktadır. Bu hızla gelişen ihtiyaca binaen de kontrolsüz arazi işgalleri, kaçak ve denetimsiz yapılaşmalar normalde bu denli zarar vermeyecek doğa olaylarını afet haline dönüştürmektedirler.

Dünyada ve ülkemizde milyonlarca insan afetlerle ve bunların sonuçları ile karşı karşıya kalmaktadırlar. Afet yönetiminin temel amacı, afetten etkilenenlere doğru, zamanında ve etkili bir yardım faaliyetinde bulunmaktır. İnsanların afetten en az zararla kurtulmasını sağlamak için, hazırlıklı olunması, koruma, müdahale, iyileştirme ve zarar azaltma gibi unsurları içeren riske dayalı, kapsamlı bir afet ve acil durum yönetim sistemine ihtiyaç duyulmaktadır. Afetlere hazırlıklı olmak, afetleri önleme ve afet sonrasında modern bir iyileştirme gerekli hale gelmiştir.

Afet öncesi, afet olduğu anda ve afet sonrasında sağlanması gereken destek için insansız hava araçlarının kullanılması düşünülmüştür. Son dönemlerde doğan ihtiyaçlara paralel olarak insansız hava araçlarının kullanımı ve sağladığı faydalar her geçen gün artmaktadır. Bunlara örnek olarak; sınır güvenliğinin sağlanmasında, terör faaliyetlerinin keşif ve gözlenmesinde, kaçakçılığı izlemede ve orman yangınları gibi olaylar gösterilebilir.

İnsanlar çok eski çağlardan beri afetlerle karşı karşıya kalmış ve afetlerin meydana getirdiği sorunlarla uğraşmıştır. Yerleşim alanları büyüdükçe ve yoğunlaştıkça, afetlerin kentsel yerleşim alanlarına etkisi de buna paralel olarak artmıştır. Ülkemiz bulunduğu jeolojik, topografik ve iklim koşulları nedeniyle doğal afetlerle sürekli olarak karşı karşıya kalmaktadır. Başta deprem olmak üzere heyelan, sel gibi doğal afetlerden dolayı can kaybının yanında ekonomik kayıplar da meydana gelmektedir. Ülkemizde en fazla can ve mal kaybına sebep olan doğal afet türleri deprem, heyelan ve su baskınlarıdır (Türk, 2009). Arazilerin yanlış kullanımı, kentsel alan ve kırsal alan planlanmasındaki ve yapılaşmadaki çarpıklıklar, mevzuat eksikliği, toplumdaki gelir düşüklüğü ve sosyal durum, kaynakların etkin olmayan şekilde kullanımı, iklim değişimlerinin etkisi, ormanların giderek azalması, canlı çeşitliliğinin

azalması, suya olan ihtiyacın artışı ve kuraklık gibi özetlenebilecek çevre zararlarının artışıyla ortaya çıkan durum ve buna bağlı olarak hatalı çevre yönetimi gibi benzer faktörler birbirleri ile bağlantılı olup birleşerek doğal afetlere karşı toplumsal duyarlılıkları artıran bir durum oluşturmaktadır. Topraklarının neredeyse tamamı muhtelif afetlere açık olan, büyük afetlerin gerçekleşme oranı olarak dünya ülkeleri arasında üst sıralarda yer alan ülkemizde yaşanabilecek afetlerin her aşamasında yürütülecek uygulamaların koordinasyonunu sağlayacak afet yönetimi büyük önem taşımaktadır.

Afetlerle mücadelenin temelinde, afet yönetiminin tüm yönleriyle kapsamlı bir şekilde ele alınarak değerlendirilmesi yaşanabilecek muhtemel afetlere dair izlenecek yol ve uygulamanın verimli bir şekilde hayata geçirilmesi büyük önem arz eder. Bu aşamaların döngüsel bir yapı olması yadsınamaz. Muhtemel afetlere karşı tedarikli olma ve uğranacak zararın azaltılması, afet esnasında gerçekleştirilecek müdahale ve sonrasında yapılacak güncelleme çalışmalarının mevcut deneyimlerden faydalanılarak risk küçültme aşamalarına geçilmelidir.

Türkiye’de gerek afet öncesi gerekse afet sonrası yeni yerleşim planları hazırlanırken yerleşmelerin arazi kullanımı/yerleşime uygunluk açısından detaylı değerlendirmelerini yani jeolojik araştırmalarını yapmak, çalışmalarda mühendis ve mimarlar, bilim adamları ve araştırmacıların, üniversiteler ve sivil toplum örgütlerinin katılımını ve görev almasını sağlamak, afet bölgesinin sosyo-ekonomik gelişimini sağlamak üzere özel kanunlar çıkartılması ve uygulanmasını sağlamak, afet bölgesinde yapı güvenliğinin artırılması gibi çalışmalar yapmak ve kararlar almak gerekebilir.

Afet yönetiminde temel hedef can kaybını azaltmak ve buna bağlı olarak vatandaşların afetten korunmasını sağlamak. Bunu gerçekleştirirken hazırlıklı olma, koruma, müdahale, iyileştirme ve zarar azaltma gibi ögeleri içeren riske dayalı, kapsamlı bir afet ve acil durum yönetim sistemi öngörülmalıdır. (Türk, 2013)

Bu kapsamda, öncelikle mevcut obrukların ve riskli alanların tespiti için yürütülecek çalışmalar sonucunda, obrukların yapısı, derinliği, çapı hakkında fotogrametrik yöntemle, güncel ve doğru bir envanter çıkarılabileceği ve mevcut obrukların ayrıntılı bilgilerinin tespiti ile zamana göre değişimlerinin izlenmesi için bir mekanizmanın kurulması gerektiği değerlendirilmiştir. Sağlanacak online görüntü ile müdahale ekiplerinin hızlı ve işlevsel bir şekilde hareket edeceği düşünülmüştür.

## 2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Türk (2013), orta ve küçük çaplı çalışma alanlarında meydana gelen doğal afetlerde ve farklı amaç doğrultusunda gerçekleştirilen birçok çalışmada, İHA'dan etkin olarak faydalına bilineceğini ortaya koymuştur. İHA'nın istenildiği anda ve zor hava koşullarında kolaylıkla standart, güncel ve doğru veri elde edebilme yeteneğinin yanı sıra diğer uydu görüntülerine göre küçük ve orta çaplı çalışma alanlarında daha ekonomik olması İHA'yı diğer veri elde etme yöntemlerine göre daha fazla ön plana çıkardığından doğal afet sürecinde gerekli önlemlerin alınmasına önemli katkılar sağlayabileceği gösterilmiştir. Doğal afet öncesi gerekli önlemlerin alınması ile birlikte doğal afet sonrası hasar tespit ve kurtarma çalışmalarının yönlendirilmesi gibi faaliyetlerde İHA'nın kullanılmasının önemi ortaya konmuştur.

Uysal (2017), İHA'nın hızlı ve kolay veri toplama imkanına sahip olması afet ve acil durumlarda kullanım potansiyelini artırdığı, afet sonrasında yapılacak arama kurtarma faaliyetlerinin yürütülmesi için yapılacak etki analizinde afetten etkilenen alanların yer referanslı verilerine ihtiyaç duyulduğunu belirtmişlerdir. Uydu görüntüleri bu amaçla kullanılmaktadır. Fakat her zaman uygun görüntünün bulunması mümkün olmamaktadır. İnsansız hava araçları ile afet sonrasında yapılacak analizler için gerekli olan görüntüler elde edilebilir. Çalışmada İHA ile elde edilen ürünler karşılaştırılmıştır. Bu amaçla Afyon Kocatepe Üniversitesi ANS kampüsünde belirlenen test alanında İHA'dan elde edilen fotoğraflar yardımı ile elde edilen ürünlerin yani ortofoto haritası, vektörel veri ve DEM vb. doğruluğu ve afet yönetiminde kullanılabilirliğini belirlemiştir.

Çömert (2012), birçok meslek disiplini için hızlı, hassas ve detaylı üretilen haritalara ve bu haritalardan üretilen verilere ihtiyaç duyulmakta olduğunu, uzaktan algılama ve fotogrametrik algılayıcı sistemler kullanılarak başarılı bir şekilde elde edildiğini belirtmişlerdir. Gelişen teknoloji ile beraber son zamanlarda, yeni bir algılayıcı platform olan İHA'lar, fotogrametri ve uzaktan algılama amacıyla kendisine birçok kullanım alanı bulmuştur. Bu araçlar, özellikle küçük alanları içeren çalışmalarda hızlı, hassas, düşük maliyetli ve tekrarlı ölçü elde etme özelliklerinden dolayı, arkeoloji ve kültürel mirasın belgelenmesi, büyük ölçekli harita yapımı, tarımsal uygulamalar ve afet yönetimi gibi birçok alanda kullanılmaya başlanmıştır. Bu çalışmada insansız hava araçlarının fotogrametri ve uzaktan algılama amaçlı kullanım olanakları incelenmiştir. Bu kapsamda bu araçların hangi alanlarda kullanıldığı, fotogrametrik veri toplama ve üretimi yöntemleri anlatılmıştır.

Kahveci (2017), içinde pilotu ve yolcusu olmayan, sadece amaca uygun ekipman (video kamera, fotoğraf makinesi, GNSS, lazer tarama cihazı, vb.) taşıyan, uzaktan kumandalı ve/veya otomatik olarak görevini icra edebilen bir çeşit uçak olduğunu, İHA'ların askeri, sivil (hobi ve ticari) ve bilimsel amaçlı profesyonel kullanımları ülkemizde ve tüm dünya da hızla artmakta, bu nedenle önümüzdeki yıllarda bu konunun daha fazla gündem oluşturacağı değerlendirilmektedir. Gün geçtikçe artan bu yoğun kullanımın temel nedenleri olarak; özellikle sivil amaçlı İHA'ların çok geniş kullanım alanlarının olması, birçok mesleki (örn. harita yapım amaçlı) kullanımlarda yüksek doğruluk, zaman ve maliyet tasarrufu sağlayacağı düşünülmüştür.

Tekin (2014), geleneksel olarak veri toplamada uydular ve hava araçlarının kullanıldığını, bazı uydu sensörlerinin çözünürlükleri artırılmış olsa da, bulutla örtülü alanlar ve bitki yetiştirme süreci sırasında tekrarlı ölçümlerin yapılması konuları hala önemli endişeler arasında yer almaya devam ettiği gözlemlenmiştir. Uçaklarla yürütülen uzaktan algılama yüksek çözünürlüklü veri toplamaya olanak sağlamasının yanı sıra istenildiği zaman tekrarlı uçuşlara da izin verdiği, geniş alanlarda ölçüm yapılması gerekliliği, yüksek maliyet ve esnek olmayan çalışma saatleri bu uygulamadaki çekincelerdir. Son günlerde, bir zamanlar ordunun kullandığı makineler olan insansız hava araçları sivil hayata girmektedir. Küçük insansız hava araçlarındaki gelişmeler ürün izleme ve yönetimi için yeni çözümler sunmaktadır. Bu makale insansız hava araçları teknolojisinin ve uzaktan algılama da kullanılan farklı tip sensörlerin tarımda kullanılması ile ilgili son günlerde yaşanan gelişmeleri özetlemeyi hedeflemektedir.

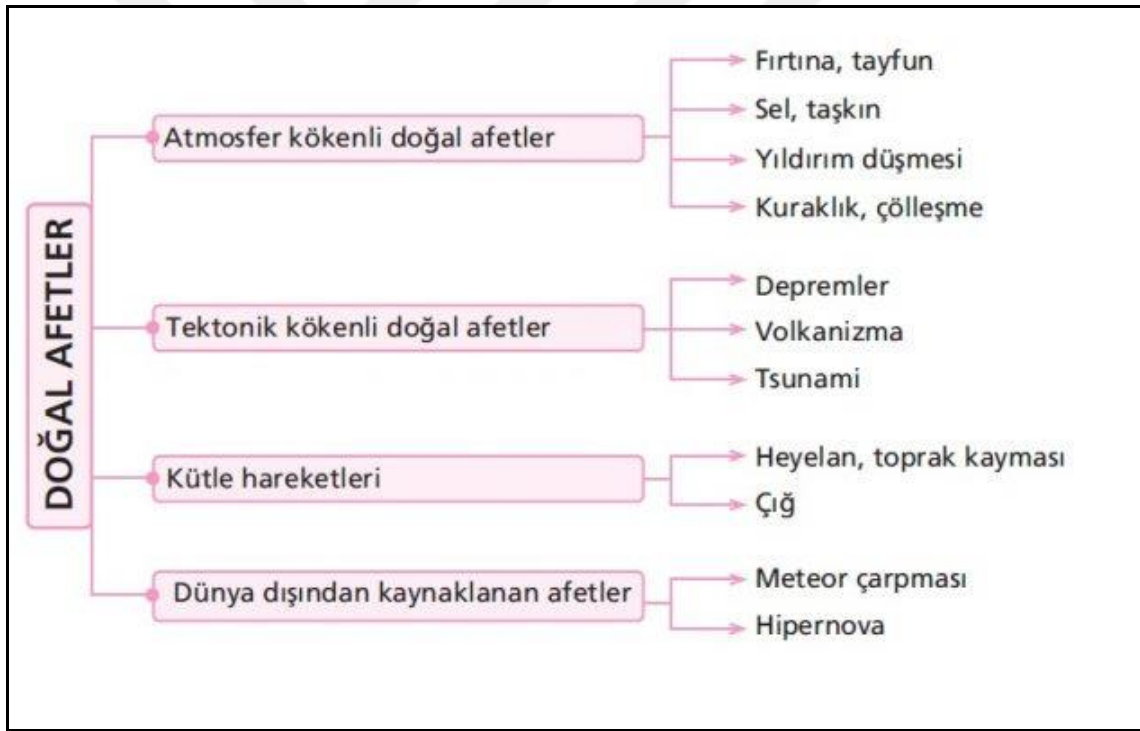
Döner (2014), İHA bir uçuş planına bağlı olarak otomatik ya da yarı otomatik olarak hareket edebilen veya yerdeki ya da başka bir araç içerisindeki bir pilot tarafından uzaktan kumanda edilerek uçurulan bir araçtır. İHA sistemleri pilotlu haritalama sistemlerinin yüksek uçuş yüksekliğinden kaynaklanan düşük çözünürlük ve yüksek maliyet kısıtlamalarına alternatif olarak kullanılabilir. İHA temelli veri toplama ve haritalama başta tarım, ormancılık, kent planlama, afet yönetimi olmak üzere birçok alandaki çalışmalarda ihtiyaç duyulan yeterli doğruluğu sağlayabilmektedir. Bu çalışmada, Gümüşhane Üniversitesi Merkezi Araştırma Laboratuvarı Uygulama ve Araştırma Merkezi envanterinde bulunan bir İHS ile gerçekleştirilen uygulamayla, İHS'lerin veri elde etme ve haritalama için sunduğu olanakların ve kısıtlamaların değerlendirilmesi, elde edilen verilerin kullanılabilirliğinin belirlenmesi hedeflenmiştir. Test edilen sistem biri kızılötesi olmak üzere iki farklı kamera ile çalışabilmekte, 100 dakikaya kadar havada kalabilmektedir. Sistemle

önceden hazırlanan bir uçuş planına bağlı kalarak ayrıca uçuş sırasında yer kontrol istasyonundan gönderilen talimatlarla olmak üzere farklı uçuşlar gerçekleştirilmiştir. Bu uçuşlar sonucunda elde edilen verilerin doğruluk, maliyet ve veri toplama süresi kriterleri dikkate alınarak kullanılabilirliği değerlendirilmiştir.

Karkınlı vd. (2015), İnsansız Hava Araçlarının ucuzlaması ve farklı yeteneklere sahip ölçme donanımlarının minyatürize edilmiş versiyonlarının bu platformlarda taşınabilmesi onların Harita Mühendisliği uygulamalarında kullanımlarını teşvik ettiği, UAV tabanlı havadan görüntü alma uygulamaları, önceleri dokümantasyon ve fotoyorumlama gibi alanlarda kullanılmış olsa da günümüzde, çok yüksek veri hacimlerinin işlenmesine olanak veren GPU teknolojilerinin de yaygınlaşmasıyla birlikte UAV'lerin topoğrafik harita yapımında kullanımı da yaygınlaşmaya başlamıştır. Bu çalışmada, sivil standartlara uygun çok-palli, GPS ve oto pilot destekli bir UAV kullanılarak 600x800m bir alanın 100m. uçuş yüksekliğinde örtüşmeli 720 yüksek çözünürlüklü görüntüsü elde edilmiştir. Elde edilen görüntüler Tesla GPU destekli bir bilgisayarda yoğun-eşleme (dense matching) tekniği kullanılarak işlenmiş ve ilgili yüzeye ait çok-yüksek konumsal çözünürlüklü DTM verisi elde edilmiştir. Gerçekleştirilen kontroller, elde edilen DTM modelinin 2D konumsal doğruluğunun 6cm. ve yükseklik doğruluğunun 8 cm. civarında olduğunu göstermiştir.

### 3. AFET VE ACİL DURUM

Afet, toplumun tamamı veya belli kesimleri için fiziksel ve sosyal kayıplar doğuran, normal hayatı ve insan faaliyetlerini sekteye uğratan, teknolojik veya insan kaynaklı olaylar olarak tanımlanabilir. Bir olaya afet diyebilmek için, insan toplulukları ve yerleşim yerlerinde büyük zarara yol açması, kayıplar meydana getirmesi ve insan faaliyetlerini durdurarak ya da kesintiye sebep olarak bir ya da daha fazla yerleşim birimini etkilemesi gerekmektedir. Bu tanımda da görüldüğü gibi afet, olayın kendisinden çok meydana getirdiği sonuçlar olarak görülmektedir. Bir afetin büyüklüğünün ölçütü ise insanlar açısından neden olduğu can ve ekonomik kayıplarla ölçülmektedir (Gulkan 2003).



Şekil 3.1. Doğal Afetler ( <https://www.kisaozet.net/dogal-afetlerin-siniflandirilmesi> )

Meydana geliş şekillerine göre afetler, ani gelişen ve yavaş gelişen afetler olarak iki ana gruba ayırmak mümkündür. Ani gelişen afetlerin meydana gelebilecekleri az çok tahmin edilebilmiş olsa da, kesin olarak hangi gün ve saatte oluşacağı tam olarak bilinmemektedir. Deprem, çığ ve kaya düşmeleri, fırtınalar, tayfun, su baskını, özellikle akma tipi heyelanlar gibi olaylar bu tür afetlere örnek olarak gösterilebilir.

Yavaş şekilde gelişen afetlerde ise, afet bir anda ortaya çıkmamaktadır. Bu tür afetler, zaman içerisinde yavaş yavaş kayıplar meydana getirdiği için, koruyucu ve önleyici tedbirleri almak daha kolaydır. Çevre kirlenmesi, kuraklık, erozyon, orman tahribatı, deniz ve gol suyu yükselmesi gibi olaylar yavaş gelişen afetlere örnek olarak verilebilir. Doğal ya da teknolojik bir olayın afet sonucunu doğurabilmesi için, insani yapıları tehdit etmesi, hasara – yıkıma uğratması gerekmektedir. Bir başka deyişle, doğal olayın tehlikeye, tehlikenin riske ve riskin de afete dönüştüğü yerde insanlar beklemektedir. Afet olaylarını, kökenlerine göre de sınıflandırmak mümkündür.

Tektonik kökenli afetler; depremler, volkanlar, heyelanlar, kaya düşmeleri, zemin oturması, obruklar, çökme ve sıvılaşmalar gibi,

Atmosfer kökenli afetler; fırtınalar, tayfunlar, kasırgalar, çığ, kuraklık, su baskınları gibi,

Kütle hareketi kökenli afetler; heyelan, toprak kayması, çığ gibi,

Dünya dışından kaynaklı afetler; meteor çarpması, hipernova.



**Şekil 3.2.** Artvin İli Borçka İlçesinde Meydana Gelen Bir Heyelan Olayı (Gökçe, 2012)



Şekil 3.3. Batman' da Meydana Gelen Bir Su Baskını Olayı (Gökçe, 2012)



Şekil 3.4. Kocaeli'de Meydana Gelen Deprem Felaketi (Gökçe, 2012)

17 Ağustos 1999 depremi, jeolojik kökenli doğal bir afet olayıdır ve fotoğrafta sağ tarafta görüldüğü gibi konutlarda hasara yol açmıştır. Ancak, Halidere' nin karşısında görülen Körfez İlçesindeki dolum tesislerindeki yangın her ne kadar deprem tetikli de olsa teknolojik bir afettir. (Şekil 3.4. )

### 3.1. Afet Yönetimi

Afetlerin önlenmesi açısından insanların yapabilecekleri şeyler kısıtlıdır. Şimdiki zamanda ve gelecekte afetler karşısında yapılabilecek en mantıklı hareket, afetlerin etkilerinden kurtulmak veya bunların toplumlar üzerindeki etkilerini asgariye

indirmek için araştırmalar yapmak, çeşitli planlar geliştirmek ve bunları uygulamaya koymaktır. Bu sebeple, insanların yaşadıkları çevrede oluşan doğal olaylardan haberdar olmaları, bunları nedenleriyle birlikte ayrıntısına kadar tanımaları ve bu olayların tekrarı durumunda bunlardan hiç etkilenmeme veya en az oranda etkilenmelerine olanak tanıyan çalışmaların tümüne ‘‘Afet Yönetimi’’ denilmektedir.

Modern afet yönetimlerinde, zararların azaltılması, kayıpların önlenmesi, hazırlık, tahmin ve erken uyarı, afetleri anlamak gibi afet öncesi korumaya yönelik alışmalar ‘‘Risk Yönetimi’’; müdahale, iyileştirme, yeniden yapılanma gibi afet sonrası çalışmalar ise ‘‘Kriz Yönetimi’’ olarak kabul edilmektedir (Kadıoğlu, 2008). Etkin bir afet yönetimi çalışması, afet öncesi, afet sırası ve afet sonrası ihtiyaç duyulan tüm çalışmaları kapsamaktadır (Demirci ve Karakuyu, 2004).



Şekil 3.5. Afet Yönetimi Aşamaları (Gökçe, 2012)

Afet yönetim sisteminde, afetlerin zararlarının yok edilmesi veya etkilerinin azaltılması amacıyla, afet meydana gelmeden önce ve sonrasında yapılması gereken çalışmaların etkin kişiler tarafından desteklenmesi, planlanması, doğru şekilde yönlendirilmesi, koordine edilmesi ve uygulanması için toplumun mevcut tüm kurumlarıyla, kaynaklarının ortak hedef doğrultusunda kullanımını gerektiren bir yönetim sistemi olarak tanımlanmaktadır. Afet koordinasyonu, çok katmanlı ve aşamalı

bir süreçtir. Çok katmanlı bir süreçtir, çünkü bu olgu bireyden başlar, ulusal ve zamanla ilerleyerek uluslararası kamu, özel kurum ve kuruluşları bu süreçte belirli noktalarda yer alır. (Şahin, 2009). Afet yönetiminin aşamaları; zarar azaltma, hazırlıklı olma, müdahale ve iyileştirme çalışmaları olarak sayılabilir (Şekil 3.5 )

### 3.2 Afet Yönetim Sistemi ve Yasal Düzenlemeler

Afet yönetim sisteminde, aşamalar şu şekilde yer alır. Bu aşamalar, afet öncesinde olanlar, afet anında yaşananlar ve afet sonrasında meydana gelen olaylar olarak üç aşamadan oluşur. Literatür araştırmasında afet yönetim sistemi basamakları için başka değerlendirmelerde yer almaktadır. Yaygın olarak kullanılan ideal bir afet yönetiminde "afet öncesi, afet esnası ve afet sonrası" diye üç aşamayı kapsayan bir değerlendirilmiştir.

Afet öncesi, afetin meydana getirmiş olduğu zararları en az seviyeye indirmek amacıyla gerekli tedbirleri almayı, imkân varsa önlemeyi, imkan yoksa acil kurtarma ve yardım ekibi faaliyetlerinin etkin bir biçimde yapılmasını sağlamayı, afet zararlarının azaltılması çalışmalarını kalkınmanın her aşamasına yaymayı ve insanları bu konularda eğitmeyi hedeflemektedir.

Afet esnasında, afet yönetim sisteminin afet olduğu esnadaki amacı, haber alma ve ulaşım imkânlarını tekrar sağlamak, en az kayıpla insanları kurtarmak, afetlerin meydana getirebileceği tehlike ve risklerden insanların can güvenliğini ve malını korumak, vatandaşların hasar görmüş yapılardan uzaklaştırılmasını sağlamak ve bu yapıları lüzum görülmesi halinde yıkmak, afetten etkilenen insanların hayatını devam ettirebileceği imkânları tekrar sağlayarak hayatın normal akışına tekrar dönmelerini sağlamaktır. Bu hedeflerin hayata geçebilmesi için afet hizmeti veren teşkilatların zamanında aktif bir biçimde harekete geçmesiyle olur.

Afet sonrası, afet meydana geldikten sonraki amacımız, afetin yol açabileceği neticelerden olan maddi ve sosyal kayıpların en az düzeyde kalmasını sağlayarak güvenli bir ortama bir an evvel dönmelerini sağlamaktır (Gulkan 2003)

Türkiye’de afet yönetim sistemi ve uygulanan ulusal stratejiler, zaman içerisinde önemli politika değişikliklerinin yapıldığı dönemlere sahiptir. Bunlar metin içerisinde 1944 yılından önce, 1944 ve 1958 yılları arası, 1959 ve 2009 yılları arası ve 2010 yılı itibarıyla afet yönetim sistemi olmak üzere 4 farklı dönem olarak ele alınmış ve detaylandırılmıştır;

1944 Yılı Öncesi Afet Yönetimi (Olay Sonrası Müdahale Dönemi) , ülkemizde afetlere genel bakış afet gerçekleşikten sonra hamle yapma ve zarar görenlere yardım ulaştırma şeklinde süregelmiştir. Afetten zarar gören insanların acil, gıda, ilaç, mesken vb. ihtiyaçları o anki duruma göre çözüme ulaştırılmaya çalışılmıştır. Bu dönemdeki yardımlar, Kızılay ve yerel halk tarafından gerçekleştirilmiştir. 1509 yılındaki İstanbul depreminde olduğu gibi, belirli dönemlerde devlet otoriteleri tarafından alınan kararlarla, daimi iskan sorununun çözümü için hibelerde yapılmıştır.

1923 yılında Türkiye Cumhuriyeti' nin kurulmasından, 1940' lı yıllara kadar afetlere zamanında müdahale ve sonrasındaki faaliyetleri Türkiye Kızılay Derneği ile yerine getirilmiştir. Bu süreçte arama kurtarma çalışmaları halkın desteği ve askerlerle yürütülmüş, zarar gören halkın ihtiyaçları Kızılay tarafından sağlanmıştır. Sonrasında yürütülen çalışmalar ise mülki amir başkanlığındaki organize edilen birlikler tarafından yürütülmüştür. Bu çalışmalar için lazım olan maddi kaynak iç ve dış bağış ve yardımlar ile hükümet tarafından karşılanmıştır.

1935 - 1943 yılları arasında, Türkiye'de yaşanan su baskını ve taşkınların büyük ölçüde can ve mal zayıyatına sebep olması üzerine, 1943 yılında 4373 sayılı "Taşkın Sulara ve Su Baskınlarına Karşı Korunma" adı altında yeni bir kanun çıkarılarak söz konusu çalışmaları yürütmek üzere Bayındırlık Bakanlığı Su İşleri Reisliği adında bir birim oluşturularak aynı zamanda Cumhuriyet döneminin doğal afet zararlarının önlenmesine dönük ilk kanun olması hasebiyle de kayıtlara geçmiştir. (Yılmaz, 2003; JICA, 2004). 1944 yılına kadar devam eden bu dönemin genel karakteristikleri şunlardır:

- a) Afet zararlarının azaltılması konusunda ülkenin yerleşme, konut ve sanayileşme politikaları ile uyumlu bir afet politikası geliştirilmemiştir.
- b) Bu dönemde afet zararlarının azaltılması çalışmaları olarak kabul edilebilecek çalışmalara henüz başlanmadığı görülmektedir.
- c) Afet zararlarının minimize edilmesi, afet öncesi çalışmalar, sonrasındaki kurtarma ve iyileştirme faaliyetlerine dair gerçekçi politikalar sağlanamamıştır (Yılmaz, 2003)

1944 – 1958 Dönemi Afet Yönetimi (Kısmen Zarar Azaltıcı Önlemler); 1939-1944 yılları arasında, 26 Aralık 1939 "Büyük Erzincan Depremi (M:8)" ile başlayıp, kısa aralıklarla, Kuzey Anadolu Fayı üzerinde, 5 yıkıcı deprem meydana gelmiş [Niksar-Erbaa (M:7.2), 1942; Adapazarı-Hendek (M:6.8), 1943; Tosya-Ladik (M:7.5), 1943; Bolu-Gerede (M:7.4), 1944] ve bu depremler nedeniyle yaklaşık 44,000 insanın

vefat ettiği 100,000 insanın yaralı olarak kurtulduğu, binlerce yapının hasar görek yıkıldığı görülmüştür.

Bu afetlerin ülkemizde çok fazla can kaybı ve maddi hasara sebep vermesi dolayısıyla dönemin hükümeti tarafından 22 Temmuz 1944 tarihinde, 4623 sayılı “Yer Sarsıntılarında Evvel ve Sonra Alınacak Tedbirler Hakkında Kanun” adı ile kanuni değişiklik yapılmıştır. Temel hedefi muhtemel deprem riski olan bölgelerde alınacak tedbirlerle afete karşı hazırlıklı olma ve iyileştirme faaliyetleri gerçekleştirilmiştir. 1956 yılında çıkarılan 6785 sayılı İmar Kanunu ile ülkemizde imar planları, kentleşme, kaçak yapı ve dolayısıyla doğal afetlerden kaynaklı sorunların artması sebebi ile yeni bir kanuni düzelme ile 1958 yılında, 7116 sayılı kanun ile “İmar ve İskan Bakanlığı” oluşturularak tüm bu yetkiler bu bakanlığa verilmiştir. Aynı dönem içerisinde 7126 sayılı “Sivil Savunma” kanunu yürürlüğe konularak doğal afetlere dair destek verecek olan Sivil Savunma Genel Müdürlüğü kurulmuştur (JICA, 2004).

1959 - 2009 Dönemi Afet (Afet Yönetimi, Yerleşme ve Yapılardan Sorumlu Bakanlık); 1959 yılında Ülkemizde yaşanabilecek afetlerden kaynaklanabilecek hasarların minimize edilmesi için köklü değişiklikler yapılmıştır. Özellikle İmar ve İskan Bakanlığının kurularak faaliyet yürütmesi günümüzde bazı değişiklikler yapılarak geçerliliğini koruyan , “Umumi Hayata Müessir Afetler Dolayısıyla Alınacak Tedbirlerle Yapılacak Yardımlara Dair” 7269 sayılı kanun ile birçok yardım mekanizması birleştirilmiş ve afetlerden kaynaklı zararları azaltma icraatları genişletilerek her türlü doğal afet zararlarının minimize edilmesi için yeniden çalışma yapılmıştır. Çıkarıldığı tarihte uluslararası alanda en çağdaş ve kapsamlı afet kanunlarından biri olarak değerlendirilen, birçok ülke tarafından örnek alınan bu kanun 1960-1967 yılları arasında çok yoğun olarak yaşanan deprem, su baskınları ve heyelanlardan elde edilen deneyimlerin ve yeni gereksinimler doğrultusunda 1968 yılında 1051 sayılı kanunla önemli oranda değiştirilerek, yedi madde eklenmiştir.

1992 yılında meydana gelen Erzincan depreminden sonra, doğal afetlerin yalnızca fiziksel kayıplara değil, göç, işsizlik, üretim kaybı gibi sosyal ve ekonomik kayıplara yol açtığı, mevcut 7269 no'lu yasa ise bu tur sosyal ve ekonomik kayıpları azaltmaya imkan vermediğinin anlaşılması üzerine 28.08.1992 tarihinde 3838 sayılı, "Erzincan, Gümüşhane ve Tunceli illerinde Vukuu bulan Deprem Afeti ile Şırnak ve Çukurca'da Meydana Gelen Hasar ve Tahribata İlişkin Hizmetlerin Yürütülmesi Hakkında Kanun " çıkarılmıştır. Bu yasa 7269 sayılı kanunun zaman içerisinde eksikliği görülen yanlarını tamamlamıştır.

Sadece Erzincan Depreminden zarar gören bölgeleri içine alan bu kanundan sonra genel olarak tüm bölgeleri içine alan yeni bir yasaya ihtiyaç duyulduğu ve 23.07.1995 tarihli 4123 sayılı "Tabii Afet nedeni ile Meydana Gelen Hasar ve Tahribata İlişkin Hizmetlerin Yürütülmesine Dair Kanun " yürürlüğe girmiştir. Hızlıca hazırlanmasından dolayı 3838 sayılı kanunun tamamını kapsamayan bu yeni kanun Dinar depreminden sonra 16.11.1995 tarih ve 4133 sayılı Kanunla değiştirilmiştir. Daha sonra, 1965 yılında Afet İşleri Genel Müdürlüğü, 1971 yılında ise 7269 sayılı yasanın ilgili hükmü gereğince doğrudan Bakanlığa bağlı olacak Deprem Araştırma Enstitüsü Başkanlığı kurulmuştur, sonrasında Enstitü ve Daire Başkanlığı şeklinde yapılandırılarak Afet İşleri Genel Müdürlüğü'ne dahil olmuştur.

17 Ağustos 1999 İzmit depreminin sebep olduğu büyük kayıpların ikame edilebilmesi için, TBMM den kanun hükmünde kararname çıkarma yetkisi alınarak, etkin çözüm üretme hedefi ile muhtelif KHK ve Yönetmelikler yayınlanmıştır. Zorunlu Deprem Sigortası (27 Aralık 1999, KHK no: 587); Yapı Denetimi Hakkında Kanun Hükmünde Kararname (10 Nisan 2000, KHK no:595); Yapı Denetimi Uygulama Yönetmeliği (26 Mayıs 2000); 3030 Sayılı Büyükşehir Belediyesi Kanunu Dışında Kalan Belediyelerin Uygulayacakları Tip İmar Yönetmeliği (13 Temmuz 2000); Yapı Malzemeleri Deney Laboratuvarlarında Bulunması Gereken Özellikler Hakkında Genelge (30 Temmuz 2000); Afet Yönetimi ile İlgili Olarak Yeni Bir Merkezi Kurum Kurulması (KHK No: 583 ve 600); İçişleri Bakanlığı Sivil Savunma Genel Müdürlüğü'nün Mevcut Arama – Kurtarma Kapasitesinin Geliştirilmesi (Aralık 1999, 586 sayılı KHK ve Nisan 2000, 596 Sayılı KHK); Ulusal Deprem Konseyi (UDK) Kurulması (JICA, 2004).

Yeni Kurumsal Yapılanma ve Afet Yönetimi'nde Yeni Bir Dönem (2010 ve sonrası); Afet İşleri Genel Müdürlüğü tarafından 1999 depremine kadar olan çalışmaları bu yıldan sonra yapılan hatalardan alınan derslerle 2009 yılında Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı kurulması ile modern bir yapı ve işleyiş kazanmıştır. Ülkemizde afetlerle ilgili kurum, AFAD kısa adıyla bilinen Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığıdır. Bu kurum kuruluşundan itibaren Başbakanlığa bağlıyken son yapılan düzenleme ile İçişleri Bakanlığına bağlanmıştır.

### 3.3. Afet Yönetimi İçin İHA Görüntülerinin İşlenmesi

Afetler toplumda ciddi sıkıntılara yol açan, önemli bir seviyede insan, malzeme ya da çevresel kayıplara sebebiyet veren, etkilenen bölgenin mevcut kaynaklarını değerlendirerek üstesinden gelemeyeceği olaylardır. Afet sonrasında gerekli olabilecek yardım faaliyetlerine yönelik gereken teçhizat, araç, gereç ve iş makinesi gibi malzemelerin doğru şekilde sevk ve idaresi için afetten etkilenen bölgenin isabetli ve zamanında tespiti hayati önem taşımaktadır. İnsansız Hava Araçları'nın istenildiği anda ve zor hava koşullarında kolaylıkla veri elde edebilme yeteneği ve diğer uydu görüntülerine göre daha az maliyetli olması onu diğer veri elde etme yöntemlerine göre daha fazla ön plana çıkarmakta olup doğal afet sürecinde gerekli müdahalelerin yapılmasında büyük katkı sağlamaktadır.

Küçük ve orta büyüklükteki alanlarda meydana gelen doğal afet öncesi gerekli önlemlerin alınması ile birlikte doğal afet sonrası hasar tespit çalışmalarının yapılması ve kurtarma çalışmalarının yönlendirilmesi gibi faaliyetlerde İHA'nın kullanılması, gerek güncel coğrafi veriye hızlı ve ekonomik olarak ulaşılması bakımından, gerekse elde edilen bu verilerin ilgili diğer verilerle CBS ortamında bütünleştirildikten sonra gerekli analizlerin yapılmasıyla doğal afet öncesi ve sonrası sürece sağladığı katkı bakımından son derece önemlidir.

Eldeki veriler kullanılarak bu sorulara doğru cevaplar verilmesi, afetten etkilenen bölge ve kişilere yardım edecek ekiplerin ve daha üst seviyede karar vericilerin doğru yönlendirilmesi için yaşamsal öneme sahiptir. Doğru hasar analiz verilerine zamanında ulaşamayan karar vericilerin afetten etkilenenlere yapılacak kurtarma/yardım faaliyetlerini doğru şekilde yönlendiremeyeceği de açıktır. (Türk, 2013)

#### 4. MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışma alanı olan Konya ili Karapınar ilçesine bağlı muhtelif mahallelerde önceden oluşan obruklar içerisinde seçilenlerin konumlarının kadastro paftaları, uydu görüntüleri, halihazır harita verilerine göre hazırlanan güzergah sırası ve uçuş planlarına göre insanız hava aracı ile uçuşlar gerçekleştirilmiştir. Uçuş işlemi için DJI PHANTOM PRO 3 ile uçuş gerçekleştirilmiştir. Yer kontrol noktalarını ölçmek için TUSAGA-AKTİF destekli GNSS cihazı kullanılmıştır.

Öncelikle mevcut obrukların ve riskli alanların tespiti için yürütülecek çalışmalar sonucunda, obrukların yapısı, derinliği, çapı hakkında fotogrametrik yöntemle, güncel ve doğru bir envanter çıkarılabileceği değerlendirilecektir. Mevcut obrukların ayrıntılı bilgilerinin tespiti ile zamana göre değişimlerinin izlenmesi için bir mekanizmanın kurulması gerektiği ve sağlanacak online görüntü ile müdahale ekiplerinin hızlı ve işlevsel bir şekilde hareket edeceği değerlendirilecektir.

##### 4.1. İnsansız Hava Araçları

İnsansız Hava Aracı; içinde pilotu ve yolcusu olmayan, sadece amaca uygun ekipman (video kamera, fotoğraf makinesi, GNSS, lazer tarama cihazı, vb.) taşıyan, uzaktan kumandalı ve/veya otomatik olarak görevini icra edebilen bir çeşit uçaktır. İHA'ların askeri, sivil (hobi ve ticari) ve bilimsel amaçlı profesyonel kullanımları ülkemizde ve tüm dünyada hızla artmakta, bu nedenle önümüzdeki yıllarda bu konunun daha fazla gündem oluşturacağı değerlendirilmektedir. Gün geçtikçe artan bu yoğun kullanımın temel nedenleri olarak; özellikle sivil amaçlı İHA'ların çok geniş kullanım alanlarının olması, birçok mesleki (örn. harita yapım amaçlı) kullanımlarda yüksek doğruluk, zaman ve maliyet tasarrufu sağlaması sayılabilir. (Kahveci, 2017). İHA'lar kullanılarak gerek fotogrametrik gerekse uzaktan algılama amaçlı veri toplama ve üretimi işlemleri iyi bir planlama ve uygulama aşaması gerektiren çalışmalardır.

##### 4.2. Fotogrametrik Amaçlı Veri Toplama ve Üretimi

İHA'lar kullanılarak yapılan fotogrametrik veri toplama işlemi klasik hava fotogrametrisinde olduğu gibi yapılan bir uçuş planı doğrultusunda gerçekleştirilmektedir. Ancak bu araçların havada kalma süreleri (30 dakika veya 1 saat) kısıtlı olduğu için aracın havada kalacağı sürenin en verimli şekilde değerlendirilmesi gerekmektedir. Genel olarak İHA'lar kullanılarak yapılan veri toplama üretimi aşaması

Şekil 4.1 deki gibi sınıflandırmak mümkündür ( Bandea H., vd. 2007; Eisenbeiss, H. 2009 ).



Şekil 4.1. İHA'lar Kullanılarak Yapılan Fotogrametrik Amaçlı Veri Toplama ve Üretimi (Bandea, 2007)

İyi bir uçuş planının yapılabilmesi için çalışma alanı sınırlarını gösteren altlık haritaların olması oldukça önemlidir. Çünkü uçuş planlaması aşamasında yapılacak tüm planlamalar bu haritalar baz alınarak yapılacaktır. Bundan dolayı çalışma alanının sınırlarını gösteren veriler yersel veya Google Earth gibi programlar kullanılarak elde edilebilmektedir. Veri toplama işleminin başarısı büyük ölçüde yapılacak uçuş planına bağlıdır. Hazırlanacak uçuş planı klasik fotogrametrik uçuş planı gibidir. Uçuş planlaması aşamasında çalışmanın başarılı bir şekilde gerçekleştirilmesi için fotoğraf alımının hangi yükseklikten, ne kadar hızla ve ne kadar zaman aralığında yapılacağı, alanı temsil etmek için kaç kolon olacağı ve her kolonda kaç fotoğraf çekileceği uçuş planlaması aşamasında belirlenmelidir. İHA'lar rüzgârdan fazla etkilenen araçlar olduğundan dolayı, stereo görüntü elde edebilmek için uçuş planlaması aşamasında enine ve boyuna bindirme oranlarının normal standartların(%60 boyuna, % 20 enine) üzerinde planlamasında fayda olacaktır. Uçuş planı hazırlanırken ilk belirlenmesi gereken işlem görüntü alımı işleminin ne kadar yüksekten gerçekleştirileceğinin belirlenmesidir. Burada uçuş yüksekliği belirlenirken çalışmada fotoğraf çekimi için kullanılacak kameranın hangi yükseklikten kaç santimetre Yer Örneklem Aralığına

(YÖA) sahip görüntü aldığı ve çalışılacak projenin ne kadar konumsal çözünürlüğe sahip veriye ihtiyaç duyduğunun belirlenmesi oldukça önemlidir. (Karakış, 2012)

Veri toplama işlemine geçmeden önce elde edilen görüntülerin hassas bir şekilde dengelenmesi, birleştirilmesi ve proje referans sistemine göre konumlandırılması için yer kontrol noktaları çalışma alanında uygun yerlere yerleştirilir. Bu noktaların algılayıcı sistemin çözünürlüğüne uygun olarak, alınan görüntü üzerinde görülebilecek büyüklükte olmasına dikkat edilmelidir. Yer kontrol noktaları jeodezik yöntemler ile uçuş öncesi veya uçuş sonrası hassas bir şekilde ölçülmesi gerekir.

Yapılan uçuş planı göre, hava şartları dikkate alınarak uygun bir zamanda çalışma alanına ait verilerin toplanması gerçekleştirilir. Veri toplama İHA'nın uçuş özelliğine göre uzaktan kumandalı, yarı otomatik veya tam otomatik olarak yapılabilmektedir. Elde edilen veriler doğrudan veya sonradan kamera üzerinden bilgisayar ortamına aktarılabilir. Uçuş işlemi ile toplanan veriler bilgisayar ortamına aktarılarak elde edilen görüntülerin bindirme oranları da dikkate alınarak fotogrametrik veri işleme yazılımlarında işlenebilmektedir. Görüntülerin birleştirilerek ortofoto görüntüler elde edilebilmesi için kontrol noktaları ve bağlantı noktaları kullanılır. Bu noktalar arazi ölçümleri ile veya elle görüntüler üzerinden elde edilen yer kontrol noktaları olabileceği gibi görüntü eşleştirme algoritmaları ile otomatik olarak seçilen noktalarda olabilir. Verilerin işlenmesi sonucunda çalışmanın amacına göre elde edilen verilerden ortofoto görüntüler, sayısal yükseklik modelleri, sayısal arazi modelleri ve 3 boyutlu modeller üretilir. (Karakış, 2012)

#### **4.3. Uzaktan Algılama Amaçlı Veri Toplama**

İHA'lar kullanılarak yapılan uzaktan algılama amaçlı veri toplama çalışmalarında, üç boyutlu verilere ihtiyaç duyulması halinde tek kameralı sistemlerde veri toplama işlemi fotogrametrik yöntemlerle benzer şekilde yapılabilmektedir. Stereo görüntülerin istenmediği durumlarda amacına uygun olarak çalışma alanını kaplayacak şekilde, İHA'nın hızı, planlanan projede istenilen çözünürlük ve kullanılan algılayıcı sisteminin çözünürlüğü dikkate alınarak yapılan uçuş planına göre veri toplama işlemi gerçekleştirilir. Veri toplama işleminde kullanılan algılayıcı platformdan elde edilen veriler klasik uzaktan algılama yazılımlarında veya amacına uygun olarak geliştirilen yazılımlarda işlenerek, sınıflandırma, normalize edilmiş bitki indeksi analizleri, yüzey sıcaklıklarının izlenmesi gibi farklı uygulamalar için kullanılabilir. (Karakış, 2012)

#### **4.4. Verinin Elde Edilmesinde Aktarım Yöntemleri**

Afetin olduğu bölgeden uçak, helikopter ve insansız hava aracı gibi platformlar aracılığıyla alınan görüntülerin afet ve acil durum yönetim merkezine anlık olarak iletilmesi için temelde üç farklı aktarım yöntemi kullanılabilir.

##### **4.4.1. Sabit Alıcı Antenler**

Belirli sabit istasyonlarda konuşlandırılmış sabit alıcı antenler ile görüntü alınacak bölgenin havadan görüntüleri sabit alanın kapsama alanı içerisindeyse ve sabit anten afetten zarar görmemiş, çalışabilir durumdaysa görüntü aktarımı gerçekleştirilebilmektedir.

##### **4.4.2. Mobil Alıcılar**

Mobil alıcılar (taşınabilir üniteler), helikopter veya uçak içerisinde taşınacak olup, hava aracının mobil alıcıyı afetten etkilenen bölgeyi kapsayacak uygun bir yere bırakması ve tekrar havalanması suretiyle görüntünün mobil alıcı üzerinden aktarımı mümkün olabilmektedir.

##### **4.4.3. Mobil İletişim Araçları**

Afet riski yüksek noktalarda konuşlanacak olan mobil iletişim araçları, afet bölgesine yakın hava platformunun kapsama alanına girecek bir noktaya intikal ederek görüntü aktarımının haberleşme aracı üzerinde yer alan alıcılar vasıtasıyla yapılması mümkün olabilmektedir. Bu yöntem günümüz teknolojisi ile çok sık kullanılan bir yöntem olmakla birlikte birçok farklı alanda da örnekleri görülmektedir.

#### **4.5. Görüntü İşleme İşlevleri**

Görüntü işleme işlevlerini görüntü ön işlemleri, görüntü çakıştırma, yeniden örnekleme ve renklendirme olmak üzere 4 başlıkta incelenebilir.

##### **4.5.1. Görüntü Ön İşlemleri**

Uzaktan algılama görüntüleri, yapılarında bulunan sistematik ya da sistematik olmayan hatalar barındırırlar. Bu sebeple uygulamada kullanılabilmeleri için bir takım düzeltmelere (ön işlemlere) tabi tutulmaları gerekmektedir.

Bu düzeltme işlemleri çoğu zaman “ön işleme” olarak da isimlendirilebilmektedirler. Çünkü bu gerçekleştirilecek olan işlemler daha sonraki

adımlarda görüntülerden özel bilgiler elde etmek için yapılan ‐işleme ve analiz‐ işlerinden daha önce yapılır. Görüntüler üzerinde gerçekleştirilebilecek ön işlemler Şu şekildedir.

#### 4.5.2. Görüntü Çakıştırma

Görüntü çakıştırma birden fazla görüntü kullanılarak gerçekleştirilen analizler öncesinde görüntülerin aynı referans sistemine göre üste çakıştırılması/hizalanması için uygulanması gereken bir ön işlemdir. Özellikle değişiklik analizi gibi iki görüntü arasındaki değişimin belirlenmesi gibi karşılaştırmalı analiz yöntemlerinin uygulanabilmesi için görüntülerin aynı referans sistemine göre hizalanmış olması beklenir. Görüntü çakıştırma en az iki farklı uydu/sensörden farklı zamanlarda ve/veya farklı parametrelerle elde edilen görüntülerin geometrik olarak bükülerek eşleştirilmesi olarak tanımlanabilir. Görüntü çakıştırma başarımı genellikle, hedef ve referans imgede ortak olan yer kontrol noktalarının (GCP, Ground Control Point) arasındaki karekök ortalama (RMS, Root Mean Square) hatasının ölçülmesi ile değerlendirilir. Bahse konu YKN noktaları el yordamı ile belirlenebileceği gibi otomatik olarak ta saptanabilmektedir. YKN' lerin hassas olarak seçilmesi görüntü çakıştırma başarımı için oldukça kritiktir.

Görüntü çakıştırma işlemi sırasında bir referans görüntü bir ya da birden çok hedef görüntü seçilir. Referans görüntünün çözünürlüğü ve boyutu baz alınarak hedef görüntü yeniden örneklendirilir (resampling). Böylece referans ve hedef görüntüler aynı boyut ve coğrafik konumlama (geopositioning) bilgisine sahip olur. Bu adımda örnekleme çeşitlerinden (linear,cubic, vb.) uygun olan biri seçilir.

#### 4.5.3. Yeniden Örnekleme

Görüntünün boyutu, görüntünün genişliği ve yüksekliği boyunca bulunan piksel sayısının ölçümüdür. Çözünürlük, belirlenen bir alandaki görüntü verileri miktarıdır. Uydu görüntülerinde çözünürlük, fiziksel alan başına düşen piksel cinsinden ölçülür. Çözünürlük görüntüde görebildiğiniz ayrıntı inceliğini belirler. Görüntünün piksel boyutlarını değiştirmeye yeniden örnekleme adı verilir. Yeniden örnekleme, yalnızca görüntünün boyutlarını değil aynı zamanda görüntü kalitesini de etkiler. Alt ya da üst örnekleme işlemleri gerçekleştirilerek görüntü yeniden örneklenebilir. Görüntü üzerinde üst örnekleme işlemi yapılırken görüntünün boyutlarının değiştirilmesi için Frekans domeninde sıfır ekleme (zero-padding) işlemi uygulanır. Üst örnekleme sonucunda

oluşacak görüntü boyutları kullanıcı tarafından belirlenebileceği gibi, giriş görüntüsü boyutunun katları olarak da seçilebilir. Üst örnekleme yapıldığı durumda görüntüdeki piksel sayısının arttığı ve görüntü ayrıntı ve netliğinin bir miktar yitirildiğine dikkat etmek gerekir.

Görüntü üzerinde alt örnekleme işlemi yapılırken görüntü boyutlarının değiştirilmesi için örnek seyreltme (sub-sampling) metodu uygulanır. Örnek seyreltme metodunda; görüntü kullanıcının belirleyeceği bir alt örnekleme oranı ile yeniden boyutlandırılır. Alt örnekleme oranı giriş görüntüsünün satır ve sütunundan kaç örnekte bir piksel alınarak çıkış görüntüsü oluşturulacağını söyler. Alt örnekleme sonunda görüntüden piksel çıkarılarak bilgi eksilmesi yapıldığına dikkat edilmelidir.

#### **4.5.4. Renklendirme**

Uzaktan algılama verilerinin gösterimini iyileştirmek amacıyla uygulanır. İlgilenilen banttaki değerler normalize edilir ve belirli bir renk haritası kullanılarak görüntü renklendirilir. İki bantı birbirinden çıkarma, oranlarını bulma, vb. aritmetik işlemlerin sonuçlarının görselleştirilmesinde kullanılabilir. Diğer taraftan doku analizi sonuçlarının kullanarak yapılan işlemlerin görselliğinin iyileştirilmesinde de büyük yarar sağlar.

#### **4.5.5. Doku Analizi**

Afet sonrası uydu görüntüleri üzerinden değişimi daha iyi gözlemleyebilmek üzere Haralick vd.'nin (1973) geliştirdiği doku analizi ölçütlerinden yararlanılmaktadır. Bu ölçütler, görüntüdeki piksel değerlerinin dağılımı ile ilgili kullanıcıya fikir verebilir. Ayrıca doku değerleri, mevsim veya ışıklandırmadan etkilenmediğinden istikrarlı bir ölçüt sunar. Doku ile ilgili kontrast, ilinti, benzeşmezlik, entropi, homojenlik, enerji, ortalama ve varyans istatistik değerleri kullanılarak, afetin sebebiyet verdiği bozulmalar rahatlıkla gözlemlenebilir.

#### **4.5.6. Görsel Hasar Tespiti**

Çözünürlüğün artması ile birlikte insan algısına uygun hale gelen görüntüler bir operatörün gözle incelemesine olanak sağlamıştır. Afet sonrası yıkılan bina ve insan yapımı diğer nesnelere tespiti için görsel hasar analizinin oldukça faydalı olacağı düşünülmektedir. Operatör afet sonrası uydu görüntüsünü inceleyerek manuel bir şekilde hasar tespiti yapabilir.

#### 4.5.7. Otomatik Nesne Seviyesi Hasar Tespiti

Afet sonrası uydu görüntülerinin görsel olarak operatör aracılığıyla incelenip hasar tespitinin yapılması hala oldukça yaygın bir yöntemdir. Bununla birlikte görsel olarak hasar tespiti oldukça fazla zaman ve emek gerektirmektedir. Bu nedenle, deprem sonrası hasar haritalarının bir an önce çıkarılması için otomatik ve yarı-otomatik hasar tespiti yapan yöntemlerin varlığı önem kazanmaktadır.

Deprem öncesi ve sonrası görüntüleri kullanarak binaların bulunduğu bölgede hasar tespiti yapılması gerekmektedir. Bunun için öncelikle bölgedeki binaların izdüşümlerine (vektörel veri) ihtiyaç duyulmaktadır. İz düşüm verileri kullanılarak sadece binaların bulunduğu alanlarda değişim analizi uygulanır. Olay öncesi görüntüde bir bina verisi alınıp olay sonrası görüntüdeki veriler ile karşılaştırılarak benzeşim değerleri hesaplanmaktadır.

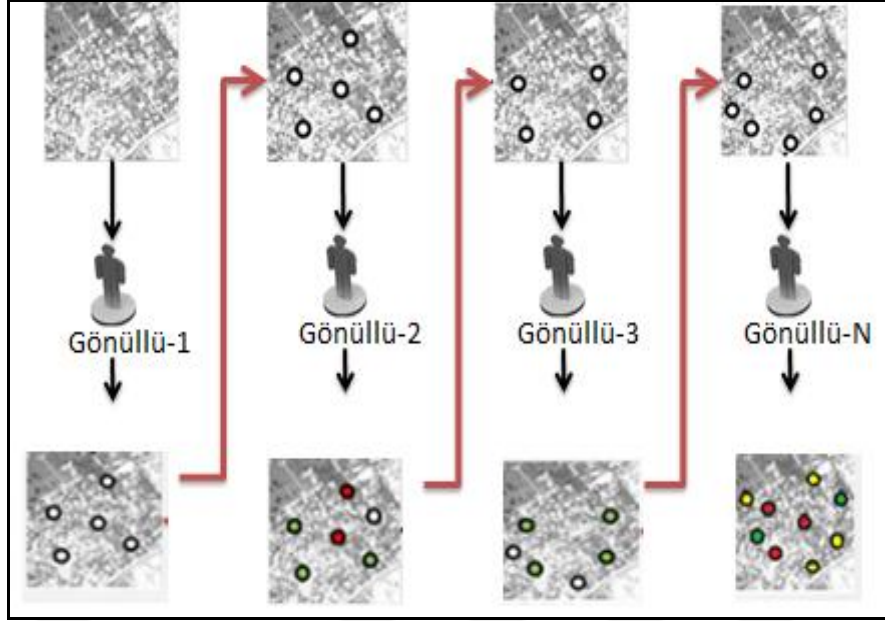
#### 4.6. Veri İşleme Stratejileri

- Yüksek çözünürlüklü Uydu/İHA görüntüsünü küçük parçalara bölünmesi
- Görüntüleri belirli bir stratejiye göre küçük parçalara ayrılması
- Her küçük görüntü parçasını bir veya birden fazla uzman/gönüllüye web ara yüzünden gönderilmesi
- Aylarca süren analizler 1000 kadar uzman/gönüllü ile dakikalar mertebesinde analiz edilmesi
- Kitle + istatistiksel güvenilirlik analizi algoritmaların ürettiği son analizler karar vericilerin onayına sunulması ( Tübitak Bilgem, 2013)

##### 4.6.1. İteratif Yöntem

**Aynı parsel üzerinde çalışan birden fazla uzman/ gönüllü**

- İteratif olarak aynı görüntüyü inceleme kabiliyeti
- Yüksek başarımlı ve doğrulanmış sonuç (Şekil 4.2)

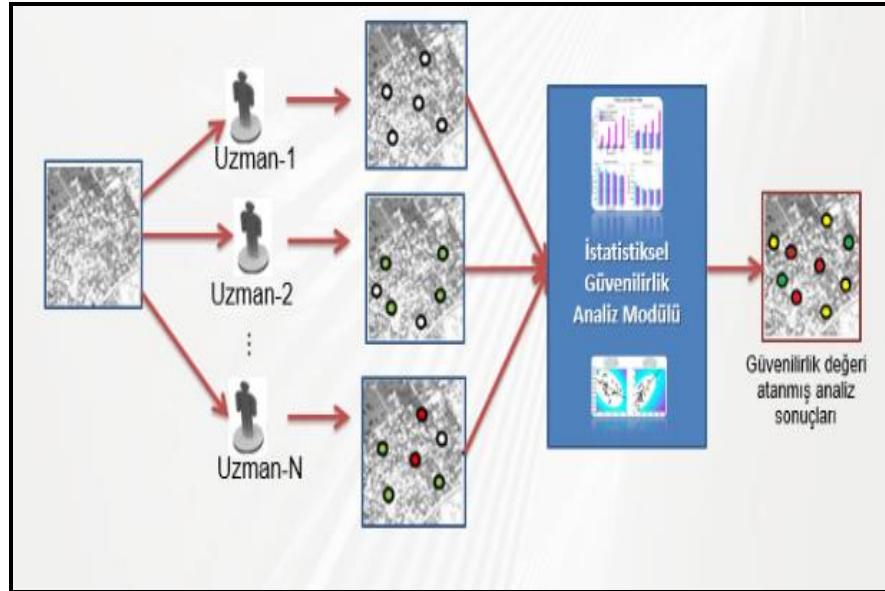


Şekil 4.2. İteratif Yöntemle Veri İşleme (Tübitak Bilgem, 2013)

#### 4.6.2. Paralel Yöntem

Aynı parsel üzerinde çalışan birden fazla uzman/gönüllü

- Paralel olarak aynı görüntüyü inceleme kabiliyeti
- Yüksek başarımlı sonuç (Şekil 4.3)



Şekil 4.3. Paralel Yöntemle Veri İşleme (Tübitak Bilgem, 2013)

#### 4.7. Obruk Nedir?

Yatay ya da yatay yüzeye yakın tabakalı kireç taşında yer alan yeraltı nehirlerinin veya aktif mağara tavanlarının çökmesi sonucu oluşmuş, baca ya da kuyuya benzeyen derin çukurluklara verilen addır. Karst arazi olarak isimlendirilen, genellikle su tarafından basitçe eriyebilen kireçtaşları ve karbonatlar bulunduran düz zeminlerde yer alan derin çukurlar şeklinde karşımıza çıkarlar.

Başka bir deyişle, baca ya da kuyu görünümünde, derin çukurluklara derinliği 300-350 m'ye ulaşabilen ve obrukların bazılarının taban kısmında göl ve akarsu gibi su hareketlerin meydana geldiği ve sonrasında yer altı sularının, karbondioksit ile birleşimi sonucu karbonik asit oluşmaktadır. Meydana gelen bu karbonik asit kireç taşının yoğun olarak görüldüğü topraklarda zaman içerisinde çözerek yer altında mağaralar oluşmasına neden olmaktadır ve belirli bir zaman sonra mağaranın üstünde bulunan toprak çöker, işte meydana gelen bu çökme sonucu oluşan derin çukurlara obruk denilmektedir.

##### 4.7.1. Obruklar Ne Şekilde Oluşur?

Obruklar yer altında bulunan eriyebilen kayalar sayesinde oluşmaktadır. Kayalar, bir takım minerallerin ya da mineral taş parçalarının bir araya gelmesinden veya mevcut mineralin çok fazla sayıda bir araya gelmesinden meydana gelen birikintilerdir. Kayalar, topraktan sızan su sebebiyle çözülmeye uğrarlar, kayaç içerisinde bulunan mevcut boşluklarda genişleme meydana gelir ve üzerlerinde bulunan toprak ile dolarlar. Yer altı suyu sayesinde çözülmeye devam eden kayaç toprağı ortadan kaldırır ve yamaçta bulunan eğimi düşük, derinliği çok da fazla olmayan çöküntüler meydana getirirler. Kayaların içerisinde yer alan çatlak ve yarıklar suyun hareketini kolaylaştırırlar. Bu durum zamanla kayacı eritmeye başlar ve geniş boşluklar oluşmasına sebep olur ve sonuçta meydana gelen boşluklar üzerindeki toprak ve kayadan oluşan yapı zaman içerisinde çökerek obrukların oluşmasına sebep olmaktadır. Nüfusun çok olduğu bölgelerde bu şekilde meydana gelen obruklar ciddi tehlike sebebidir. Obruk oluşumuna neden olan dış faktörleri şu şekilde sıralayabiliriz. Bunlar:

- a) Yeraltı suyu çekimi ve susuzlaştırma: Karstik oluşumun üzerinde bulunan ve bitki yönüyle çok ta gelişmemiş olan alanlarda yapılan çok fazla yeraltı suyu çekimi, dünyadaki her yerde başlıca obruk oluşma nedenidir. Suyun kaldırma kuvveti etkeni ortadan kalktığı zaman kayaç duyarlılığı da buna olarak

azalmaktadır. Maden ocağı ve sulama işletmelerinde yapılan drenaj yeraltı su seviyesinin aşırı düşümünün önemli örnekleridir.

- b) Tetiklenmiş obruk oluşumu: Madencilik, tarım, karayolu yapıları, endüstriyel yapılar, demir yolu yapıları gibi faktörler obruk oluşumunu tetiklemektedir. Tetiklenmiş obruk oluşumunda doğal obruklara göre ani ya da oldukça hızlı bir şekilde, birkaç saniyede ya da birkaç hafta içerisinde olabilmektedir.
- c) Aşırı su yükü: Yüzey üzerindeki belirli noktalarda su birikmesi halinde, yani baraj ve gölet gibi yapılar yapıldığında, karstik boşlukların üzerinde bulunan örtü biriminin dayanımının azalmasına neden olmaktadır.
- d) Çözelti madenciliği: Özellikle tuz madenciliği geçtiğimiz yıllarda, birçok obruğun oluşmasına sebep olmuştur. Bu madencilik türü iki farklı yöntemle yapılmaktadır. İlki kuyu ve galerilerle yapılan yöntem olup, ikincisi ise açılan iki kuyudan bir tanesinden yeraltına su pompalanırken, diğerinden de pompalar aracılığı ile yüksek çözelti yüzeye alınmaktadır. (Navruz, 2015)

#### 4.7.2. Obruk Oluşumu ve Nedenleri

Bir alanda obruk oluşabilmesi için, söz konusu alanda, yakın çevresinde hidrolojik ilişkilerin önemli olduğunun bilinmesi ve bir karstik çöküntünün obruk olarak kabul edilebilmesi için bazı şartların sağlanması gereklidir. Bunlar:

- a) İki havzayı ayıran bir eşik bulunması  
Bu eşik alçak bir dağlık alan olabilir ya da alçak veya yüksek bir plato olabilir. Bu gibi yerler obrukların oluşabileceği en uygun yerlerdir.
- b) Taban seviye yükseklikleri birbirinden farklı iki komşu havza, tektonik kökeni olan bir havza oluşumu, çöküntü havzası, göl, dağ içi ovası veya büyük ya da küçük alana sahip ova veya bataklık bir alan olabilir.
- c) Havzaların hidrolojik yönüyle birbirleriyle bağlantıları olmaları, topoğrafik olarak yüksek kotta bulunan bir havza, daha alt kotta bulunan havzaya yerçekimi kanunu gereği yeraltı suları iletilmektedir. Böyle bir durumda su molekülleri yüksek kottan altta bulunan kotlara akacaktır.
- d) Eşik yüzeyinden yeraltına doğru karstik yapıda kayaçların bulunması, farklı havza yapısındaki yerlerde taban seviyesine kadar karstik kayaçların bulunması, karstlaşma sürecini hızlandırıp, karstik yapıların büyüklüğünü artıracaktır.
- e) Her iki havzada bulunan yeraltı suyu seviyelerinin zaman içinde değişimi yeraltı suyu seviyesinde meydana gelen değişimler iklim değişikliklerine, tektonik

hareketlere ve kıtalarda meydana gelen değişimlere bağlıdır. Bu etkenler ile meydana gelen değişimler obruk oluşumlarına neden olmaktadır. (Navruz, 2015)

#### 4.7.3. Obruk Sınıflandırmaları

Obruklarda sınıflandırmalar yaşanan çöküntüler, göçmeler ve çözümler, buna bağlı olarak yaşanan süreçlere göre yapılmaktadır. Bunlar şu şekildedir.

- Çöküntü obruğu
- Göçme obruğu
- Çözünme obruğu
- Derin boru şekilli obruk
- Çözünme obrukları
- Örtü kayaçlı obruk
- Yıkılma (dropout) obrukları
- Yayvan şekilli (suffosion) obruklar

#### 4.7.4. Konya'da Meydana Gelen Obruklar

Türkiye'de obruk olayının en fazla yaşandığı il olan Konya'da, Karapınar, Çumra, Karatay, Akören, Ereğli ve Kadınhanı ilçelerinde görölmektedir. Konya Havzası'nda bulunan alt yapıda metamorfik ve kristalen kütleler ile Kretase yaşlı ofiolitik seriler bulunmaktadır. Bu temel birimlerin üzerinde altta Miosen, üstte Pliosen yaşlı birimler ile en üstte Kuaterner yaşlı örtü formasyonları yer almaktadır. Yatay yapılu bu birimler; altta taban konglomerası ile başlar, üste doğru marn, kalker, kil, çakıl taşları ve yer yer de jipslerden oluşur (Biricik, 1992). Güney kısımda Toros Dağları'ndan başlamak üzere kuzey yönüne doğru Konya Kapalı Havzası bulunur ve oradan da Tuz Gölü Havzası'na doğru gitmekte olan bir yeraltı suyu akımı bulunmaktadır. Bu sebeple kayaçların bulunduğu yerlerde karstik boşluklar meydana gelmektedir. Bu boşluklar zamanla genişleyerek üzerinde bulunan toprak yüzeyi taşıyamayacak hale gelir ve obruklar oluşur (Üstün vd., 2007: 54). Konya Havzasında günümüzde özellikle kurak ve yarı kurak iklim sebebi ve insani faktörlerinde olduğu görölmüştür. Konya'da meydana gelen obruklar, oluşum dönemlerine göre eski oluşumlu ve güncel obruklar şeklinde tanımlanabilir. Konya'da eski ve güncel olarak 110 obruk tespit edilmiştir. Obruklardan 61 tanesi eski, 49 tanesi ise yeni oluşumludur.

Ülkemizin bulunduğu coğrafi konum, jeopolitik durum ve ülkemizin yedi ayrı bölgesinde farklı iklimlerin aynı anda yaşanması zaman zaman gerçekleşebilmektedir. İnsansız hava araçlarından elde edilen yüksek konum hassasiyetli ve yüksek çözünürlüklü görüntülerin geliştirilebilecek anlık veri akışı ile bir bilgi sistemi aracılığıyla karar destek mekanizmalarına veri akışı sağlanabileceği görülmüştür.

Afet yönetiminin tüm aşamalarında afet risklerinin azaltılması, önlenmesi, afete hazırlık ve süratli hasar tespit, müdahale ve iyileştirmeye yönelik çalışmalarda kullanılacak yüksek doğruluklu ve çözünürlüklü görüntü verilerinin temininin en önemli aşama olduğu ve buna bağlı olarak yapılan işlemlerle elde edilen veriler üzerinden bilimsel, doğru, net ve tartışmaya meydan vermeyecek verilerin türetilmesi mümkündür. Afetlerde, afet olduktan sonraki ilk saatler en önemli zaman dilimleri olup devamında yürütülecek çalışmalarda izlenecek yok, temin edilmesi gereken alet, edavat, araç, ekipman, insan gücü vb ihtiyaçların tespiti ve temini çok büyük önem arz etmektedir. Ülkemizde yakın geçmişte yaşanan maden kazaları, depremler, seller ve özellikle yakın zamanda Konya ili Karapınar ilçesinde yaşanan ve sıklıkla artan obruk oluşumlarının bölge halkında tedirginliğe yol açtığı görülmüştür. Milli ekonomiye katkı sağlamak için canla başla çalışan emektar çiftçilerin obruk oluşan yerlerin etrafını boş bırakarak canları pahasına arazilerini ekme çabaları görülmüştür.

#### **4.7.4.1. Karapınar Obrukları**

Ülkemizde özellikle Obruk Platosu ve Karapınar çevresindeki eski obruklar faylanmaların etkisiyle tektonokarstik oluşumlar ile meydana gelmiştir. Bunlarda yeraltı suyu seviyesinin yıllık ve mevsimlik değişimleri etkili olsa da, güncel oluşumlu obruklarda görüldüğü kadar etkili değildir. Daha eski olan paleo-obruklerde Kuaterner'in iklim dalgalanmaları sonucu yeraltı suyu seviyesindeki oynamalar etkili olmuştur. Günümüzde ise yine doğal süreçlerle beraber insan faktörünün devreye girmesiyle yeraltı suyu seviyesi ciddi oranda düşmüş ve obruk oluşumları hız kazanmıştır. Son 26 senede yeraltı suyu seviyesi yaklaşık 24 metre düşmüş ve halen hızla düşmeye devam etmektedir. Karapınar'ın kuzeyinde Sultaniye Ovası batısından itibaren yaklaşık kuzeydoğu güneybatı doğrultulu uzanan hat boyunca yeraltı suyu seviyesi düşümünün de tetiklediği, güncel obruk çökmeleri yoğunlaşmıştır. Örtü kalınlığına ve dikey yönde toplam boşluk oranına bağlı olarak obruk derinlikleri değişim göstermektedir. Karapınar yerleşim alanının kuzeyinde sığ derinlikli obruk

oluşumları gerçekleşirken, gelecekte şehrin batı ve güney batısında daha derin ve sulu obrukların gelişme olasılığı daha yüksektir.

#### 4.7.4.1.1. Meyil Obruğu

Koordinatları: : 37° 59' 17" Kuzey - 33° 21' 13" Doğu

Karapınar ilçe merkezine: 39.5 km uzaklıkta

Üst yüzeyde yükselti: 1044 m

Su yüzeyindeki yükselti: 980 m

Üst yüzey-su yüzeyi arası: 64 m

Obruk su derinliği: 40 m

Üst yüzeydeki uzun eksen: 660 m

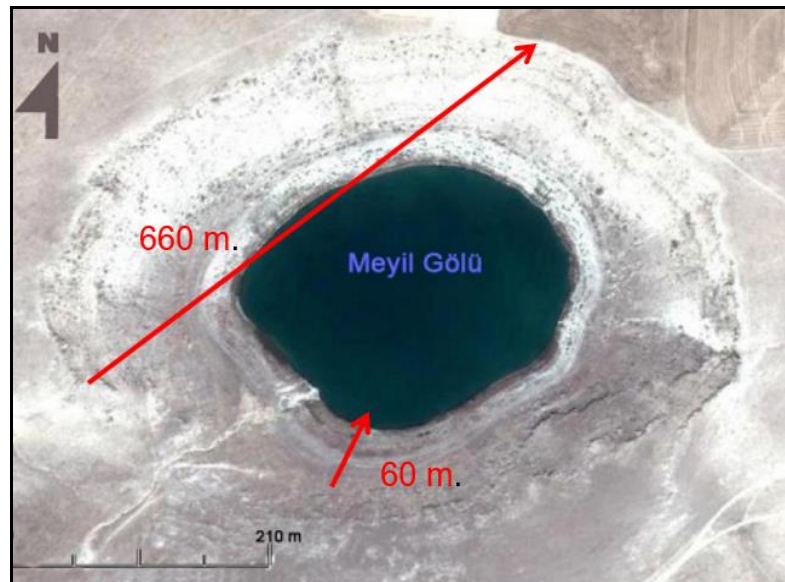
Üst yüzeydeki kısa eksen: 590 m

Su yüzeyindeki uzun eksen: 310 m

Su yüzeyindeki kısa eksen: 280 m

Diğer özellikleri: Eski oluşumlu ve sulu bir obruktur.

Karapınar İlçesinin 41 km kuzeybatısında bulunan Meyil Yaylası'nda yer alır. Obruğa, Karapınar-Eşeli-Sekizli-Kolca-Potur-Dikmen yayla yolunun 34.8 km'sine kadar asfalt, buradan güneybatıya doğru 4.7 km'lik stabilize yol ile ulaşılır. (Şekil 4.4.), (Şekil 4.5.)



Şekil 4.4. Meyil Obruğu ve Çevresinin Google Earth Görüntüsü (Tapur vd. , 2016)



Şekil 4.5. Meyil Obruğu ve Çevresinin Görüntüsü (Tapur vd. , 2016)

Obruk, Üst Miosen-Alt Pliosen yaşlı farklı litolojideki (kalker, marn, kumtaşı, kiltası) tabakalar içinde teşekkül etmiştir. Obruk kenar yamacının kuzeydoğu güneybatı doğrultusunda disimetrik bir profil göstermesi, tabakaların eğimli olmasından kaynaklanmaktadır. Yamaçlarda bulunan kalker, marn ve killi formasyonlar ardışık bir şekilde yer almaktadır. Kalker kornişler yatay konumları ile dikkat çekmektedir. Obruğun batı yamaçları, kısa boylu sel rejimli derelerle yarılmıştır. Bu derelerin ağız kısımlarında küçük birikinti konileri yer almaktadır (Selçuk Biricik, 1992: 83-84). Obruğun güney ve batı kesimleri hafriyat çalışması nedeniyle bozulmuştur. Özellikle son yıllarda obruğun batı kesimindeki hafif eğimli düzlükte derin çatlak sistemleri oluşmuştur. Elips biçimindeki obruğun; deniz yüzeyine göre üst yüzey yükseltisi 1044 m, su yüzeyi yükseltisi 980 m, üst yüzey ve göl yüzeyi arasında ise 63m'lik derinlik bulunmaktadır. Obruğun su seviyesinde önemli düşüş olduğu tespit edilmiştir. 1979 yılında Eylül ayı içerisinde DSİ tarafından yapılan su seviyesi ölçümlerine göre; statik su seviyesi 986 m olarak ölçülmüştür. Eylül-2012 tarihinde yapılan ölçüme göre ise statik su seviyesi 980 m olarak tespit edilmiştir. Göl derinliği 40 m olan obrukta, sazan türü balıklar yaşamaktadır. Meyil Obruğu doğal güzelliği açısından yapılacak iyi bir tanıtım faaliyeti ve gerekli alt yapı düzenlemeleri ile turizm açısından bir değer olabilecektir. (Tapur vd. , 2016)

#### 4.7.4.1.2. Çıralı Obruğu

Koordinatları : 37° 55' 54" Kuzey – 33° 24' 47" Doğu

Karapınar ilçe merkezine : 29 km uzaklıkta

Üst yüzeydeki yükselti : 1070 m

Su yüzeyindeki yükselti : 966

Üst yüzey ve su yüzeyi arası : 104 (Ekim 2013)

Obruk su derinliği : 12 (Ekim 2013)

Üst yüzeydeki uzun eksen : 354 m

Üst yüzeydeki kısa eksen : 303 m

Su yüzeyindeki uzun eksen : 135 m

Su yüzeyindeki kısa eksen : 120 m

Diğer özellikleri : Eski oluşumlu ve sulu bir obruktur.

Karapınar'ın kuzeybatısında Çıralı Yaylası'nın 290 m batısında yer almaktadır. Obruğa, Karapınar-Eşeli-Sekizli-Kolca-Potur-Dikmen yayla yolunun 27.5 km.sine kadar asfalt, oradan batıya doğru 1.5 km.lik patika yol ile ulaşılır. (Şekil 4.6.)



Şekil 4.6. Çıralı Gölü ve Zincancı Obrukları ve Çevresinin Google Earth Görüntüsü (Tapur vd. , 2016)

Selçuk Biricik (1992: 93), obruğa Çıralı adının verilmesini vaktiyle obruk yamacındaki mağara meskenlerinde yaşayan insanların ısınma ve aydınlatmada kullandıkları odunları yakmaları esnasında çıkan ışığın göl suyuna aksetmesinden ileri geldiğini belirtmiştir.



**Şekil 4.7.** Çıralı Obruk Gölünün Kuzeyden Görüntüsü ve Çevresindeki Mağaralar (Tapur vd. , 2016)

Dairesel şekilde oluşan obruk, üst yüzeydeki uzun eksenini 354 m, kısa eksenini 303 m, göl yüzeyinde bulunan uzun eksenini, 135 m, kısa eksenini ise 120 m.dir. Çıralı Obruk Gölü bulunduğu yer itibariyle, deniz seviyesine göre üst yüzey yükseltisi 1070 m, göl yüzeyi yükseltisi 966 m olup üst yüzey ile göl yüzeyi arasındaki fark yaklaşık 90 m dir. Bu farkı Selçuk Biricik (1992: 95) 81 m, maksimum göl derinliğini 35 m ve üst yüzey yükseltisi ile göl tabanı derinliğini toplam 116 m olarak hesaplamıştır. 1979 yılında Eylül ayı içerisinde DSİ tarafından yapılmış olan su seviyesi ölçümlerine göre Çıralı Obruğu'ndaki su seviyesi 989 m iken, 2009 Eylül ayında yapılan ölçümde 965.3 m.ye düşmüştür. Aradaki fark, 23.7 m'lik su seviyesi düşümü şeklindedir. Bu da son yıllardaki yer altı su seviyesinin düşmesine bağlı olarak gölün sularının azaldığının bir işaretidir. (Tapur vd. , 2016)

#### **4.7.4.1.3. Yılan (Meke) Obruğu**

Koordinatları : 37° 40' 30" Kuzey – 32° 37' 59" Doğu

Karapınar ilçe merkezine : 11.2 km uzaklıkta

Üst yüzey yükseltisi : 1083 m

Derinlik : 37 m

Uzun eksen : 351 m

Kısa eksen : 261 m

Diğer özellikleri : Eski oluşumlu ve susuz bir obruktur.

Karapınar'ın güneydoğusunda yer alan, Meke Gölü'nün güneyinde bulunmaktadır. Obruğa, Karapınar-Ereğli yolunun 7. km.sinden güneye doğru Meke Gölü'ne kadar 3 km asfalt ve oradan da göl çevresinde güneye doğru 1.2 km.lik stabilize yol ile ulaşılır. (Tapur vd. , 2016)



Şekil 4.8. Meke Tuzlası ve Yılan Obruğunun Google Earth Görüntüsü (Tapur vd. , 2016)

## 5. UYGULAMA

Çalışma alanı olan Konya ili Karapınar ilçesine bağlı muhtelif mahallelerde önceden oluşan obruklar içerisinde seçilenlerin konumlarının kadastro paftaları, uydu görüntüleri, halihazır harita verilerine göre hazırlanan güzergâh sırası ve uçuş planlarına göre insanız hava aracı ile uçuşlar gerçekleştirilmiştir. Uçuş işlemi ile toplanan veriler bilgisayar ortamına aktarılarak elde edilen görüntülerin bindirme oranları da dikkate alınarak fotogrametrik veri işleme yazılımlarında işlenmiştir. Görüntülerin birleştirilerek ortofoto görüntüler elde edilebilmesi için kontrol noktaları ve bağlantı noktaları kullanılarak bu noktalar arazi ölçümleri ile veya elle görüntüler üzerinden elde edilen yer kontrol noktaları olabileceği gibi görüntü eşleştirme algoritmaları ile otomatik olarak seçilen noktalar da kullanılmıştır. Verilerin işlenmesi sonucunda çalışmanın amacı olan eldeki verilerden ortofoto görüntüler, sayısal yükseklik modelleri, sayısal arazi modelleri ve 3 boyutlu modeller üretilmiştir.

Yapılan çalışma sonucunda elde edilen yüksek konum hassasiyetli ve yüksek çözünürlüklü görüntülerin geliştirilebilecek anlık veri akışı ile bir bilgi sistemi aracılığıyla karar destek mekanizmalarına veri akışı sağlanabileceği görülmüştür.

Afet yönetiminin tüm aşamalarında afet risklerinin azaltılması, önlenmesi, afete hazırlık ve süratli hasar tespit, müdahale ve iyileştirmeye yönelik çalışmalarda kullanılacak yüksek doğruluklu ve çözünürlüklü verilerin temini en önemli aşama olmaktadır.

Uygulama alanından elde edilen verilerin aktarımı için afet bölgesine en yakın terminalden gelerek konuşlanacak olan mobil iletişim araçları ile afet bölgesine yakın hava platformunun kapsama alanına girerek görüntü aktarımının haberleşme aracı üzerinde yer alan alıcılar vasıtasıyla yapılması mümkün olabilecektir.

İlk aşamada elde edilen anlık görüntülerin aktarımı ile afetin büyüklüğü, etki alanı, ilk aşamada meydana gelen hasarlar ve olası bir artçı sarsıntı ile çökme durumunda dakika farklarına göre yaşanan değişimlerin gözlenmesi bile mümkün olabilecektir.

Elde edilen yüksek çözünürlüklü görüntüler üzerinden bir operatörün çıplak gözle incelemesine dahi olanak sağlamakla birlikte, oldukça fazla zaman ve emek gerektirdiğinden ve yanılma riskinin yüksek olması sebebiyle afet sonrası hasar haritalarının bir an önce çıkarılması için otomatik ve yarı-otomatik hasar tespiti yapan yöntemlerin kullanılmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Afet öncesi ve sonrası görüntüleri

kullanarak binaların ve diğer yapıların bulunduğu bölgede hasar tespiti yapılması mümkün olmaktadır.



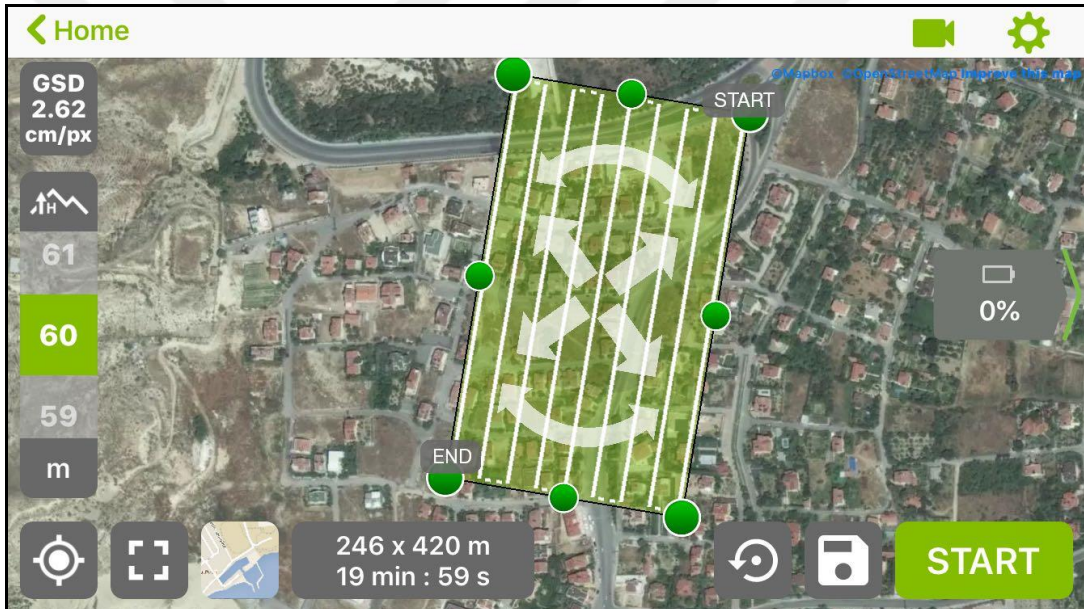
**Şekil 5.1.** Uygulama aşamalarından arazi görüntüleri

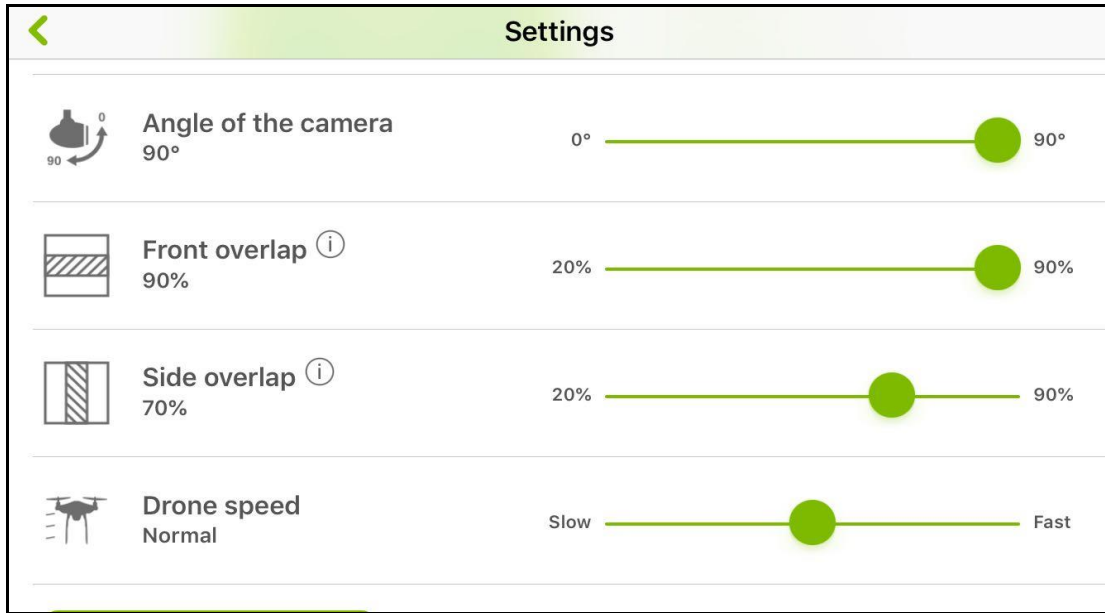
Yüksek çözünürlüklü görüntüler üzerinde yapılan çalışmalar sonucunda oluşan obrukların genişlik, derinlik gibi bilgilerin elde edilmesi ve ayrıca ihtiyaç olması durumunda sayısal arazi modeli dahi elde edilerek veri işleme adımları sonucunda elde edilen görüntülerin daha kapsamlı bilgiler vermesi mümkün olabilecektir.

### 5.1. Fotogrametrik Görüntü Alımı

Çalışma alanı tanımlandıktan sonra bu alana ait tüm fotoğrafların elde edilmesi için uçuş planı hazırlanmıştır. Fotoğraf elde etme aşamasında, noktalardan geçen bindirme oranları ile oluşturulmuş bloklar üzerinde uçuş gerçekleştirilmiştir. Her iki çalışmada, boyuna %80 ve enine %60 bindirme oranları kullanılmıştır. Bir diğer proje parametresi olan uçuş yüksekliği ise 20 metredir.

İnsansız Hava Aracımızın (Dji Phontom 3 Pro) hızı 5 m/sn olarak ayarlanmıştır.. Uçuş Planının hazırlanması ve uçuşun yönetimi aşamasında Google Earth tabanlı olarak çalışan "Pix4d Capture" mobil yazılımı kullanılmıştır. Uçuş planı tüm uçuşlar için ayrı ayrı hazırlanmıştır. (Şekil 5.2.)





Şekil 5.2. Uçuş Planı Örneği

### 5.1.1. Fotogrametrik Değerlendirme

Verilerin kontrolü tamamlandıktan sonra fotogrametrik veri üretimi için Agisoft PhotoScan Pro yazılımı kullanılmıştır.

Yazılım yüksek çözünürlükte ortofoto ve son derece detaylı DEM /dokulu poligonal model oluşturmasına olanak sağlar. Tam otomatik iş akışı profesyonel fotogrametrik veri üretmek için bir masaüstü bilgisayar ile havadan binlerce görüntü işlemeyi sağlar.

Koordinatlandırma görevini yerine getirmek için; programın kamera ile ilişkilendirilmiş GPS koordinatlarına EXIF / düz metin dosyasına, ya da daha yüksek doğrulukta elde etmek için YKN koordinatlarına ihtiyaç vardır.

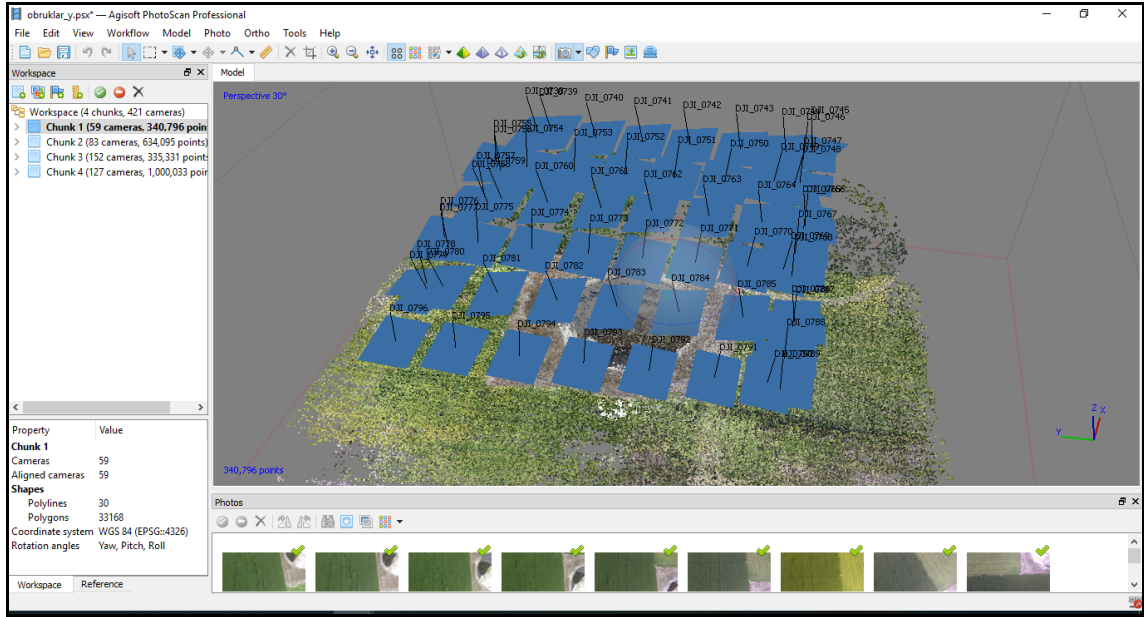
Kamera kalibrasyon verileri program tarafından hesaplanır (ve gerekirse dışarı verilir) veya dış kaynaktan alınabilir. Agisoft PhotoScan Pro JPEG, TIFF, PNG gibi bir dizi giriş giriş formatlarını destekler. Çıkış biçimleri geniş bir yelpazede (GeoTiff, xyz, Google KML, Wavefront, OBJ, VRML, COLLADA, PDF) fotogrametrik analiz için herhangi bir GIS sistemi kolay çıkış formatı sağlar (Erdoğan, 2016).

Agisoft PhotoScan Yazılımı yardımıyla aşağıda sayılan fonksiyonlar ayarlanabilir:

- Havai Nirengi
- Poligon Model Oluşturma (dokulu / düz)
- Koordinat Sistemi Ayarlanması
- Jeoreferanslı Dijital Yükseklik Modeli (DEM) Üretimi
- Jeoreferanslı Ortofoto Oluşturma

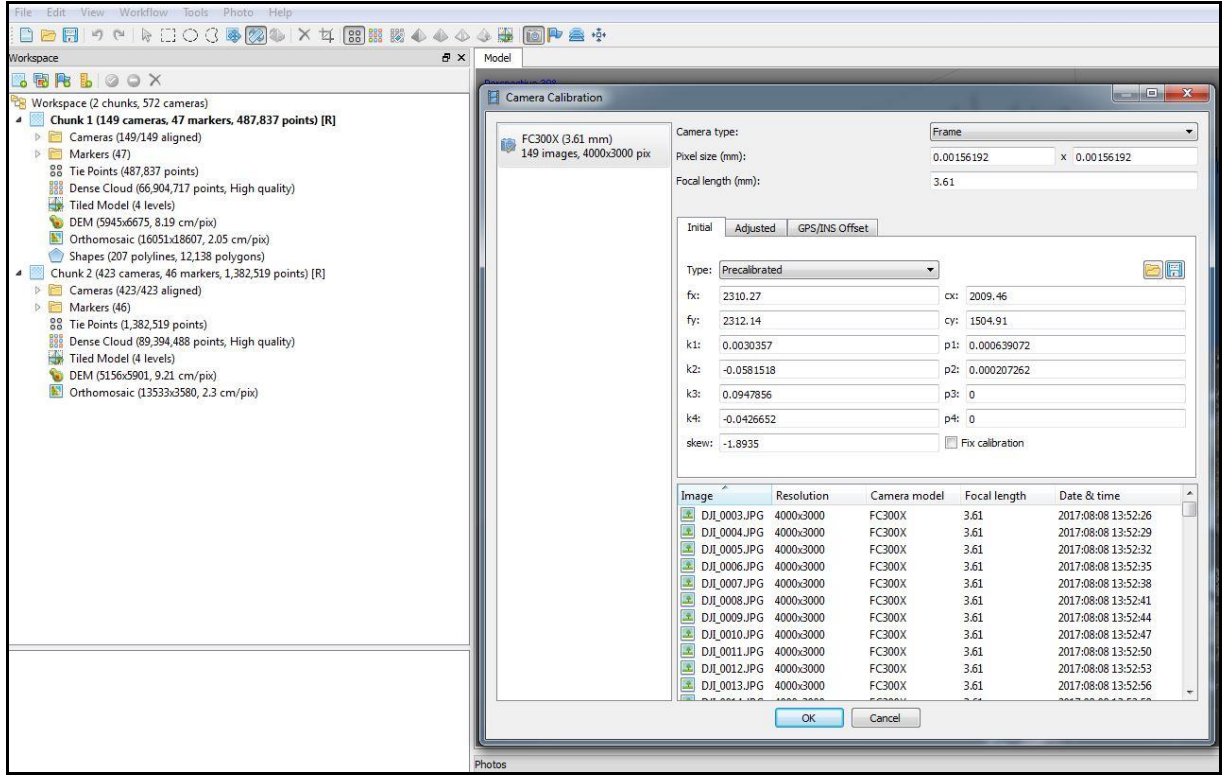
### 5.1.2. Gerekli Görüntülerin Yüklenmesi

İlk olarak Agisoft Photoscan Pro yazılımında yeni bir çalışma dosyası açılarak çalışma alanımız ile ilgili çekmiş olduğumuz hava fotoğraflarının yüklenmesi işlemleri gerçekleştirilir.



Şekil 5.3. Çalışmalarda Görüntülerin Durumunu Gösterir Bir Örnek

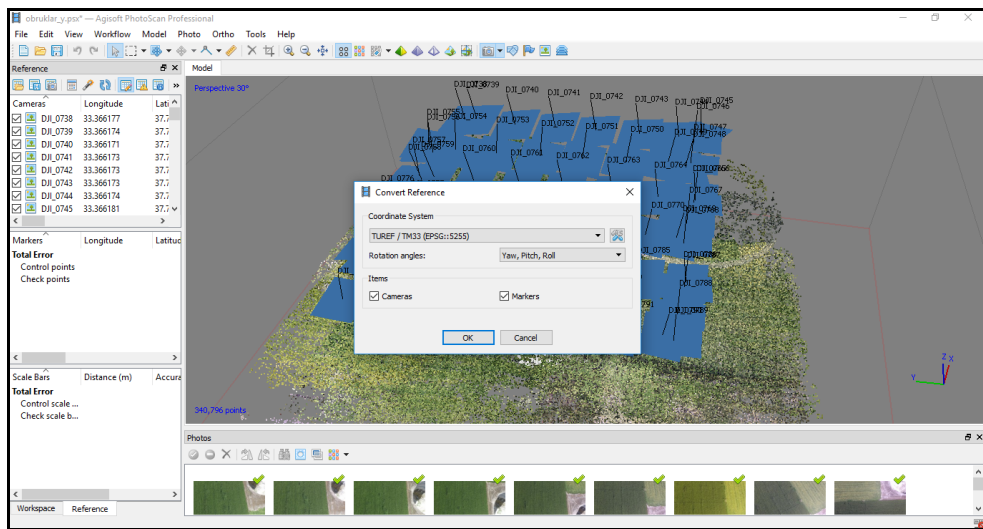
Ayrıca kullanılan kamera için iç yöneltme işlemlerinin yapılabilmesi için proje başlangıcında üretilmiş olan .XML dosyası şeklinde saklanan ve şekil 5.4. de görülen kamera kalibrasyon değerleri projemize tanıtılmıştır.



Şekil 5.4. Kamera Kalibrasyon Değerlerinin Programa Girilmesi

### 5.1.3. Koordinat Sistemi Dönüşümleri ve Kontrol Noktalarının Yüklenmesi

Uçuşu gerçekleştirilen bölge ile ilgili objelerin matematiksel hesaplanabilmesi ve ölçülmesi için, şekil 5.5. te gösterilen bir referans sistemi içinde tanımlanmıştır. Tanımlanan bu referans sistemi TUREF TM33 sistemidir.

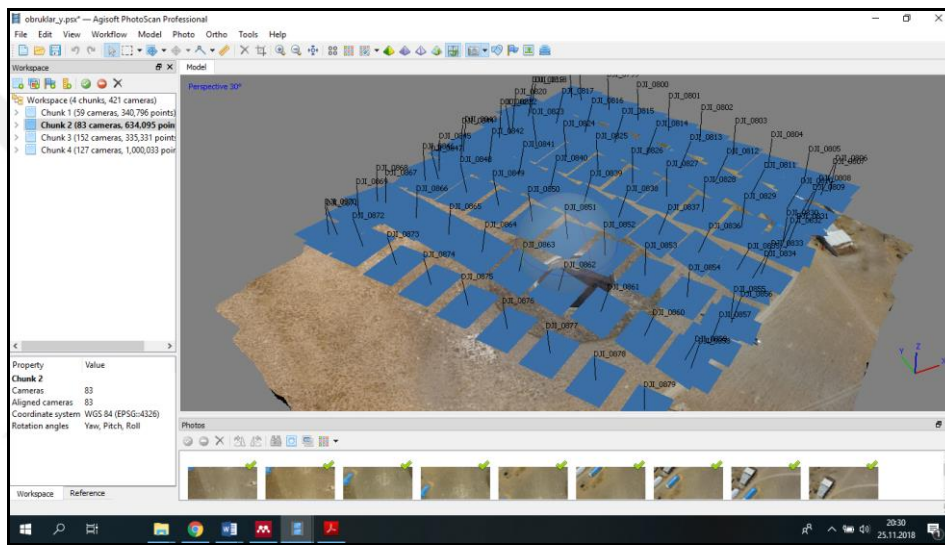


Şekil 5.5. Çalışmalarımızda Koordinat sistemi ayarlamasına örnek

WGS 84 koordinatlarına sahip görüntüler bu işlemten sonra TUREF TM33 koordinat sistemine dönüştürülmüştür.

## 5.2. Görüntülerin Hizalanması İşlemleri

Yukarıda sayılan aşamaların ardından Agisoft PhotoScan Professional programıyla her bir görüntüdeki koordinat ve dönüklük değerleri ile fotoğrafları 3 boyutlu uzay koordinat sistemine yerleştirilmiştir. Girilmiş olan parametre ve veriler ile hava fotoğraflarının karşılıklı yöneltmesini yapılmıştır. Yapılan yöneltme çalışması neticede oluşan görüntü Şekil 5.6. 'da gösterilmiştir.



Şekil 5.6. Görüntülerin Hizalanmış Şekli

Bu işlemi yaparken Agisoft PhotoScan Professional programı hava fotoğraflarındaki ortak pikselleri bularak yoğun görüntü eşleme yöntemini kullanmaktadır. Yoğun görüntü eşleme yöntemi her fotoğraftaki ortak pikselleri kendisine komşu fotoğraflarda eşlemektedir. Mevcut işleme aşamasında her görüntüdeki özellik içeren noktaların üst sınırını dikkate alan ve görüntülerde eşlenen piksellere “key point” adı verilmektedir. Bu değere sıfır girilmesi en fazla key point hesaplanmasını sağlarken, “key point” güvenilirliğinin düşmesine sebep olur. Bir diğer parametre olan “tie point” ise her pikseldeki bağlama noktalarının maksimum sayısını temsil etmektedir. Görüntülerimizin hizalanması işlemleri tamamlandıktan sonra; fotoğrafların gps koordinatları kullanılarak dış yöneltme işlemleri tamamlanmış olur.

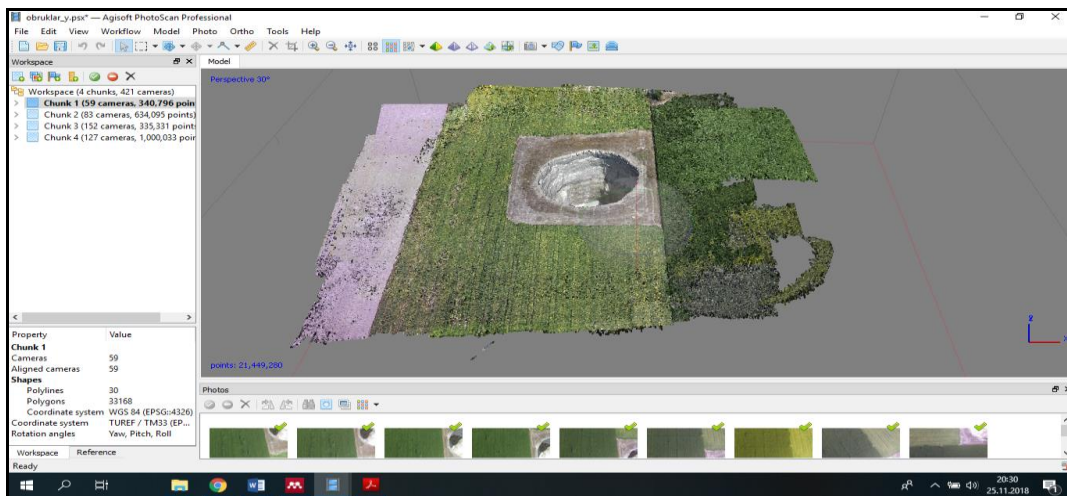
Yazılımda, görüntülerin değerlendirilmesi Yer kontrol noktalarının konumlandırılması dışında tam otomatik olarak gerçekleştirilmektedir. Resim hizalama işleminde, resimlerdeki ortak noktalar nokta eşleme teknikleri kullanılarak otomatik olarak bulunur. Bu noktalar sayesinde, resimlerin birbirine göre konumları bulunur. Her resimde görünen yer kontrol noktaları işaretlenir.

Modelin georeferansı, 7 parametrelilik benzerlik dönüşümü (3 koordinat, 3 dönüklük ve 1 ölçek parametresi) ile gerçekleştirilir. Çalışmamızda modelin sadece gerçek boyutları gerektiğinden, kodlanmış hedef noktaları arasındaki mesafeleri kullandıktan sonra modeli ölçeklendirerek dönüşüm gerçekleştirilmiştir.

Bu işlemlerden sonra yazılımda demet dengeleme işlemi yapılmıştır. Yapılan dengeleme sonucunda proje de problem olmadığı, dengelemenin başarılı olduğu, yöneltme işleminin yapıldığı hassasiyetinin 1.15 piksel olduğu görülmüştür. Yer örnekleme aralığı 5.6 cm konum hassasiyeti  $\pm 6$  cm olarak bulunmuştur. Bu değerler sonucunda nokta bulutu ve 3B model üretme aşamasına geçilmiştir

### 5.3. Nokta Bulutlarının Üretilmesi

Sayısal Yüzey Modeli (SYM) üretimi ve fotoğrafların giydirilmesi ile oluşturulacak olan ortofotoya altlık oluşturması amacı ile yoğun nokta bulutu üretimi gerçekleştirilmiştir. Nokta bulutu üretimi Medium, .high ve ultra High olmak üzere üç farklı yoğunlukta yapılmıştır. Nokta bulutu üretimi neticesinde milyonlarca 3 boyutlu koordinatlara sahip ve renk değerlerinin de bulunduğu noktalar elde edilmiştir. Seçilen nokta bulutu yoğunluklarına göre üretilmiş nokta sayıları Şekil 5.6. da gösterilmiştir.

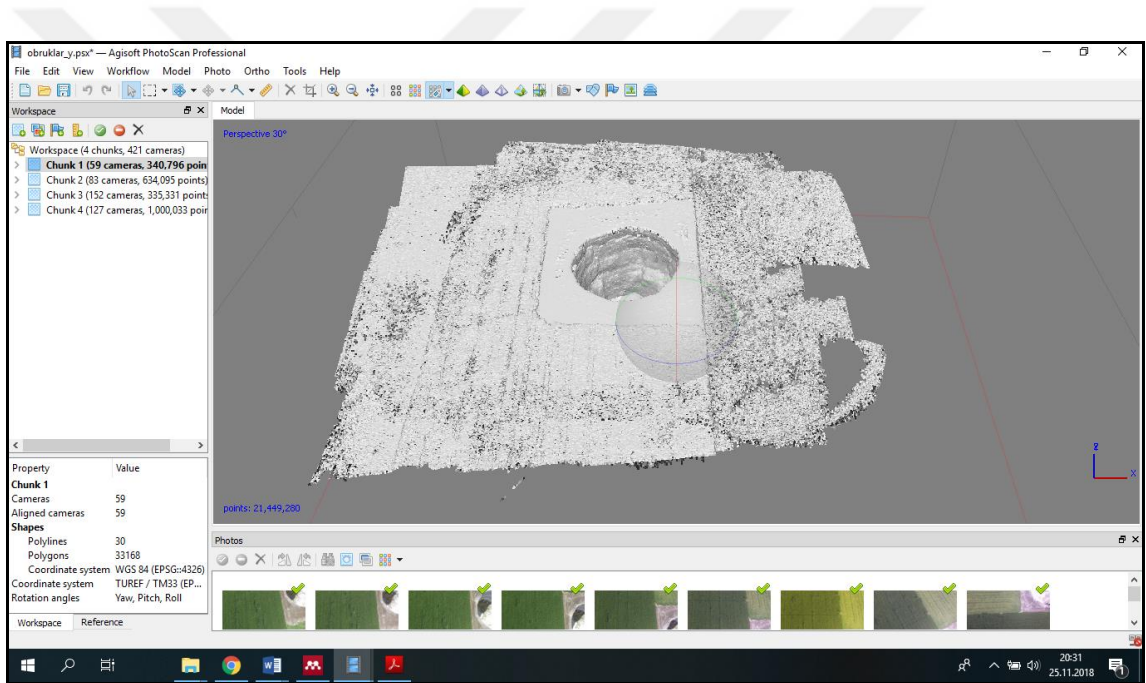


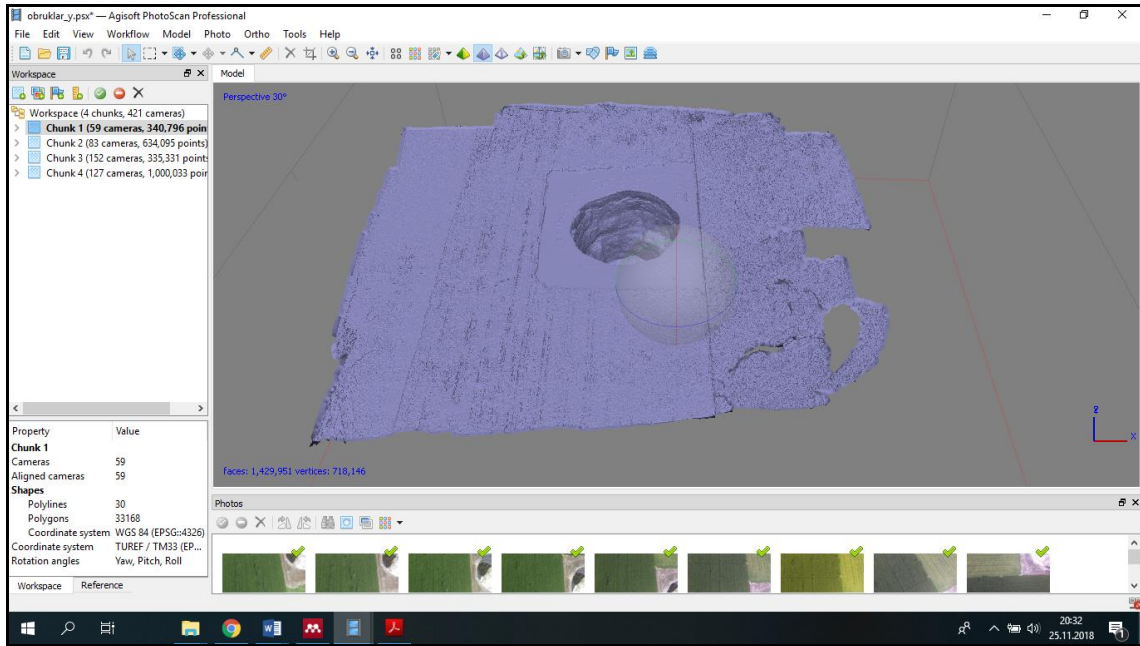
Şekil 5.6. Yoğun Nokta Bulutu

Çalışmalarımızda en çok faydalanılan ve genel görüntüsü olarak arazimizin en iyi temsil edebilecek veri olarak High seviyesinde üretilen nokta bulutu verisi tercih edilmiştir.

### 5.3.1. Nokta Bulutlarının Üçgenleme, Katı Model Oluşumu ve Doku Kaplanması

Nokta bulutu kümeleriyle elde edilen nesnelere noktaları birleştiren üçgenler, çizgiler ve yüzeyler gibi geometrik varlıkların bağdaştırılması ile anlamlı hale getirilmektedir. Nokta bulutlarının üretiminin ardından 3 boyutlu koordinatlara sahip noktalar arasında üçgenleme işlemleri yapılmıştır (Şekil 5.7.).

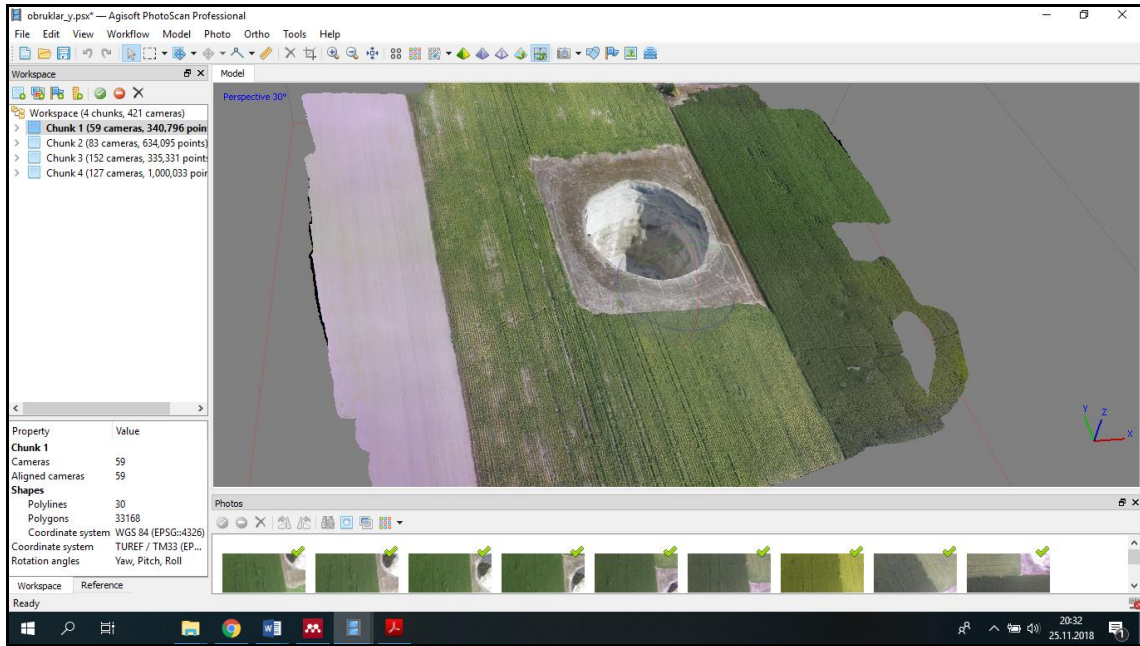




Şekil 5.7. (a) 3B Katı Model, (b) 3B Üçgen Model

Bu işlem aşamasında ayrıca çalışma alanımıza ait ve doku kaplamalarına altlık olacak olan katı model oluşturulmuştur (Şekil 5.7.).

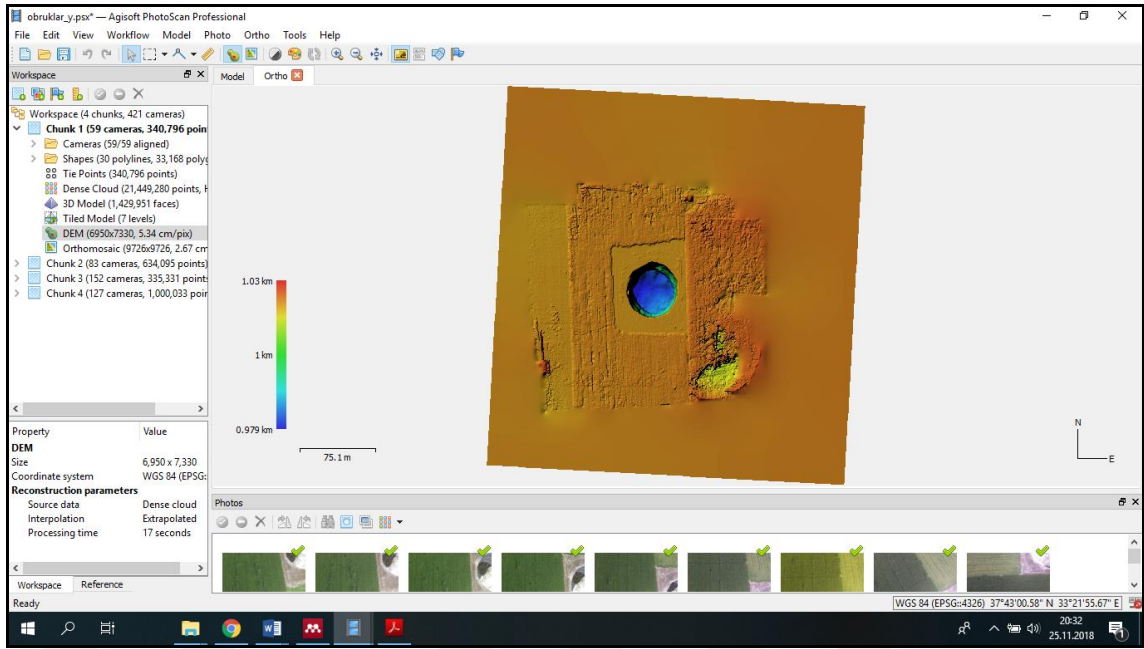
Çalışma alanımıza ait üçgen model ve katı modellerimiz yardımı ile gerçek renk değerlerine sahip doku kaplama işlemleri gerçekleştirilmiştir (Şekil 5.8.). Gerçek doku kaplamaları 3 boyutlu modele geçiş aşamasında en temel işlemlerdendir. Bu oluşturulan doku kaplamaları yaklaşık renk değerlerinden oluşturulmuş geçici 3B modeldir.



Şekil 5.8. 3 Boyutlu Model

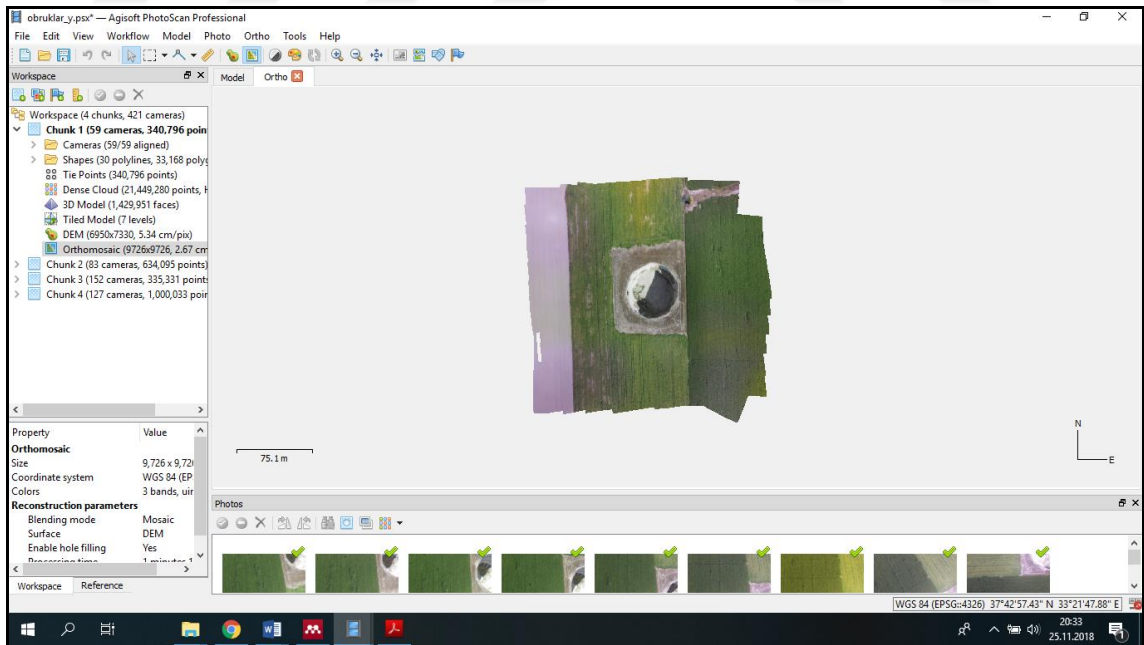
#### 5.4. Ortofoto Haritaları ve DEM Verilerinin Üretilmesi

3 boyutlu katı modellerimizin oluşumunu bitirmemizi takiben artık bizim çıktı ürünlerimiz olarak kabul ettiğimiz DEM ve Ortofoto verilerinin oluşturulması işlemlerine sıra gelmiş oldu. Arazimizin topoğrafik yapısını en iyi şekilde temsil eden ve yükseklik farklarının da üzerinde gösterildiği DEM şekil 5.9. 'da gösterilmiştir.



Şekil 5.9. DEM

Sayısal Yüzey Modeli ve 3 boyutlu nokta bulutunun üzerine, elde edilen hava fotoğraflarının giydirilmesi ile elde edilmiş ortofoto Şekil 5.10. 'da gösterilmiştir.



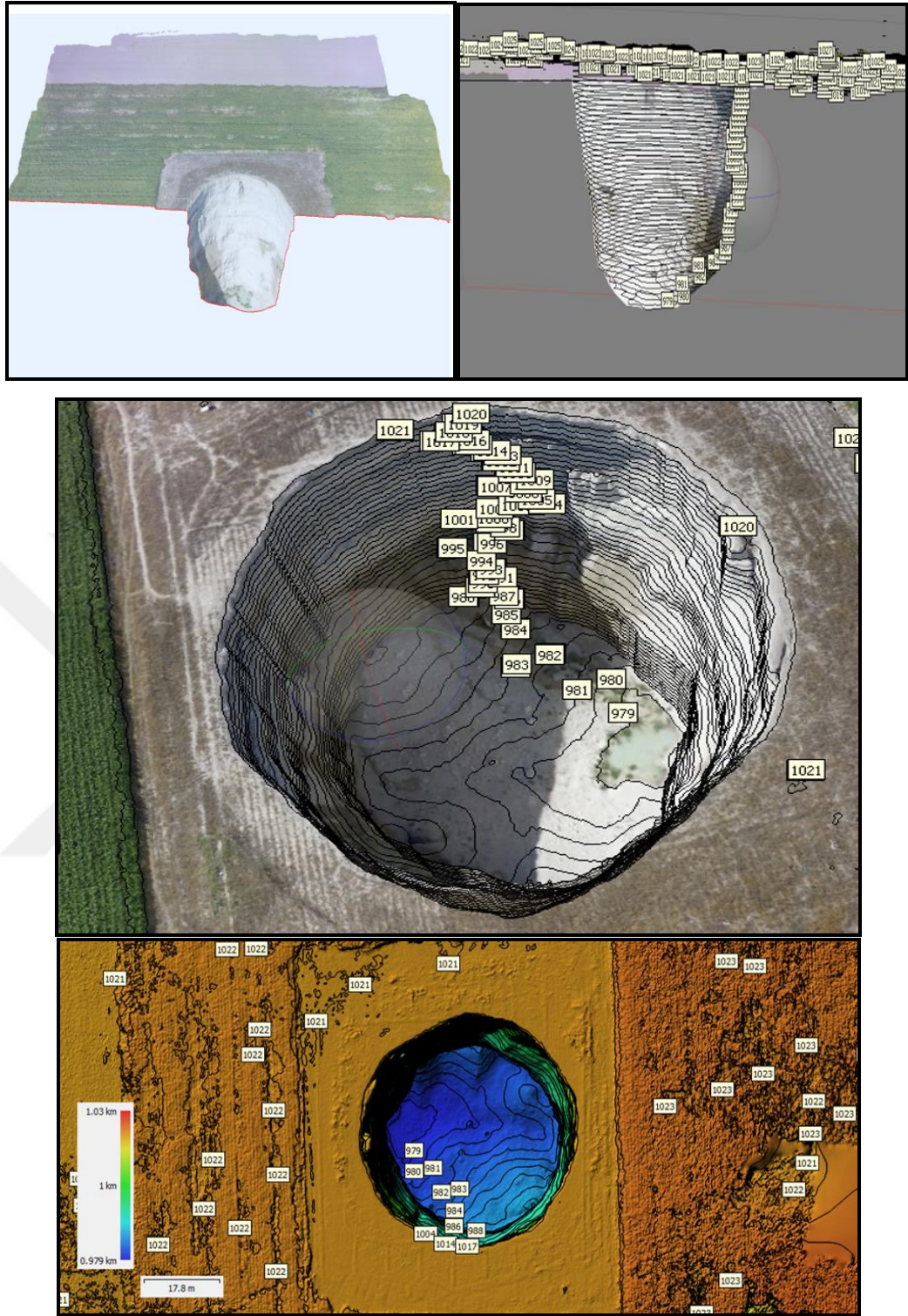
Şekil 5.10. Ortofoto Görüntü

### 5.5. Uygulama Sonuçlarının Analizi

1. Konya İli Karapınar İlçesi Fevzipaşa Mahallesi 1640 ada 33 numaralı parselde bulunan obruk, Çapı: 50 m., Derinliği: 45 m., Kaybedilen Toprak Hacmi: 67909.00 m<sup>3</sup> (Şekil 5.11.)



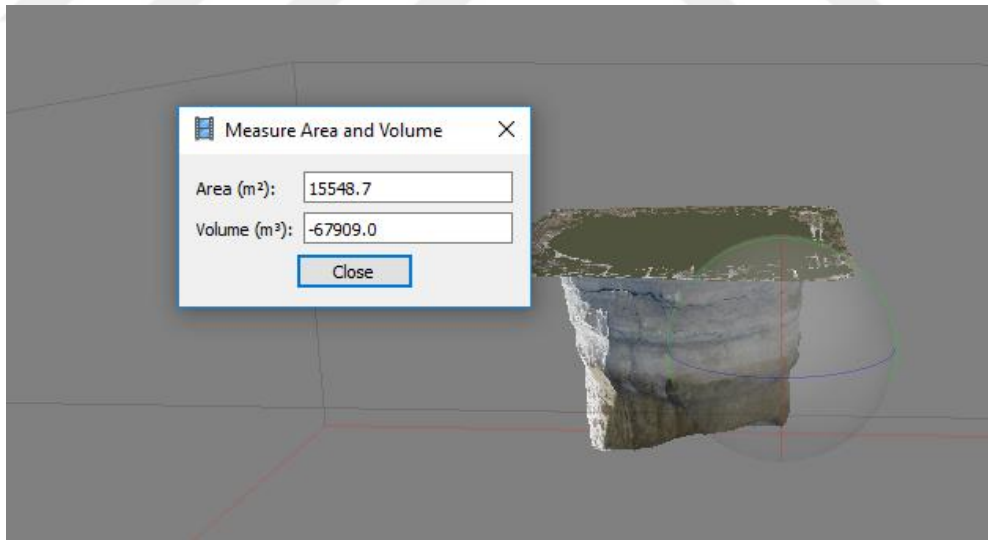
Şekil 5.11. Uygulama Alanından Elde Edilen Kesit Görüntüleri



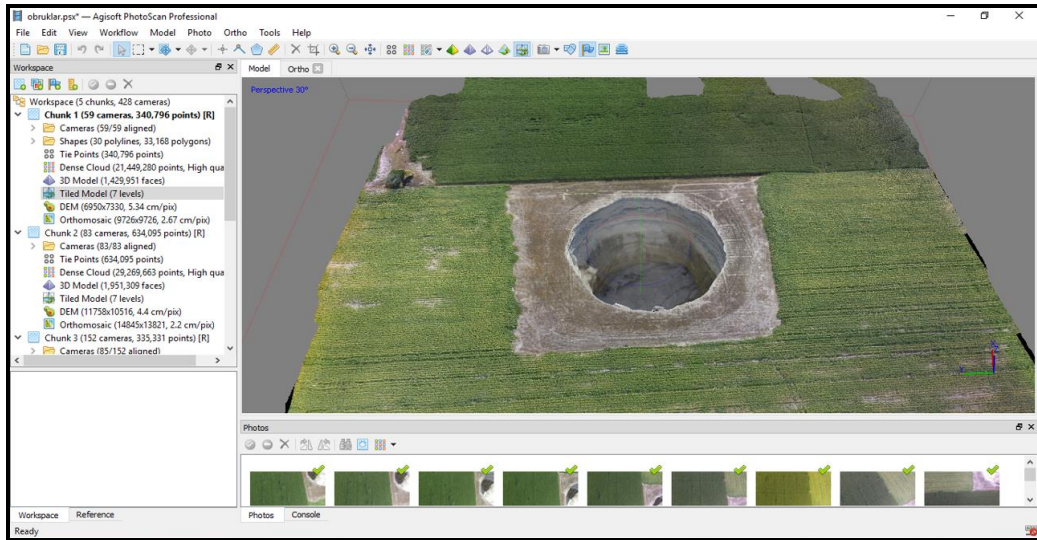
Şekil 5.12. Uygulama Alanından Elde Edilen Kot Verileri



Şekil 5.13. Uygulama Alanından Elde Edilen Obruk Görüntüleri



Şekil 5.14. Çöken Toprağın Hacim Hesabı

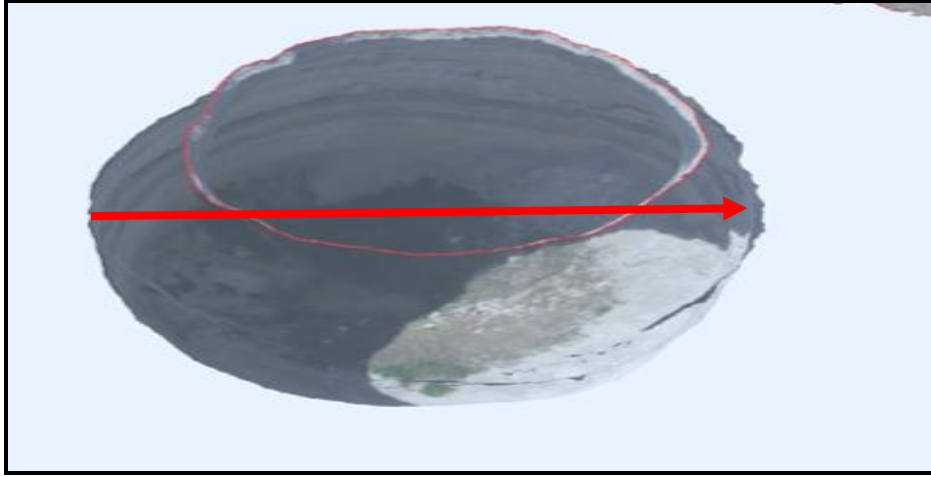


**Şekil 5.15.** Uygulama Alanından Elde Edilen Verilerin Değerlendirme Görüntüleri

2. Konya İli Karapınar İlçesi Sandıklı Mahallesi 935 ada 17 numaralı parselde bulunan obruk, Çapı: 35 m., Derinliği: 40 m., Kaybedilen Toprak Hacmi: 39958,6 m<sup>3</sup> (Şekil 5.16.)



**Şekil 5.16.** Uygulama Alanından Elde Edilen Verilerin Değerlendirme Görüntüleri



Şekil 5.17. Uygulama Alanından Elde Edilen Verilerin Değerlendirme Görüntüleri

3. Konya İli Karapınar İlçesi Reşadiye Mahallesi 2019 ada 19 numaralı parselde bulunan obruk, a) Çapı: 25 m., Derinliği: 8 m., Kaybedilen Toprak Hacmi: 1796.3 m<sup>3</sup>, b) Çapı: 22 m., Derinliği: 7 m., Kaybedilen Toprak Hacmi: 1177.9 m<sup>3</sup> (Şekil 5.18.)

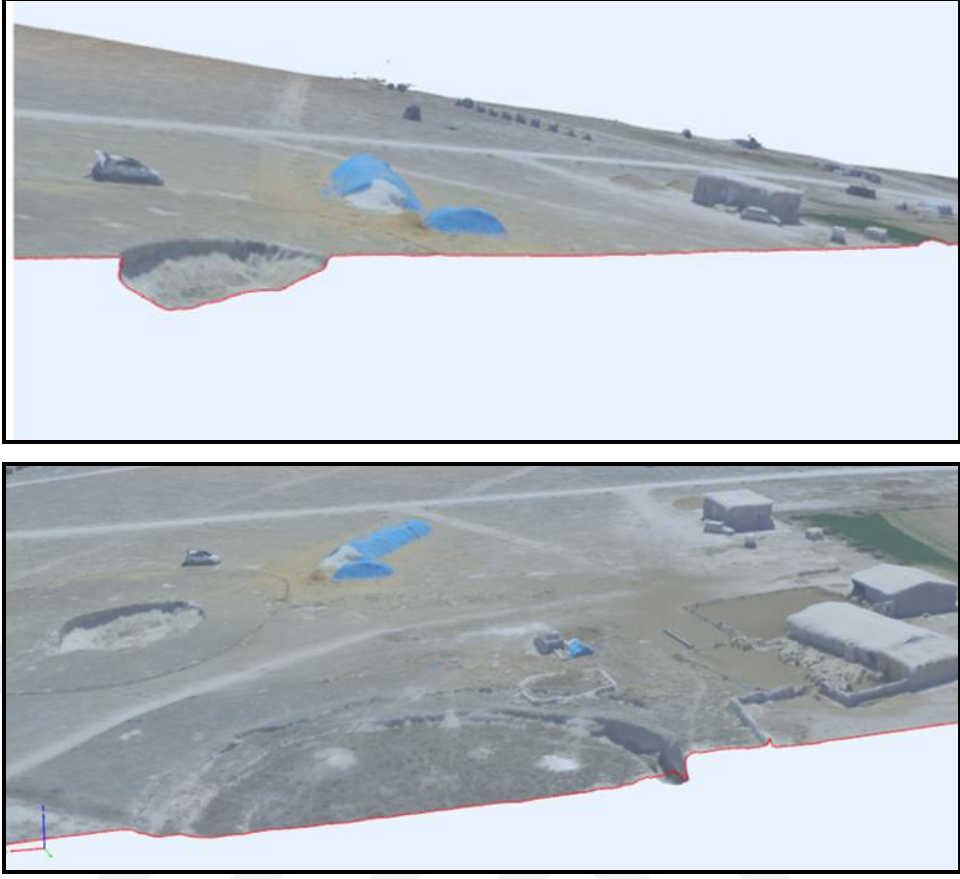


Şekil 5.18. Uygulama Alanından Elde Edilen Verilerin Değerlendirme Görüntüleri

4. Konya İli Karapınar İlçesi Reşadiye Mahallesi 2035 ada 6 numaralı parselde bulunan obruk, a) Çapı: 15 m., Derinliği: 6 m., Kaybedilen Toprak Hacmi: 456.79 m<sup>3</sup>, b) Çapı: 39 m., Derinliği: 2 m., Kaybedilen Toprak Hacmi: 1410 m<sup>3</sup> (Şekil 5.19.)



Şekil 5.19. Uygulama Alanından Elde Edilen Verilerin Değerlendirme Görüntüleri



Şekil 5.20. Uygulama Alanının Obruk Oluşumlarından Görüntü

## 6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Ülkemizin bulunduğu coğrafi konum ve ülkemizin yedi ayrı bölgesinde farklı iklimlerin aynı anda yaşanması çoğu zaman gerçekleşmekte olup buna bağlı olarak doğal afetler yaşanabilmektedir.

İnsansız hava araçlarından elde edilen yüksek konum hassasiyetli ve yüksek çözünürlüklü görüntülerin geliştirilebilecek anlık veri akışı ile bir bilgi sistemi aracılığıyla karar destek mekanizmalarına veri akışı sağlanabileceği görülmüştür.

Oluşan obrukların canlı hayatını, tarım sahalarını ve çiftçileri tehdit edecek düzeyde olması, yerleşim yerine çok yakın olması, tarımsal arazilerin her hangi bir yerinde oluşuyor olması ve gelirinin önemli bir kısmını çiftçilikten sağlayan halk için büyük tehlike arz etmektedir. Olası bir karayolunda yaşanacak obruğun sonuçlarını düşünmek zor görünmemektedir.

Bu kapsamda, öncelikle mevcut obrukların ve riskli alanların tespiti için yürütülecek çalışmalar sonucunda, obrukların yapısı, derinliği, çapı hakkında fotogrametrik yöntemle, güncel ve doğru bir envanter çıkarılabileceği değerlendirilmiştir.

Mevcut obrukların ayrıntılı bilgilerinin tespiti ile zamana göre değişimlerinin izlenmesi için bir mekanizmanın kurulması gerektiği değerlendirilmiştir.

Sağlanacak online görüntü ile müdahale ekiplerinin hızlı ve işlevsel bir şekilde hareket edeceği değerlendirilmiştir.

### **Öneriler;**

AFET anında dışa bağımlılığı azaltmak için;

- İHA Sistemlerinin AFET durumlarına özgün olarak geliştirilmesi:
  - Mini İHA Sistemleri (anlık, bölgesel, yüksek çözünürlüklü görüntüleme) ile sınır güvenliği gibi önemli sahalarda kullanımı
  - Yüksek İrtifa Uzun süre havada kalabilen İHA Sistemleri ile daha geniş alanlarda uygulama sahası olması (uydulara ek olarak kullanılabilecek sistemler)
- İHA Sistemleri ve Yer İstasyonlu Coğrafi Bilgi Sistemlerinin entegrasyon çalışmalarının geliştirilmesi
- Ulusal Uydu Sistemleri

- Görüntülerin web uygulamaları, android ve mobil uygulama teknolojileri geliştirilerek uygun mercilere en hızlı ulaşımının sağlanması.



## 7. KAYNAKÇA

- Bendea H., Chiabrandu F., Tonolo G. F., Meranchino D., 2007. Mapping of archaeological areas using a low-cost UAV the Augusta Bagiennorum Test site. XXI International CIPA Symposium, 01-06 October, Athens, Greece.
- Biricik S., 1992. Obruk Platosu ve Çevresinin Jeomorfolojisi. Marmara Üniversitesi Yayın no: 531, Atatürk Eğitim Fakültesi Yayın no: 17.
- Çömert R., Avdan U., Şenkal E., 2012. İnsansız Hava Araçlarının Kullanım Alanları ve Gelecekteki Beklentiler. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu, Zonguldak.
- Demirci A., Karakuyu M., 2011. Afet Yönetiminde Coğrafi Bilgi Teknolojilerinin Rolü. Doğu Coğrafya Dergisi.
- Döner F., Özdemir S., Ceylan M., 2014. Veri Toplama ve Haritalama Çalışmalarında Kullanımı. 5. Uzaktan Algılama- CBS Sempozyumu, İstanbul.
- Eisenbeis H., 2009. UAV Photogrammetry”, Institut für Geodäsie und Photogrammetrie. Eidgenössische Technische Hochschule, Zürich.
- Gülkan P., Balamir M., Yakut A., 2005. “Afet Yönetiminin Stratejik İlkeleri: Türkiye ve Dünya daki Politikalara Genel Bakış,” içinde Afet Yönetiminin Temel İlkeleri, Türkiye Ofisi, Yayın No:1, Ankara, s. 19-43.
- Haralick, R. M., Shanmugam, K., Dinstein, I. H., 2000. Textural features of image classification, IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics, 3, 610-621. DPT Doğal Afetler Özel İhtisas Komisyonu Raporu.
- Kadıoğlu M., 2008. Afet Zararlarını Azaltmanın Temel İlkeleri. JICA Türkiye Ofisi , Yayın No: 2, Ankara.
- Kahveci M., Can N.,2017. İnsansız Hava Araçları: Tarihçesi, Tanımı, Dünya da ve Türkiye'deki Yasal Durumu, Selçuk Üniversitesi, Müh. Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, Selçuklu – Konya.

- Karakış, S., 2012. İnsansız Hava Aracı Yardımıyla Büyük Ölçekli Fotogrametrik Harita Üretim Olanaklarının Araştırılması, 4. Harita Dergisi, 15–20.
- Karkınlı A., Kesikoğlu A., M. H. Kesikoğlu M.H., 2015. İnsansız Hava Araçları İle Sayısal Arazi Modeli Üretimi. Türkiye Ulusal Fotogrametri ve Uzaktan Algılama Birliği VIII. Sempozyumu, Konya.
- Navruz M., 2015. Gerçek Zamanlı Kinematik (Rtk-Gps) Tekniğinin Jeolojik ve Jeofizik Disiplinlerle Obruk Oluşumunda Uygulanması. Necmettin Erbakan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Konya.
- Orhan O., 2017. Görsel Obruk Envanter Bilgi Sistemi için Web Tabanlı Servis Uygulaması; Konya Kapalı Havzası Örnek Çalışması, Konya.
- Şahin N., 2009. Afet Yönetimi ve Acil Yardım Planları. TMMOB İzmir Kent Sempozyumu.
- Tapur T., Bozyiğit R., 2016. Konya İli Obruklarının Turizm Potansiyeli. Marmara Coğrafya Dergisi, sayı: 34, s.253-267, Konya.
- Tekin, A.B., Fornale M., Turhan M., Maso M., 2014. Tarımda Teknolojik Evrim; İnsansız Hava Araçları. Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü, İzmir.
- Tübitak Bilgem, 2013. Türkiye Afet Yönetimi Karar Destek Sistemi (İZGE) AR-GE (Aşama 1) Projesi. Bilişim ve Bilgi Güvenliği İleri Teknolojiler Araştırma Merkezi Bilişim Teknolojileri Enstitüsü, Ankara.
- Türk, T., 2009, Doğal Afet Yönetiminde İnsansız Hava Araçları'nın (İHA) Kullanılması. Cumhuriyet Üniversitesi Mühendislik Fakültesi.
- Uysal M., Yılmaz Y., Tiryakioğlu İ., 2017. İnsansız Hava Araçlarının Afet Yönetiminde Kullanımı. 4. Uluslararası Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı.
- Üstün A., Tuşat E., 2007. Konya Kapalı Havzasında Yeraltı Suyu Çekilmesi ve Olası Sonuçlarının Jeodezik Yöntemlerle İzlenmesi. 3. Mühendislik Ölçmeleri Sempozyumu, s.52-61, Konya.

Yılmaz A., 2003. Türk Kamu Yönetiminin Sorun Alanlarından Biri Olarak Afet Yönetimi. Pegem A Yayınları, Ankara.

#### **URL KAYNAKLARI**

URL 1 <(https://www.kisaozet.net/dogal-afetlerin-siniflandirilmesi/ Doğal Afetlerin Sınıflandırılması > [Ziyaret tarihi: 15 Ağustos 2018], Ankara.



## ÖZGEÇMİŞ

### KİŞİSEL BİLGİLER

**Adı Soyadı** : Mücahide ŞEN  
**Uyruğu** : T.C.  
**Doğum Yeri ve Tarihi** : Elbistan – 1983  
**Telefon** : 0(541) 394 09 83  
**Faks** : 0(332) 321 70 11  
**e-mail** : [mucahidesen@hotmail.com](mailto:mucahidesen@hotmail.com)

### EĞİTİM

Derece	Adı, İlçe, İl	Bitirme Yılı
Lise	Elbistan Gazi Mustafa Kemal Lisesi Elbistan/Kahramanmaraş	2000
Üniversite	Selçuk Üniversitesi – Selçuklu/KONYA	2008
Yüksek Lisans	Necmeddin Erbakan Üniversitesi Devam ediyor	
Doktora	-	

### İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
9	Konya Tapu ve Kadastro Bölge Müdürlüğü	Harita Mühendisi

### UZMANLIK ALANI

### YABANCI DİLLER

### BELİRTMEK İSTEĞİNİZ DİĞER ÖZELLİKLER

### YAYINLAR