

DOĞAL AFET YÖNETİMİNDE İNSANSIZ HAVA ARAÇLARI'NIN (İHA) KULLANILMASI

T. Türk^a

^a Cumhuriyet Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Geomatik Mühendisliği Bölümü, 58140 Sivas
(tturk@cumhuriyet.edu.tr)

ANAHTAR KELİMELER: Coğrafi Bilgi Sistemleri, Doğal Afet, İnsansız Hava Aracı

ÖZET:

Doğal afet sürecinde gerekli önlemlerin alınmasında ve müdahalelerin yapılmasında zaman son derece önemlidir. Bu süreçte, uydu görüntüsü ve hava fotoğraflarından faydalanılabilir. Küçük ve orta büyüklükteki alanlarda uydu görüntüleriyle çalışmak maliyetli olabilmektedir. İnsansız Hava Araçları'nın (İHA) 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 önlemlerin alınmasına büyük katkı sağlamaktadır. Günümüzdeki fotogrametrik amaçlı kullanılan İHA sistemlerinde İHA'nın fırlatımından uçuşuna kadar tüm işlemler tam otomatik olarak yapılmaktadır. İHA'yu uçurmak için hiçbir pilotaj yeteneğine gerek yoktur.

Veri toplama, CBS'de en önemli bileşen olup oldukça zaman alan bir işlemdir. Özellikle doğal afetlerde güncel verilerin elde edilmesi, afete yönelik gerekli önlemlerin alınmasında son derece önemlidir. İHA ile ise istenilen bir anda çalışma alanının ortofotoları hızlı ve doğru bir şekilde üretilebilir. İHA ile üretilen verilerle birlikte diğer tüm verilerin CBS tabanlı sistemde bütünleştirildikten sonra, gerekli analizlerin yapıp doğal afet bakımından riskli olarak kabul edilen alanlar dikkate alınması sonucunda kentsel planlamalar gerçekleştirilebilir. CBS için veri elde etme sürecinde İHA'nın kullanılması sonucunda; deprem, heyelan, su baskını vb. gibi doğal afet sürecinde hem afet öncesi gerekli önlemlerin alınmasına yönelik yapılacak bilimsel ve teknik çalışmalara hem de afet sonrası hasar tespit sistemi oluşturulması çalışmalarına önemli katkılar sağlanabilir. Bu çalışmada, İHA'dan elde edilen verilerin CBS açısından ne anlam taşıdığından ve bu verilerin CBS ortamında bütünleştirildikten sonra doğal afet öncesi ve sonrası sürece ne gibi katkılar sağladığından bahsedilmektedir.

KEY WORDS: Geographical Information Systems, Natural Disasters, Unmanned Aerial Vehicle

ABSTRACT:

The time is extremely important to take necessary measures against the natural hazards and to mitigate them. In this process, we can benefit from satellite images and aerial photos. In smaller and medium areas, it can be too expensive to study by means of satellite images. Unmanned Aerial Vehicle (UAV) take over further in these conditions due to the fact that obtaining data is too easy by UAV in anytime, anywhere and hard meteorological conditions. On the other hand, UAV is too cheaper than similar data obtaining methods. Therefore, it contributes highly to take necessary measures for natural disasters. Nowadays, all processes implementing by UAV are fully automatic (from taking off to landing of UAV) in Unmanned Aerial Systems (UAS). Any pilotage capability is not necessary to use UAV.

Data collection is the most important component of GIS which is a time consuming process. In particular, current data obtained is highly significant to take necessary measures against natural disasters. Ortho-images of the study areas can be produced fast and accurately by UAV. After data produced by UAV and other all data are integrated and analyzed on a GIS-based system, urban planning can be carried out to be considered the settlement areas at risk in point of natural disasters. In result of usage UAV during data collection for GIS, it can be provided significant contributions for scientific and technical studies to take necessary measures at the pre natural disaster process and to create the damage detection system at the post natural disaster process such as earthquake, landslide and flood etc. In this study, it is mentioned that what does data obtained by UAV mean for GIS and how does the data contribute to pre/post natural disaster process after integrating with GIS of the data.

1. GİRİŞ

İnsanlar çok eski çağlardan beri afetlerle karşı karşıya kalmış ve afetlerin meydana getirdiği sorunlarla uğraşmıştır. Yerleşim alanları büyüdükçe ve yoğunlaştıkça, afetlerin kentsel yerleşim alanlarına da etkisi 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).



Şekil 1. Ülkemizde ve dünyada meydana gelen deprem, heyelan ve su baskınları

Dünya'da 1960'lı yıllardan sonra afetlerle mücadelede "zarar azaltma" stratejisi ana strateji olarak kabul edilmiştir. Ancak, ülkemizde genel olarak afetler meydana geldikten sonra, arama-kurtarma, acil yardım, iyileştirme ve yeniden inşa çalışmalarına ağırlık veren "yara sarma" stratejisinin uygulanmasına devam edildiği görülmektedir. Zarar azaltma amacıyla yapılması gereken çalışmalar, ülke genelinde gerek merkezi gerekse yerel düzeyde henüz istenilen seviyeye gelmemiştir. 17 Ağustos 1999 Marmara Depremi ülkemizde 13 milyar dolara yakın ekonomik kayba sebep olmuştur. Yaklaşık olarak 700.000 kişi bu depremden etkilenmiş, on binlerce konut ve yüzden fazla yerleşim alanı farklı derecede hasar görmüştür. Bu kentlerdeki teknik altyapı ve üstyapı tahrip olmuş ve hasarın maliyeti tam anlamıyla tespit edilememiştir. Ülkemizde zor koşullar altında oluşturulan ekonomik ve sosyal değerler, saniyeler süren bir deprem ile kaybedilebilmektedir. Bu deprem öncesi ve sonrasında mevcut durumu ortaya koyacak doğru, güncel ve standart bilgiler net bir şekilde ortaya konulamamıştır. Nerede ne kadar konutun hasar gördüğü, hangi konut tiplerinin depremden daha fazla etkilendiği, ekonomik ve sosyal kaybın ne kadar olduğu gibi önemli sorular yanıtız kalmıştır. Ayrıca, o zamana kadar bu soruları doğru ve hızlı bir şekilde yanıtlayabilecek bir CBS ortamı hiçbir kurum tarafından oluşturulmamıştır. Deprem ile ilgili yapılan çalışmalar yine klasik yöntemlerle gerçekleştirilmiştir (DPT, 2000; DPT, 2001; Türk, 2009). Bununla birlikte 23 Ekim 2011 Van depremi sonrasında; deprem öncesi ve sonrası doğru, standart ve güncel verilerin yetersizliği ve CBS tabanlı bir sistemin olmaması gibi nedenlerden dolayı ildeki deprem sonrası mevcut durumun kısa sürede ve doğru bir şekilde ortaya konmasında birtakım sorunlarla karşılaşmıştır.

Türkiye'de doğal afetlerden kaynaklanan zararları önleme konusunda Afet Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD) birinci derecede sorumludur. Bununla birlikte, afet zararlarının azaltılmasında iki temel kavram olan yerleşme ve yapılaşmaların denetimi gibi konularda yerel yönetimler ilgili kurum, AFAD ise sorumlu kurumdur. Ancak, bilgili ve

deneyimli teknik elemanların eksikliği, teknik altyapıdaki yetersizlik, politik tercihler, doğal afet öncesi zarar azaltma faaliyetlerine gereken önem ve önceliğin verilmemesi, bilgisizlik ve bilinçsizlik, güvenli yapıya sahip olma konusunda halkın bilinçli davranmaması gibi nedenlerin yanında yerel yönetimlerin mevcut teknik kural ve yönetmeliklere yeterince uymaması, Türkiye'deki doğal afetler ile mücadelede en önemli engeller olarak ortaya çıkmaktadır (Türk, 2009; AFAD, 2013).

Doğal afet yönetimi, çok kapsamlı ve karmaşık bir süreç olup pek çok farklı disiplin tarafından farklı anlama gelmektedir. Bu yönetim süreci, yer bilimleri açısından değerlendirildiğinde bölge planlama ve erken uyarı anlamında meteoroloji, CBS, uzaktan algılama ve topografya gibi konuları içerir. Afet yönetim süreci, devam eden bir süreçtir ve bir afetten diğer afete kadar geçen süreyi kapsamaktadır. Şehir planlama sürecinin sağlıklı olarak geliştiği ülkelerde afetlerin yol açtığı can ve mal kayıplarının plansız olarak gelişen ülkelerle kıyaslandığında daha az olduğu görülmektedir. Bu nedenle yerleşim alanlarında doğal afetlerden kaynaklanan zararların azaltılması veya ortadan kaldırılması için kentin planlı bir şekilde gelişiminin sağlanması oldukça önem taşımaktadır. Doğal afetlerden kaynaklanan zararlarının azaltılması veya ortadan kaldırılması için güvenli yerleşim alanlarının planlanmasının yanısıra güvenli yapıların da inşa edilmesi gerekmektedir (Kadioğlu, 2005; AİGM, 2004).

2. DOĞAL AFET SÜRECİNDE ORTOFOTO VE UYDU GÖRÜNTÜLERİ

Doğal afet sürecinde, afet öncesi planlama ve hazırlıklı olma, afet anında ve sonrasında durum tespit etme, acil müdahale ve iyileştirme gibi çalışmaların Geomatik, Jeoloji, Jeofizik, İnşaat, Çevre Mühendisliği, Şehir ve Bölge Planlama gibi birçok farklı disiplin tarafından gerçekleştirilmesi gerekir. Bu süreçte doğru, güncel ve standart bilgiye gereksinim duyulur. Doğal afet bakımından riskli olan yerleşim yerlerinde başta afet öncesi olmak üzere yapılması gereken uygulamalarda GNSS, uydu görüntüsü ve hava fotoğrafları gibi hızlı elde edilen coğrafi veri kaynaklarının kullanılması ve bu süreçte CBS'nin rolü son derece önem taşımaktadır (Türk, 2009).

Doğal afet sürecinde zaman son derece önemlidir. Doğal afet sonrası gerekli önlemlerin alınmasında ve müdahalelerin yapılmasında adeta zamanla yarışılmaktadır. Bu süreçte, uydu görüntüsü ve hava fotoğraflarından faydalanılabilir. SPOT, Ikonos, Quickbird, Worldview gibi yüksek çözünürlüklü optik uydu görüntüleri ile istenilen alana ait görüntülerin elde edilmesi için, uydu taşıyıcı platformunun tekrarlama periyodu ve meteorolojik koşullar gibi ölçütler doğrultusunda uydu görüntülerinin alımı yapılarak yer istasyonları aracılığıyla dağıtıcılara ve oradan da kullanıcılara belli bir ücret karşılığında sunulur. Ayrıca, bu sürece fazla müdahale edilemediğinden veri elde etme sürecinde zaman kaybı söz konusu olup maliyet oldukça fazladır. Örneğin **Quickbird** uydu görüntüsünün maliyeti ortalama **23\$/km²**, **Worldview** **20\$/km²**, **Formosat 2** için **24x24 km²** çerçeve fiyatı **4.600 €** ve **SPOT 5** **60x60 km²** için çerçeve fiyatı **10.800 €**'dir.

1999 yılında **UNISPACE III** konferansını takiben Avrupa Uzay Ajansı (ESA) ve Fransa Uzay Ajansı (CNES), **International Charter "Space and Major Disasters"** oluşumunu başlatmışlardır. Bu oluşuma 2000 yılında Kanada Uzay Ajansı (CSA) katılmıştır. Bu tarihten sonra, değişik zamanlarda farklı ülkelerden katılımlarla daha geniş bir platform oluşturulmuştur. Uzay Ajansları, International Charter'ın doğal üyeleri konumunda olup, her ülkenin doğal

afetler konusunda yetkili kamu kurumları bu oluşum içerisinde "Yetkili Kullanıcı" konumundadır. Ülkemizde meydana gelen 1 Mayıs 2003 Bingöl depremi sonrasında, 12 Ocak 2004 tarihinde International Charter "Space and Major Disasters" oluşumu ile işbirliğine gidilerek ülkemizdeki afetlerden sorumlu kurum olan Afet Acil Durum Yönetimi Başkanlığı'nın (AFAD -ilgili tarihteki ismi ile Afet İşleri Genel Müdürlüğü) bu oluşum içerisinde yetkili kullanıcı olması amacıyla başvuru yapılmıştır. Ülkemizin ilk yer-gözlem uydusu **BİLSAT-1**'i işletmekte olan **TÜBİTAK-UZAY**'ın da üyesi olduğu **DMC** (Disaster Management Constellation) oluşumu, 15 Kasım 2005 tarihinde "Charter" üyesi olarak kabul edilmiş ve AFAD Başkanlığı, "Charter" oluşumunda söz konusu tarih itibarıyla ülkemiz adına Yetkili Kullanıcı olmuştur (Tekin vd., 2007; AFAD, 2013).

International Charter "Space and Major Disasters" oluşumunun çalışma prensipleri ve amacı; büyük çapta ve kendi tüzüğüne göre operasyonel olarak kabul edilen deprem, volkanik aktivite, taşkın, vb. gibi doğal ve/veya radyoaktif kirlenme, hidrokarbon kirlenmesi vb. gibi teknolojik afetlerde, üye veya ikili anlaşması olan uzay kurumlarının elde ettiği görüntüleri afete maruz kalan ülkenin afetlerden sorumlu kurumlarına ücretsiz olarak aktarmaktır. Charter'ın bir afet olayında tetiklenmesi ile operasyon döngüsü şu şekilde işlemektedir. Afetin meydana gelmesi ile ülkenin yetkili kullanıcısı, 7/24 saat çalışma esasına göre çalışan operasyon çağrı merkezine afetin türü ile ilgili bilgi içeren belgeyi e-posta, faks yada telefonla iletir. Operasyon merkezinde görevli acil durum plancısı, alınan bilgilerin doğruluğunu tespit ettikten sonra önce proje yöneticisine ve üye kuruluşların uzay ajanslarına haber verir. Daha sonra proje yöneticisi, destek kurumlarıyla iletişime geçerek üye uzay ajanslarından alınan verinin analiz ve değerlendirilmesine ait sonuç ürünleri son kullanıcıya iletmektedir (Tekin vd., 2007; AFAD, 2013). Oluşumun kendi tüzüğüne de belirtildiği gibi, sadece büyük çaptaki afetlerde ücretsiz olarak uydur görüntüsü sağlamaktadır. Ancak ülkemizde can ve mal kaybına neden olan **küçük** ve **orta** çapta pek çok deprem, heyelan ve su baskını gibi doğal afetlerin de meydana geldiği bilinmektedir. Bu özellikteki afetlerin bilimsel ve teknik çalışmalar kapsamında incelenmesi amacıyla uydur görüntülerine gereksinim duyulabilir. Bu görüntülerin International Charter "Space and Major Disasters" kapsamında elde edilememesi durumunda satın alma yöntemiyle elde edilebilir. Bahsedilen uydur görüntülerinin elde edilme süreci doğal afete müdahale bakımından bazen zaman alıcı ve yüksek maliyetli olabilmektedir. Ayrıca programlanan uydur görüntüsü alımı esnasında meteorolojik koşulların olumsuz olması durumunda (havanın aşırı bulutlu olması, sis vb.), bu görüntülerden yeterince faydalanılamama olasılığı da ortaya çıkabilir.

Diğer taraftan, fotogrametrik yöntem ile hava fotoğrafları yardımıyla deprem, heyelan ve su baskını gibi doğal afet alanına ait ortofotolar üretilebilir. Son birkaç yılda doğal afetlerin yanı sıra, birçok farklı alanda hava fotoğraflarının hızlı bir şekilde elde edilmesinde ve bu verilerden ortofotoların üretilmesinde İnsansız Hava Araçları'nın (İHA) etkin olarak kullanılması, bu sistemi ön plana çıkarmaktadır.

3. İNSANSIZ HAVA ARAÇLARI (İHA) VE KULLANIM ALANLARI

Literatür incelendiğinde; İHA başta askeri olmak üzere orman yangını, arkeolojik alanların incelenmesi, tarımsal amaçlı uygulamalar, trafiğin kontrol edilmesi, radyasyonların izlenmesi ve heyelanların incelenmesi gibi birçok farklı sahada başarılı bir şekilde uygulanmaktadır (Okuyama vd., 2005; Ollero vd., 2006;

Laliberte vd., 2010; Niethammer vd., 2011; Chang-chun vd., 2011; Chiabrando vd., 2011; Xiang ve Tian, 2011; Xiaofeng vd., 2012; Mozas-Calvache vd., 2012; Malet ve Bogaard, 2012). Bununla birlikte İHA, birçok doğal afette güncel veriye hızlı ve ekonomik olarak ulaşma aşamasında kolaylıkla kullanılabilir olduğundan doğal afet sürecine çok önemli katkılar sağlayabilir.

Günümüzdeki fotogrametrik amaçlı kullanılan İHA sistemleri genellikle fırlatımından uçuşuna kadar tüm işlemlerin tam otomatik olarak yapılması mantığına dayanmaktadır. İHA'yı uçurmak için hiçbir pilotaj yeteneğine gerek yoktur. Bunun yerine sadece kapsanacak alanın işaretlenmesini, uçuş planının yapılmasını, kalkış ve iniş noktalarının seçilmesini gerektirmektedir. Daha sonra İHA, yaklaşık olarak 70-80 km/saat hızla düzenli bir şekli izleyen paralel taramalar yaparak, yüksek bindirmeli ve yüksek kaliteli hava fotoğrafı alımı gerçekleştirir. Yer kontrol istasyonu ise, sadece izlemek ve mahalinde görüntü kalite kontrollerini yapmak için kullanılır. Fotogrametrik amaçlı kullanılan İHA'nın bazıları, genellikle karbon içerikli hafif malzemelerden yapıldığından ağırlıkları genelde 2-3 kg civarında olup kanat açıklıkları 1 ile 1.5 metre civarındadır. Bu durum, hava aracının kolayca taşınmasına ve herhangi bir yerde kolaylıkla kullanılmasına olanak tanır. En önemli özelliklerinden birisi; sıcak, soğuk, hafif yağmurlu ve 50-60 km/saat e kadar hıza sahip rüzgar koşulları altında bile sorunsuz bir şekilde çalışabilmesidir (Gatewing, 2012; MAVinci, 2012). Örneğin, herhangi bir çalışma kapsamında belirli bir alanın uydur görüntüsü sipariş edildiğinde, o günkü meteorolojik koşulların olumsuz olması (aşırı bulutlu, sisli vb.) görüntülerin değerlendirilmesinde sorun yaratacaktır. İHA ile istenilen bir anda 150 ile 750 metre arasındaki irtifadan uçularak yüksek çözünürlüklü hava fotoğraflarına hızlı bir şekilde ulaşıldığından, elde edilen bu hava fotoğrafları olumsuz meteorolojik koşullardan etkilenmeyecektir. Ayrıca İHA, güç kaynağına ve uçuş yüksekliğine bağlı olmak üzere yaklaşık olarak havada bir saate kadar kalabilmekte ve bu süre içerisinde ortalama 200 hektardan fazla bir alanın ortofotosunu üretecek hava fotoğraflarının alımını yapabilmektedir. Bahsedilen bu özelliklerin tümü, İHA'yı hızlı, doğru veri elde eden ve kullanımı kolay, profesyonel arazi ölçme ve ortofoto üretme aracı haline getirmektedir.



Şekil 2. İnsansız Hava Aracı (İHA) Sistemi

İHA'nın istenildiği anda ve zor hava koşullarında kolaylıkla veri elde edebilme yeteneği, onu diğer veri elde etme yöntemlerine göre daha fazla ön plana çıkarmakta olup doğal afet sürecinde gerekli önlemlerin alınmasına katkı sağlamaktadır. Günümüzde fotogrametrik amaçlı kullanılan İHA sistemlerinde, ortofotoların üretim sürecine bütüncül

olarak yaklaşılmakta olup uçuş planlamasından sonuç ürünün üretilmesine kadar geçen bütün işlem adımları tek bir çözüm olarak sunulmaktadır. Bu bakımdan böyle bir sistem, orta ve küçük çaplı alanlarda doğal afet öncesi ve sonrası çok etkin ve yaygın bir şekilde kolaylıkla kullanılabilir. Sistemin özel bir pilotluk tecrübesi gerektirmemesi, tam otomatik olarak kolaylıkla kullanılması, uydu görüntülerine göre daha ekonomik ve daha doğru sonuçlar sunması gibi nedenlerden dolayı son yıllarda tercih edilmekte ve önemi gün geçtikçe artmaktadır. İHA sistemi ile elde edilen hava fotoğraflarından üretilen ortofoto örneği Şekil 3'de gösterilmektedir.



Şekil 3. İnsansız Hava Aracı (İHA) Sistemi ile üretilen Cumhuriyet Üniversitesi Yerleşkesi'ne ait ortofoto

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Ziraat, çevre, yer bilimleri, maden, inşaat, geomatik gibi birçok mühendislik projelerinin temelini haritalar oluşturmaktadır. Günümüzde harita ile birlikte ortofoto ve yüksek çözünürlüklü uydu görüntüsü gibi altlıklar, Google Earth ve Microsoft Bing Maps gibi uygulamaların da temelini oluşturmaktadır. Bu uygulamaların navigasyon ve birçok farklı amaçlı sorgulama/analiz gibi işlemlerde kullanılması, insan hayatını kolaylaştırmaktadır. Diğer taraftan, ortofoto ve uydu görüntülerinin yukarıda bahsedilen uygulamalarla birlikte kentsel dönüşüm ve doğal afet gibi ülkemizdeki güncel sorunların çözümünde, doğru ve güncel veriye en hızlı ulaşma yöntemlerinden biri olarak karşımıza çıkması, bu verilerin nerece önemli olduğunu ortaya koymaktadır. İHA'nın istenildiği anda ve zor hava koşullarında kolaylıkla standart, güncel ve doğru veri elde edebilme yeteneğinin yanısıra 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 sağlayabilir. 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.

Coğrafi veri toplama, CBS'de en önemli bileşen olup oldukça zaman alan bir işlemdir. Günümüzde doğal afet sürecinde güncel coğrafi verilerin elde edilmesi ve gerçekleştirilen diğer çalışmaların CBS ortamında bütünleştirilmesi, doğal afet sürecinin başarılı bir şekilde yönetilmesi bakımından oldukça önemlidir. Sürdürülebilir bir doğal afet yönetimi oluşturabilmek için, güncel veriye kısa sürede ve ekonomik olarak ulaşılması gerekmektedir. İHA ile ise istenilen bir anda küçük ve orta büyüklükteki çalışma alanlarının ortofotoları, olumsuz meteorolojik koşullardan etkilenmeden hızlı ve doğru bir şekilde üretilir. Bu durum İHA'yı, doğal afet yönetimi sürecine katkı sağlayan önemli bir coğrafi veri toplama yöntemi olarak ortaya çıkarmaktadır.

Ülkemizde, can ve mal kaybına neden olan küçük, orta ve büyük derecede pekçok deprem, heyelan ve su baskını gibi doğal afetlerin meydana geldiği bilinmektedir. Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD), ülkemizde 5902 sayılı yasa ile doğal afetlerden sorumlu kurum olarak görevlendirilmiştir. Bu kurum büyük çapta bir afet olması durumunda, International Charter "Space and Major Disasters" kapsamında afet alanına ait yüksek çözünürlüklü uydu görüntülerini ücretsiz olarak edinebilmektedir. Aynı zamanda, **Ulusal Deprem Stratejisi ve Eylem Planı (UDSEP 2023) Strateji A.1.4'**de, ulusal deprem ön hasar tahmini ve erken uyarı sisteminin geliştirileceğinden bahsedilmektedir. Bu stratejinin **A.1.4.2 numaralı eyleminde**; bu tür çalışmalarda kullanılacak yeni verilerin yanı sıra, uydu görüntüleri ve CBS'den elde edilen verilerin de sistemle bütünleştirilmesinin sağlanacağı belirtilmektedir. AFAD Başkanlığı'nın, "Charter" kapsamında elde edeceği uydu görüntülerinden faydalanarak gerçekleştireceği çalışmaların bu eylem kapsamında yapılacak çalışmalara katkı sağlayacağı vurgulanmaktadır. International Charter "Space and Major Disasters" oluşumunun kuruluş amacında da belirtildiği gibi, herhangi bir bölgede küçük ve orta çapta bir afet meydana gelmesi durumunda bu görüntüler ücretsiz olarak elde edilemeyebilir. Ayrıca, charter kapsamında programa alınarak ilgili uydu operasyon merkezine haber verilip geri dönüşün beklenmesi sonucunda uydu görüntülerinin elde edilmesinde zaman kaybı söz konusu olabilmektedir. Bununla birlikte, alım anında havadaki bulutluluk ve sis gibi olumsuz meteorolojik koşulların kontrol edilememesi, bu verilerden faydalanılamamasına neden olabilir. Nitekim, 23 Ekim 2011 tarihinde Van'da 7.2 büyüklüğünde meydana gelen deprem sonrasında doğal afet alanına ilişkin uydu görüntülerinin alımı esnasındaki olumsuz meteorolojik koşullar (havanın aşırı derecede bulutlu olması), bu görüntülerin bazılarında faydalanılmasını engellemiştir. Diğer taraftan, 17 Ağustos 1999 depremi sonrasında olduğu gibi 23 Ekim 2011 Van depremi sonrasında da mevcut durumu ortaya koymak amacıyla geleneksel fotogrametrik yöntem ile üretilen ortofotolardan etkin bir şekilde faydalanılmıştır. Ancak, 17 Ağustos 1999 Gölcük depreminde olduğu gibi 23 Ekim 2011 Van depremi sonrasında da CBS tabanlı bir sistemin olmaması, deprem sonrası mevcut durumun kısa sürede, doğru ve etkin bir şekilde ortaya konmasına engel olmuştur.

Deprem, heyelan ve su baskını gibi olası doğal afetlerde, doğal afet alanına ait ortofotoların üretiminde hem geleneksel fotogrametriden hem de İHA'dan faydalanılabilir. Bu yöntemlerden hangisinin kullanılacağı, doğal afet alanının büyüklüğü ve maliyet gibi nedenlere bağlı olarak değişebilmektedir. Doğal afet sonrası geleneksel fotogrametri yöntemiyle istenilen anda fotogrametrik amaçlı görev yapan özel donanımlı uçağın, uçak pilotunun ve ilgili diğer görevlilerin organize edilmesiyle birlikte meydana gelen doğal afetin mevcut durumunu en kısa sürede ortaya koyabilmek amacıyla ilgili alana ait ortofotoların üretilmesi, doğal afet alanının yeterince büyük olmaması durumunda bazen zaman alıcı ve maliyetli olabilmektedir. Bu nedenle günümüzde orta ve küçük çaplı çalışma alanlarında meydana gelen doğal afetlerde ve farklı amaç doğrultusunda gerçekleştirilen birçok çalışmada, İHA'dan etkin olarak faydalanılabile olanağının bulunması, bu sistemi ön plana çıkarmaktadır.

Diğer taraftan, kamu oyununda Kentsel Dönüşüm Yasası olarak bilinen 16 Mayıs 2012 tarihinde kabul edilen 6306 Sayılı Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi Hakkında Kanun; afet riski altındaki alanlar ile bu alanlar dışındaki riskli yapıların bulunduğu arsa ve arazilerde, fen ve sanat norm ve standartlarına uygun, sağlıklı ve güvenli yaşama çevrelerini teşkil etmek üzere iyileştirme, tasfiye ve yenilemelere ilişkin çalışmaların yapılmasını öngörmektedir. Bu kapsamda kentsel dönüşüm, genelde 50 dönüm ve üzeri alanlarda uygulanmaktadır. Kentsel dönüşüm sürecinde ilgili alanın güncel durumunu ortaya koyabilmek, kentsel dönüşümün uygulanabilirliği açısından önem taşımaktadır. Bu durumda, kentsel dönüşüm uygulanacak alanın mevcut durumunu kısa sürede, kolay ve doğru bir şekilde ortaya koyabilmek için ortofotolardan faydalanılabilir. Bu ortofotolar, geleneksel hava fotogrametrisi yönteminin yanısıra İHA aracılığıyla da üretilebilir. Ancak, bu büyüklükteki alanlarda geleneksel hava fotogrametrisi ile ortofotoların üretilmesi zaman alıcı ve maliyetli olabilmektedir. Bu nedenle, bu tür alanlarda İHA'dan faydalanılması, maliyet düşüklüğü, zaman ve kullanım kolaylığı açısından tercih edilebilir. Aynı zamanda, İHA'ya çok bantlı algılayıcı kameraların takılması sonucunda, doğal afetlerde meydana gelebilecek hasarların tespit edilmesinin yanısıra çevre, deniz ve göl kirliliklerinin belirlenmesi de mümkün olabilir. Bununla birlikte, özellikle kış aylarında binalardaki ısı yalıtımının ne derecede olduğunun saptanması çalışmalarına katkı sağlanabilir.

Kaynaklar

AFAD, 2013. 23 Ekim 2011 Van Depremi ve İlgili Bilgiler. <http://www.afad.gov.tr/EN/HaberDetay.aspx?ID=12&IcerikID=295>. (10 Şubat 2013).

AİGM, DRM, 2004. *Belediyeler İçin Sismik Mikro Bölgeleme El Kitabı*. DRM ve AİGM, Ankara.

Chang-chun, L., Guang-sheng, Z., Tian-jie, L. and A-du, G., 2011. Quick image-processing method of UAV without control points data in earthquake disaster area. *Trans. Nonferrous Met. Soc. China*, 21(2011), s. 523-528.

Chiabrando, F., Nex, F., Piatti, D. and Rinaudo, F., 2011. UAV and RPV systems for photogrammetric surveys in archaeological areas: two tests in the Piedmont region (Italy). *Journal of Archaeological Science*, 38 (2011), s. 697-710.

Dalamagkidis, K., Valavanis, KP. and Piegler, LA., 2008. On unmanned aircraft systems issues, challenges and operational restrictions preventing integration into the National Airspace System. *Progress in Aerospace Sciences*, 44 (2008), s. 503-519.

DPT, 2000. *Doğal Afetler Özel İhtisas Komisyonu Raporu*, DPT, Ankara.

DPT, 2001. *Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı, Harita, Tapu Kadastro, Coğrafi Bilgi ve Uzaktan Algılama Sistemleri Özel İhtisas Komisyonu Raporu*, DPT, Ankara.

Gatewing, 2012. İnsansız Hava Araçları (İHA) Sistemleri, <http://www.gatewing.com/X100> (2 Şubat 2013).

Gökçe, O., Özden, S., Demir, A., 2008. *Türkiye'de afetlerin mekansal ve İstatistiksel dağılımı afet bilgileri envanteri*. T.C Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Afet İşleri Genel Müdürlüğü, Afet Etüt ve Hasar Tespit Daire Başkanlığı, Ankara.

Kadıoğlu, M. and Özdamar, E., 2005. *Afet Yönetiminin Temel İlkeleri*. T. C. İçişleri Bakanlığı Japonya Uluslararası İşbirliği Ajansı (JICA), Ankara.

Malet, JP. and Bogaard, TA., 2012. Integration of technologies for landslide monitoring and quantitative hazard assessment. *Engineering Geology*, 128 (2012), s. 1.

MAVinci, 2013. İnsansız Hava Araçları (İHA) Sistemleri. <http://www.mavinci.de/?command=products&sub=completesys> (5 Şubat 2013).

Mozas-Calvache, A.T., Pérez-García, JL., Cardenal-Escarcena, FJ., Mata-Castro E. and Delgado-García J., 2012. Method for photogrammetric surveying of archaeological sites with light aerial Platforms. *Journal of Archaeological Science*, 39 (2012), s. 521-530.

Niethammer, U., James, MR., Rothmund, S., Travelletti, J. and Joswig, M., 2012). UAV-based remote sensing of the Super-Sauze landslide: Evaluation and results. *Engineering Geology*, 128(2012), s. 2-11.

Okuyama, S., Torii, T., Nawa, Y., Kinoshita, I, Suzuki, A., Shibuya, M. and Miyazaki, N., 2011. Development of a remote radiation monitoring system using unmanned helicopter. *International Congress Series*, 1276 (2005), s. 422-423.

Ollero, A., Martí'nez-de-Dios, JR. and Merino, L., 2006. Unmanned aerial vehicles as tools for forest-fire fighting. *Forest Ecology and Management*, 234S (2006), s. 263.

Tekin, B.M., Nurlu, M., Öz Saraç, V., Kuterdem, N. K., Aksoy, N., 2007. Doğal Afetlerde Uydu Görüntülerinin Kullanımı ve International Charter Space and Major Disasters. *TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi*, 30 Ekim-02 Kasım 2007, KTÜ, Trabzon.

Trimble, 2013. İnsansız Hava Araçları (İHA) Sistemleri. <http://www.trimble.com/news/release.aspx?id=040612a>, (5 Şubat 2013).

Türk, T., 2009. *Sürdürülebilir Afet Bilgi Sistemi Altyapısının Oluşturulması ve Kuzey Anadolu Fay Zonu Üzerinde Uygulanması*. Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Xiang, H. and Tian, L., 2011. Method for automatic georeferencing aerial remote sensing (RS) images from an unmanned aerial vehicle (UAV) platform. *Biosystems Engineering*, 108(2011), s. 104-113.

Xiang, H. and Tian, L. 2011. Development of a low-cost agricultural remote sensing system based on an autonomous unmanned aerial vehicle (UAV). *Biosystems Engineering*, 108(2011), s. 174-190.

Xiaofeng, L., Zhongren, P., Liye, Z. and Li, L., 2012. Unmanned Aerial Vehicle Route Planning for Traffic Information Collection. *J Transpn Sys Eng & IT*, 12(1), s. 91-97.