

EĞİK RESİM FOTOGRAMETRİSİ ve ARAZİ YÖNETİMİNDE KULLANIM ALANLARI

L. Özmüş^a, A. Kısa^a, B. Erkek^a, H. B. Ateş^a, S. Bakıcı^a

^aTapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü, Harita Dairesi Başkanlığı 06450 Oran Ankara, Türkiye –
lozmus@gmail.com, akinkisa@gmail.com, berkek@tkgm.gov.tr, hbahadirates79@gmail.com
sbakici@tkgm.gov.tr

Anahtar Kelimeler: Sürdürülebilir Kalkınma, Arazi İdaresi, 3B Kadastro, Eğik Resim Fotogrametrisi, Oblik Görüntü.

ÖZET:

Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü'nde (TKGM) Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) içerikli projeler; 2000'li yıllarda Tapu Kadastro Bilgi Sistemi (TAKBİS) ile başlamıştır. TAKBİS projesini; Türkiye Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemi (TUCBS), Sürekli gözlem yapan sabit GPS istasyonları ağı TUSAGA-Aktif, Harita Bilgi Bankası (HBB), Ortofoto Web Servisleri, Kadastro Bitirme, Kadastro Yenileme, 2B ve Tapu Arşiv Bilgi Sistemi (TARBİS) projeleri izlemiştir. TKGM tarafından üretilen projelere bakıldığında sürdürülebilir bir kalkınma için gerekli olan arazi yönetiminin temel fonksiyonlarını içeren projeler olduğu görülecektir. Bilindiği üzere, sürdürülebilir bir kalkınma, etkili bir arazi yönetimi ile olur.

Günümüzde, hızlı nüfus artışının bir sonucu olarak arazi kullanımı daha yoğun bir hal almıştır. Bununla birlikte toprak mülkiyetinin önemi de bir kat daha artmıştır. Bu noktada kadastronun gerekliliği ve zorunluluğu göze çarpmaktadır. Ülkemizde kadastral kayıtlar, parsellerin tespiti ile gerçekleştirilmektedir. Diğer bir deyişle arazi yüzeyinin 2 boyutlu sınırlara bölünmesi ve haritalanması ile kadastral kayıtlar oluşturulmaktadır. Ancak, giderek karmaşık bir hal alan araziye ait hak, kısıtlama ve sorumlulukların mevcut arazi yönetim sistemleri ile üstesinden gelinmesi verimliliğini yitirmeye başlamıştır. Özellikle kentsel alanlardaki yoğun yapılaşmanın olduğu bölgelerde bindirmeli ve kesişmeli yapılar ortaya çıkmıştır. Bunun sonucunda 2 boyutlu parseller aracılığıyla kayıtların tutulduğu kadastral sistemde, bu yapıların yüzeye nasıl iz düşürüleceği sorunu baş göstermiştir. Bu noktada 3B Kadastro kavramı ve 3B mülkiyet verisinin gerekliliği karşımıza çıkmaktadır.

Son yıllarda uygulamaları gittikçe yaygınlaşan eğik resim fotogrametrisi, 3B veri üretiminde efektif bir yöntem olarak kullanılmaktadır. Bu çalışmada, eğik resim fotogrametrisinin kullanım alanları ve oblik görüntülerin 3B Kadastro ve Arazi Yönetimi projelerinde altlık olarak kullanılabilirliği irdelenmektedir.

KEY WORDS: Sustainable Development, Land Administration, 3D Cadastre, Oblique Photogrammetry, Oblique Image.

ABSTRACT:

Projects based on Geographic Information Systems (GIS) have started within the body of the General Directorate of Land Registry and Cadastre (GDLRC) by the Land Registry and Cadastre Information System (LRCIS) in the beginning of 2000s. LRCIS was followed by other projects which are Turkish National Geographic Information System (TNGIS), Continuously Operating GPS Reference Stations (CORS-TR), Geo Metadata Portal (GMP), Orthophoto Web Services, Completion of Initial Cadastre, Cadastre Renovation Project (CRP), 2B and Land Registry Achieve Information System (LRAIS). When examining the projects generated by GDLRC, it is realized that they include basic functions of land administration required for sustainable development. Sustainable development is obtained through effective land administration as is known.

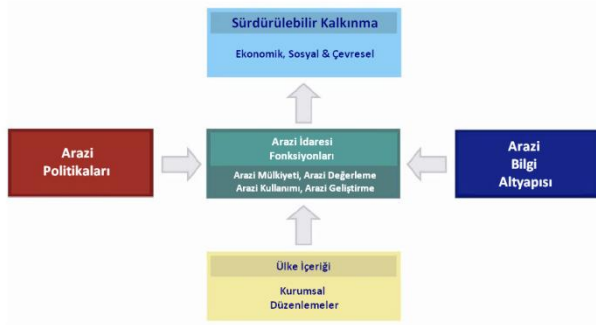
Nowadays, land use has become more intense as a result of rapid population increase. The importance of land ownership has increased accordingly. At this point, the necessity of cadastre appears. In Turkey, cadastral registration is carried out by the detection of parcels. In other words, it is obtained through the division of land surface into 2D boundaries and mapping of them. However, existing land administration systems have begun to lose their efficiency while coping with rights, restrictions and responsibilities (RRRs) belonging to land which become more complicated day by day. Overlapping and interlocking constructions appear particularly in urban areas with dense housing and consequently, the problem of how to project these structures onto the surface in 2D cadastral systems has arisen. Herein, the necessity of 3D cadastre concept and 3D property data is confronted.

In recent years, oblique photogrammetry, whose applications are gradually spreading, is used as an effective method for producing 3D data. In this study, applications of oblique photogrammetry and usability of oblique images as base for 3D Cadastre and Land Administration projects are examined.

1. GİRİŞ

1.1 Arazi İdaresi

Arazi, tarih boyunca tüm canlıların barındığı, hayata tutunduğu ve yaşamsal faaliyetlerini sürdürdüğü mekansal büyüktür. Yeryüzünde yaşayan tüm canlılar için en değerli ve vazgeçilmez kaynaklar arasında yer almaktadır. Arazinin bu denli değerli olması, idaresini de önemli bir husus haline getirmektedir. Arazi idaresi, araziyle ilgili sahiplik, değer ve kullanım bilgilerinin oluşturulması, kaydedilmesi ve kullanıcılara sunulması işlemidir (UNECE, 1996). Arazi idaresi, karar vermeyi ve arazi hakkındaki kararları uygulamayı gerektirir. Bu kararlar bireysel ya da çoklu olarak alınabilir. Ülkeler, sahip oldukları mevcut arazilerin, taleplere, ihtiyaçlara ve teknolojik gelişmelere bağlı olarak yasalar ve kurumsal düzenlemelerle yönetilmesini sağlarlar. Önemli olan sürdürülebilir kalkınma için arazi idaresinin sağlanmasıdır. Modern arazi idaresi, arazi yönetimi paradigmasına dayanır (Williamson et al., 2010). Bu yaklaşımda, arazi mülkiyeti, arazi değerlendirme, arazi kullanımı ve arazi geliştirmeyi içeren arazi idaresi fonksiyonları bir bütün olarak ele alınır.



Şekil 1. Arazi yönetimi paradigması (Enemark, 2004)

Arazi yönetimi paradigmasının temeli ülke içeriğine dayalı kurumsal düzenlemelerdir. Kurumsal düzenlemeler, arazi politikalarının uygulanmasını daha iyi destekleyebilmek ve iyi bir yönetimin sağlanması için zaman içerisinde değişikliklere uğrayabilir. Bu ülkesel içerik bağlamında, arazi yönetimi faaliyetleri sürdürülebilir kalkınmanın sağlanması adına 3 ayakta açıklanabilir. Bu ayaklar arazi politikaları, arazi bilgi altyapısı ve arazi idaresi fonksiyonlarıdır. Arazi politikası, hükümet tarafından araziye dair sorunların üstesinden gelmek için belirlenmiş amaçlar olarak tanımlanabilir. Bu sorunlar, ekonomik gelişim, sosyal adalet, eşitlik ve siyasi istikrar gibi hususları içerir. Arazi politikaları, ülkelerin sosyal, ekonomik ve kültürel yapılarına göre ülkeden ülkeye farklılık gösterebilir. Arazi idaresi fonksiyonları araziye ait hak, kısıtlama ve sorumlulukların düzen içerisinde yönetilmesini sağlayan, arazi yönetimi paradigmasının eylemsel bileşenidir. Daha öncede belirtildiği gibi bu fonksiyonlar, arazideki hakların güvence ve devri anlamına gelen arazi mülkiyeti, arazinin planlama ve kontrolü anlamına gelen arazi kullanımı, arazinin değerlendirme ve vergilendirilmesi anlamına gelen arazi değerlendirme ve tesis, altyapı, inşaat planı uygulaması anlamına arazi gelişimini içerir (Enemark, 2004).

Bu fonksiyonların sağlanabilmesi için, güvenilir kadastral ve topografik veri ile doğal ve yapay çevreye ait tam ve güncel bilgiyi içinde barındıran güçlü arazi bilgi altyapısına ihtiyaç duyulmaktadır. Özetle, modern arazi idaresi teorisi sürdürülebilir kalkınmanın sağlanabilmesi için araziye ait hak, kısıtlama ve sorumluluklara dair sorunların üstesinden gelinmesinde arazi yönetimi paradigmasına ihtiyaç duymaktadır (Williamson et al., 2010).

1.2 Kadaströ

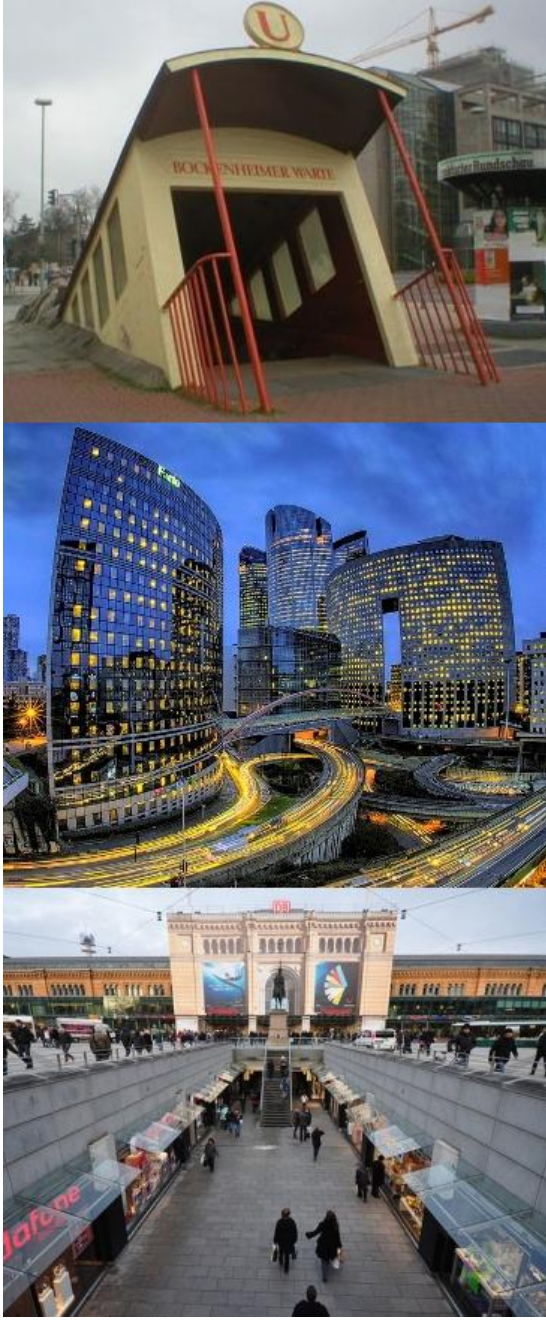
Bu bağlamda, başarılı bir arazi idaresinin temel bileşeni olarak kadaströ göze çarpmaktadır. Kadaströ, mekansal bütünlük ve arazi parsellerinin tespitini sağlayan arazi idare sisteminin merkezinde yer alır. Uluslararası Geomatik Mühendisleri Federasyonu (FIG), kadaströyü "arazi ile ilgili bilgilerin (örn. haklar, kısıtlamalar, sorumluluklar) kayıtlarını içeren, parsel bazlı, güncel arazi bilgi sistemi" olarak tanımlamaktadır. Genellikle arazi üzerindeki hakların kayıtları ile ilişkilendirilmiş arazi parsellerinin geometrik tanımını ve bu hakların sahiplik veya kontrolüne ilişkin bilgileri ve çoğunlukla parselin değeri ve bunun değişimlerini içerir. Kadaströ, mali gerekçelerle (örn. değerlendirme ve adil vergilendirme), hukuki gerekçelerle (devir işlemi), arazi ve arazi kullanımının yönetimine yardımcı olmak (örn. planlama, ve diğer yönetim amaçları) için kurulabilir ve sürdürülebilir gelişme ile çevre korumayı mümkün kılar (FIG, 1996).

FIG tanımında belirtildiği gibi, arazi bilgisi 2 boyutlu sınırlar ile tanımlanan parseller aracılığı ile tutulur. Bütünlük ve tutarlılığın sağlanabilmesi için parseller arasında bindirme ve boşluk bulunmamalıdır. Ancak, günümüzde gittikçe karmaşık bir hal alan araziye ait hak, kısıtlama ve sorumlulukların mevcut arazi yönetim sistemleri ile üstesinden gelinmesi yeterli olmamaktadır. Bu karmaşık hal, özellikle kentsel kısımlardaki yoğun yapılaşma bölgelerinde gözlemlenen bindirmeli ve kesişmeli yapılardan kaynaklanmaktadır. Bu bindirmeli ve kesişmeli yapıların, 2 boyutlu parseller aracılığıyla bilgilerin tutulduğu konvansiyonel kadastral kayıt sistemlerinde, yüzeye nasıl iz düşürüleceği problemin temelini teşkil etmektedir (Stoter, 2003).

Bu noktada 3B kadaströ ve 3B mülkiyet verisinin gerekliliği ile karşılaşılmaktadır.

3B kadastral sistemin gerekliliğini ortaya çıkaran etmenler aşağıdaki şekilde özetlenebilir (Stoter, 2003):

- (Özel) mülkiyet değerlerindeki çarpıcı artış
- Tünel, kablo, boru hattı, metro, yeraltı otoparklar & alışveriş merkezleri, otoyol & demiryolu üzerindeki yapılar, çok katmanlı binalardaki kayda değer artış
- 3B yaklaşımının başka alanlardaki kullanımının (3B CBS, 3B Planlama vb.) yaygınlaşması ile 3B kadastronun teknolojik olarak gerçekleştirilebilirliği.



Şekil 2. a) Bockenheimer Warte Metro İstasyonu, Frankfurt b) La Defense Bölgesi, Paris c) Yeraltı Alışveriş Dükkanları, Hannover

2. 3B KADASTRO

3B kadastru, hak, kısıtlama ve sorumlulukları sadece parsel üzerinde değil 3 boyutlu mülkiyet birimleri üzerinde de gösteren ve kayıt altına alan kadastrudur (Stoter, 2003). Bu bakış açısı, konvansiyonel kadastrunun 3B durumların da sağlıklı bir şekilde kayıt altına alınabilmesi için yeniden düzenlenmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. FIG Komisyon 7 (Kadastru ve Arazi Yönetimi Grubu), 2014 yılına kadar yürürlüğe girme öngörüsü ile Kadastru 2014 isimli bir çalışma gerçekleştirmiştir. Bu çalışma mevcut eksikliklerin giderilmesini amaçlayan 4 yıllık bir çalışmanın ürünü olup, 27 dile çevrilmiştir. Bu çalışma sonucunda kadastru için ortaya çıkan 6 ifade şunlardır (Kaufmann and Steudler, 1998):

- Kamusal haklar ve kısıtlamalar dahil olmak üzere, arazinin bütün yasal durumu gösterilecektir.
- Haritalar ve kayıtlar arasındaki ayrılık ortadan kalkacaktır.
- Kadastral haritalamanın yerini kadastral modelleme alacaktır.
- Kağıt ve kalem kadastrusu ortadan kalkacaktır.
- Kadastru büyük ölçüde özelleştirilecek, kamu ve özel sektör birlikte çalışacaktır.
- Maliyetin geri kazanımını sağlayacaktır.

Bu çalışmada, kadastrunun gelecekte 2 boyutlu kadastru haritalarına dayandırılmayacağı ya da bunlar ile kısıtlanmayacağı vurgusu yapılmaktadır. Sonuç olarak, 3B hak, kısıtlama ve sorumlulukların tamamen kayıt altına alınması ve 3B mülkiyetlerin mekansal verileri de dahil olmak üzere hukuki durumlarına erişimin sağlanması gerekmektedir (Stoter, 2003).

Bu noktada 3B CBS'nin önemi ortaya çıkmaktadır. Bu da, 3B verinin toplanması ve objelerin oluşturulması, 3B ortamda görselleştirme ve navigasyon ile 3B analiz ve editleme işlemlerini gerektirmektedir.

Son yıllarda uygulamaları gittikçe yaygınlaşan eğik resim fotogrametrisi, 3B veri üretiminde efektif bir yöntem olarak kullanılmaktadır.

3. EĞİK RESİM FOTOGRAMETRİSİ

Eğik resim fotogrametrisi, geleneksel düşey hava görüntülerinin, yüksek açılardan elde edilen oblik görüntüler ile birleştirildiği ve oblik görüntülerden alınan doku verisinin giydirilerek 3B şehir modellerinin elde edildiği bir yöntemdir (Petrie, 2008). Bu yöntemde uçak, helikopter ya da insansız hava aracı üzerine yerleştirilmiş tekli kamera veya çoklu lens/kamera sistemleri kullanılabilir.

Eğik resim fotogrametrisinin avantajları aşağıdaki şekilde özetlenebilir (Karbo and Schroth, 2009):

- Yapıların tüm cephelerinin görüntülenmesi, hassas ölçümlerinin gerçekleştirilmesi
- Arazi üzerinde mesafe, yükseklik, eğim ölçümleri
- Kör noktaların açığa çıkarılması
- Ortofotoda ayırtılması güç olan nesnelerin belirlenmesi (sokak lambası, telefon direği vb.)
- CBS veritabanı ile entegrasyon ve CBS verilerinin 3B olarak görüntülenmesi

Eğik resim fotogrametrisinde birçok kamera sistemi kullanılmaktadır. Yukarıda da belirtildiği gibi, tekli kameradan, çoklu lens ve çoklu kamera sistemlerine kadar farklı yaklaşımlar mevcuttur. En çok tercih edilen ve en efektif sistem düşeyde ve 4 farklı yönde eğik olarak konumlandırılan kameraların bulunduğu sistemler olarak kabul edilmektedir. Bu sistemler arasında, Track'Air Aerial Survey Systems - MIDAS, Pictometry - PENTA DigiCam, Hexagon Geosystems - Leica RCD30 ve Microsoft - UltraCam Osprey gibi sistemler bulunmaktadır (Petrie, 2008).



Şekil 3. 5 kameralı sistem (Petrie, 2008)

Bu sistemde, oblik kameralar kuzey, güney, doğu ve batı yönlerinde yaklaşık 40°- 45°'lik açılarla konumlandırılır. Düşey kamera ortada yer alır. Ortalama uçuş yüksekliği 1000 m olup, düşey görüntüler yaklaşık 15 cm, oblik görüntüler ise yaklaşık 12-18 cm çözünürlüğe sahiptir (Nelson, 2008).

Bu sistemler genel olarak her bir noktaya ait minimum 12, maksimum 24 görüntü sağlar. Fotogrametrik işlemlerin tamamlanmasının ardından kalite standartlarını karşılayan görüntüler kullanılarak görüntü kütüphaneleri oluşturulur.



Şekil 4. Bir binaya ait 5 farklı görünüm (Nelson, 2008)

4. UYGULAMALAR

Eğik resim fotogrametrisi çok geniş uygulama alanlarına sahiptir. Bu uygulama alanları, genel olarak 5 ana maddede gruplanabilir (Grenzdörffer et al., 2008):

- Vergi değerlendirmesi
- Kent ve altyapı planlaması
- Askeri ve güvenlik operasyonlarının yönetimi
- Kritik altyapı tesislerinin korunması
- Kadastro yapımı ve yönetimi

Eğik resim fotogrametrisi sunduğu hassas mesafe, yükseklik ve alan ölçümleri sayesinde, vergi değerlendirmesi için efektif bir şekilde kullanılmaktadır. Sapmaların tespiti ve dokümantasyonu ile birlikte, vergi gelirlerinde artış elde edilmesi sağlanmaktadır.

Güçlü ölçüm özelliği sayesinde kullanıcılar tarafından her türlü planlama amacıyla bina ve diğer yapıları kıyaslaması

yapılabilir. İnşa edilecek direk vb. yapıların yer tayini kolayca gerçekleştirilebilir. Diğer bir özellik olan görüş hattı analizleri kent ve altyapı planlamasında önemli bir yere sahiptir.

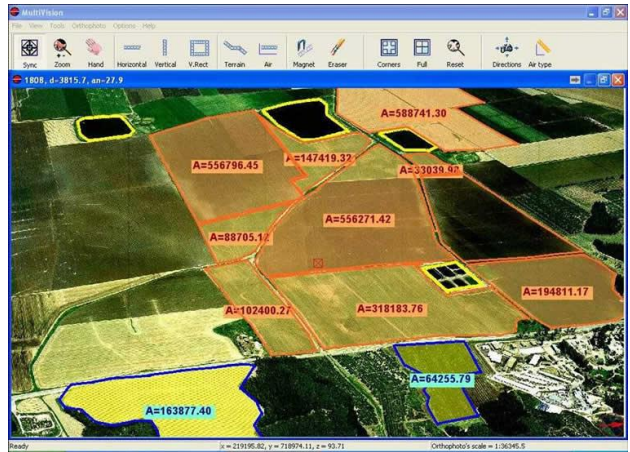


Şekil 5. Yükseklik ve mesafe ölçümleri (Aeromap, 2006)

Eğik resim fotogrametrisi, kriz zamanlarında hassas ve hızlı bilgi sağlamak suretiyle askeri ve güvenlik operasyonlarının yönetimini güçlendiren bir rol oynar. Sağlanan bilgiler kriz bölgesi bilgileri ile çevre alan ve altyapı bilgilerini içerir. Kriz anlarında, erişim ve tahliye güzergahları oldukça büyük bir öneme sahiptir. Eğik resim fotogrametrisi, bu güzergahların planlanmasının yanısıra, giriş ve açıklıkların belirlenmesi konusunda yetenekli bir araçtır.

Havaalanı, liman, terminal, AVM, elektrik santrali, su kaynakları, askeri tesisler, devlet binaları, hastane, hapisane, nüfus yoğunluğu yüksek olan yerler, yüksek binalar ve kompleksleri içeren kritik altyapı tesislerinin korunması bu teknolojinin sağladığı çoklu-görüş özelliğinden faydalanılarak gerçekleştirilebilir.

Eğik resim fotogrametrisi kadastro projeleri için oldukça etkili bir araçtır. Eğik olarak gerçekleştirilebilen alan ölçümleri, parsel kullanım alanlarının hassas bir şekilde tespit edilmesini mümkün kılar (Grenzdörffer et al., 2008).



Şekil 6. Parsel kullanım alanı ölçümleri (Aeromap, 2006)

Oblik görüntülerden elde edilen doku verisinin giydirilmesi ile elde edilen gerçekçi 3B şehir modelleri, 3B kadastro projelerinde önemli bir altlık görevi görmekte ve kentsel planlama işlerinde büyük kolaylık sağlamaktadır. Ayrıca

üretilen bu 3B şehir modelleri, arazi değerlemesinde çevresel etmenlerin etkisini hesaba katma noktasında yardımcı bir rol oynamaktadır. Arazi kullanımının tespitinde ise, topografik haritalar ya da ortofotolar kullanılarak elde edilemeyen bilgilere eğik resimler kullanılarak ulaşılabilir. Düşey görüntüde gecekondular – lüks bina ayrımı yapılamazken eğik resim fotogrametrisi ile çok daha nitelikli görüntüler elde etmek mümkündür.

5. SONUÇLAR

Hızlı nüfus artışının tetiklediği yoğun arazi kullanımı ve ilerleyen teknolojinin mümkün kıldığı karmaşık şehir yapılarının inşaatı, 2 boyutlu kadastral kayıt sisteminin araziye ait hak, kısıtlama ve sorumlulukların yönetimini sağlamada yetersiz kalmasına neden olmuştur. Bu sorunun üstesinden gelmek için 3B kadastro yaklaşımı benimsenmeli ve uygulamaya sokulmalıdır. Böylece, sürdürülebilir kalkınmanın anahtarı olan sağlıklı ve verimli bir arazi idaresinin yolu açılmış olacaktır.

3B kadastronun gerçekleştirilebilmesi için 3B veriye ihtiyaç vardır. Bu ihtiyacın karşılanmasında, eğik resim fotogrametrisi alternatif bir yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu yöntem ile elde edilen veriler 3B Kadastro ve Arazi Yönetimi projelerinde altlık olarak kullanılabilir. Çok geniş uygulama alanları bulunan eğik resim fotogrametrisi, sadece kadastral harita üretimi ve yönetiminde değil, vergi değerlendirmesi, kent ve altyapı planlaması, askeri ve güvenlik operasyonlarının yönetimi ve kritik altyapı tesislerinin korunması gibi uygulamalarda da verimli bir şekilde kullanılmaktadır.

6. KAYNAKLAR

Aeromap Technology Systems, 2006, Oblique Photogrammetry System (OPS) <http://www.aeromapss.com/OPS-F.pdf> (15 April 2013).

Enemark, S., 2004, Building Land Information Policies. Proceedings of Special Forum on Building Land Information Policies in the Americas. Aguascalientes, Mexico, 26-27 October 2004.

FIG, 1995, The FIG Statement on the Cadastre. Technical Report Publication No.11, FIG Commission 7 http://www.fig.net/commission7/reports/cadastre/statement_on_cadastre.html (15 April 2013).

Grenzdörffer, G.J., Guretzki, M., & Friedlander, I., 2008, Photogrammetric Image Acquisition and Image Analysis of Oblique Images – A New Challenge for the Digital Airborne System PFIFF. In: Photogrammetric Record 2008, Nr 12/2008 pp. 372-386.

Jonas, D., 2009, How Aerial Survey in Vietnam is now Serving People and Building National Capacity. 7th FIG Regional Conference, Hanoi, Vietnam, 19-22 October.

Karbo, N., Schroth, R., 2009, Oblique Aerial Photography: A Status Review. Photogrammetric Week 2009: pp. 119 – 125.

Kaufmann, J., & Steudler, D., 1998, CADASTRE 2014 - A Vision for a Future Cadastral System. FIG Commission 7 <http://www.fig.net/cadastre2014/translation/c2014-english.pdf> (15 April 2013).

Nelson, J., 2008, Lecture 7 - Photogrammetric Products. Photogrammetry Lecture Notes, KTH Royal Institute of Technology <http://www.infra.kth.se/courses/AG1322/lectures/17.pdf> (15 April 2013).

Petrie, G., 2008, Systematic Oblique Aerial Photography Using Multiple Digital Cameras. VIII International Scientific & Technical Conference, "From Imagery to Map: Digital Photogrammetric Technologies", Porec, Croatia.

Stoter, J., E., 2003, *3D Cadastre*. TU Delft, PhD Thesis.

UNECE, 1996, Land administration guidelines: with special reference to countries in transition. New York and Geneva, United Nations (UN) http://www.unece.org/fileadmin/DAM/hlm/documents/PublicatPubl/land_administration_guidelines.e.pdf (15 April 2013).

Williamson, I., Enemark, S., Wallace, J., & Rajabifard, A., 2010, Land administration for sustainable development. Redlands, California: ESRI.