

# EĞİK RESİM FOTOGRAMETRİSİNİN EMLAK İDARESİNDEKİ UYGULAMALARI

L. Özmüş\*, F. Ç. Açar\*, H. Tuna\*, E. Özer\*, E. Ayyıldız\*, B. Erkek\*, S. Bakıcı\*

\*Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü, Harita Dairesi Başkanlığı, Ankara  
lozmus@gmail.com, fcts91@hotmail.com, hulyatuna61@gmail.com, ozerer@hotmail.com, ekremayildiz03@gmail.com, berkek@tkgm.gov.tr, sbakici@tkgm.gov.tr

**ANAHTAR KELİMELER:** Medeni Kanun, Kadastro, 3D Kadastro, Gayrimenkul Değerleme, Eğik Resim Fotogrametrisi

## ÖZET:

Medeni Kanunun “Arazi üzerindeki mülkiyet, kullanılmasında yarar olduğu ölçüde, üstündeki hava ve altındaki arz katmanlarını kapsar. Bu mülkiyetin kapsamına, yasal sınırlamalar saklı kalmak üzere yapılar, bitkiler ve kaynaklar da girer.” şeklindeki 718. maddesi ile 3402 sayılı Kadastro Kanunu üç boyutlu (3D) kadaystroyu öngörmektedir.

3D kadaystronun gerçekleştirilebilmesi için 3D verilere ihtiyaç vardır. Bu ihtiyacın karşılanmasında, eğik resim fotogrametrisi ana veri toplama yöntemi olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu yöntem ile elde edilen veriler 3D Kadastro ve Emlak İdaresi faaliyetlerinde altlık olarak kullanılmaktadır.

Ülkemizde emlak idaresi faaliyetleri kapsamında ihtiyaç duyulan üç boyutlu kadastro, kentsel alanlarda gayrimenkul değerlendirme ve pazarlama, kentsel planlama, kaçak yapı izleme ve şehir yönetimi, konuma bağlanması gereken verilerin (ulusal adres verisi, vb.) akıllandırılması gibi hizmetlerde yüksek çözünürlüklü havadan alınmış eğik resimlere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu ihtiyaçlar bildirinin konusunu oluşturmaktadır.

**KEY WORDS:** Civil Law, Cadastre, 3D Cadastre, Real Estate Value Assessment, Oblique Photogrammetry

## ABSTRACT:

The article 718 of the civil law saying “The ownership on property includes the air above and terrain layers below to an extent providing benefit. The structures, plants and sources are included in the content of this ownership reserving the legal restrictions” and the cadastre law no. 3402 envisage 3D Cadastre.

3D data is required in order to perform 3D cadastre. To meet this requirement, oblique photogrammetry arises as the main data acquisition method. The data obtained by this method is used as base in 3D Cadastre and Land Administration activities.

3D cadastre required in the context of land administration activities in Turkey demands high resolution aerial oblique images to be used in services such as real estate value assessment & marketing in urban areas, urban planning, unlicensed construction monitoring & city administration and making location data (national address data etc.) intelligent.

## 1. GİRİŞ

### 1.1 Arazi İdaresi

Arazi, tarih boyunca tüm canlıların barındığı, hayata tutunduğu ve yaşamsal faaliyetlerini sürdürdüğü mekânsal büyüklüktür. 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 değerlendirilmesi ve vergilendirilmesi anlamına gelen arazi değerlendirilmesi ve tesis, altyapı, inşaat planı uygulaması anlamına 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 Kadastro

Bu bağlamda, başarılı bir arazi idaresinin temel bileşeni olarak kadastro göze çarpmaktadır. Kadastro, mekânsal bütünlük ve arazi parsellerinin tespitini sağlayan arazi idare sisteminin merkezinde yer alır. Uluslararası Geomatik Mühendisleri Federasyonu (FIG), kadastroyu “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. Kadastro, 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 kadastro 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 kadastro 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 kadastro, hak, kısıtlama ve sorumlulukları sadece parsel üzerinde değil 3 boyutlu mülkiyet birimleri üzerinde de gösteren ve kayıt altına alan kadastrodur (Stoter, 2003). Bu bakış açısı, konvansiyonel kadastronun 3B durumlarının da sağlıklı bir şekilde kayıt altına alınabilmesi için yeniden

düzenlenmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. FIG Komisyon 7 (Kadaströ ve Arazi Yönetimi Grubu), 2014 yılına kadar yürürlüğe girme öngörüsü ile Kadaströ 2014 isimli bir çalışma gerçekleştirmiştir. Bu çalışma mevcut eksikliklerin giderilmesini amaçlayan 4 yıllık bir çalışmanın ürünü olup, 27 dile çevrilmiştir. Bu çalışma sonucunda kadaströ 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 kadaströsu ortadan kalkacaktır.
- Kadaströ büyük ölçüde özelleştirilecek, kamu ve özel sektör birlikte çalışacaktır.
- Maliyetin geri kazanımını sağlayacaktır.

Bu çalışmada, kadastronun gelecekte 2 boyutlu kadaströ haritalarına dayandırılmayacağı ya da bunlar ile kısıtlanmayacağı vurgusu yapılmaktadır. Sonuç olarak, 3B hak, kısıtlama ve sorumlulukların tamamen kayıt altına alınması ve 3B mülkiyetlerin mekânsal verileri de dâhil 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

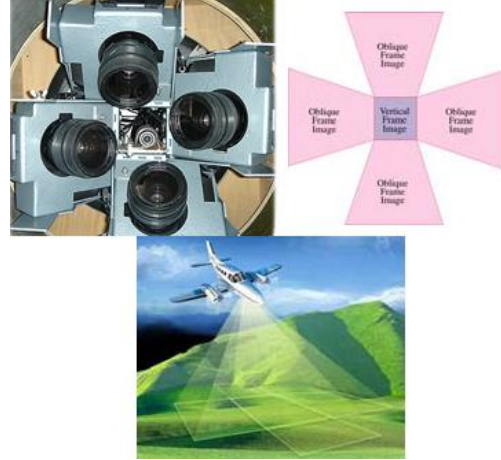
Eğik resim fotogrametrisi, geleneksel düşey hava görüntülerinin, yüksek açılardan elde edilen oblik görüntüler ile birleştirildiği ve oblik görüntülerden alınan doku verisinin giydirilerek 3B şehir modellerinin elde edildiği bir yöntemdir (Petrie, 2008). Bu yöntemde uçak, helikopter ya da insansız hava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

Kurumumuzun "Üç Boyutlu Kadaströ, Gayrimenkul Değerleme ve Gayrimenkul Pazarlama" çalışmalarında ihtiyaç duyulan eğik resim görüntü altlığının oluşturulması amacı ile "EĞİK RESİM KAMERASI VE ÇEVRE BİLEŞENLERİ PROJESİ" hazırlanmış ve Bakanlığımızca da uygun bulunmuştur. Proje eğik resim kamerası ve yazılımların temini, yıllık 1.000 km<sup>2</sup> eğik görüntü alımı, 3B Kent Modeli üretimi ve sunumuna başlanması, üretilen 3B kent modellerinin MEGSİS ve diğer sistemler ile entegrasyonu gibi bileşenlerden oluşmaktadır.

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 ayırt edilmesi 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 güzergâhları oldukça büyük bir öneme sahiptir. Eğik resim fotogrametrisi, bu güzergâhların planlanmasının yanı sıra, 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).

Oblik görüntülerden elde edilen doku verisinin giydirilmesi ile elde edilen gerçekçi 3B şehir modelleri, 3B kadastro projelerinde önemli bir altlık görevi görmektedir 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 geçekundu – lüks bina ayırımı yapılamazken eğik resim fotogrametrisi ile çok daha nitelikli görüntüler elde etmek mümkündür.



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

## 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 kadastro gerçeğe geçirilebilmesi 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.aeromaps.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](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. 7<sup>th</sup> 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/cadastr2014/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.