

TAPU VE KADASTRO ORTOFOTO ÜRETİM FAALİYETLERİ VE GÜNCEL YANSIMALARI

A.KISA^a, S.ÇOLAK^a, S.BAKICI^a, L.ÖZMÜŞ^a

^a Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü, Harita Dairesi Başkanlığı 06450 Oran Ankara, Türkiye -
akinkisa@gmail.com, scolak2000@gmail.com, sbakici@tkgm.gov.tr, lozmus@gmail.com

Anahtar Kelimeler: TKMP, Yakın kızılötesi görüntü, ortofoto, görüntü servisleri.

ÖZET:

2009 yılından itibaren Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü, Harita Dairesi Başkanlığı bünyesine kazandırılan yeni fotogrametrik sistemler, bu sistemlerle yapılan ulusal ölçekteki çalışmalar, kurumun, dünya teknolojilerindeki gelişmeleri çok yakından takip etmekte ve sektördeki lokomotif görevini başarılı bir şekilde yürütmekte olduğunu bir göstergesidir. Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü bünyesinde yürütülen Tapu ve Kadastro Modernizasyon Projesi, ülkenin sayısal kadastro sununun tamamlanmasının ardından, mevcut kadastro nun da sağlam ve kaliteli bir şekilde, güncel olarak yenilenmesi ve sayısal ortama aktarılması konusunda oldukça başarılı bir projedir. Bu kapsamda yürütülen çalışmalarda, görüntü altlığı olarak 20-30cm GSD doğruluğuna sahip ortofoto görüntü altlıklarından faydalanılması öngörülmüştür. Uydu görüntülerine nazaran daha kaliteli ve konumsal ve işlevsel doğruluğu daha yüksek olan bu görüntü altlıkları, yenileme öncesinde karar destek süreçlerinde, yenileme sonrasında ise kalite, bütünlük kontrollerinde ve yasal boyutuna altlık oluşturmak amacını başarı ile sağlamaktadır. Kurum bünyesinde kurulan, görüntüleri servis verebilen sistemler vasıtası ile OGC standartlarına uygun ortofoto görüntüler servise hazır hale getirilmektedir. Bu kapsamda kurum bünyesindeki mevcut ortofoto görüntülerine ek olarak, çeşitli kurum ve kuruluşlar ile protokoller yapılarak bu kurum ve kuruluşların da ortofoto görüntüleri paylaşılmış ve paylaşılmaya devam edilmektedir. Ayrıca yapılan ortofoto ihale çalışmaları ile de ortofotosu mevcut alanların ikinci periyot ortofotolarının yapılması çalışmaları başlatılmıştır. Kurum arşivinde mevcut olan eski hava fotoğraflarının da taranması ve yaklaşık doğrulukta ortofotolarının üretilmesi projesi fizibilite çalışmaları yapılmıştır. Ankara ve İstanbul için yapılan bu ortofotolar, tarihsel önem içeren çalışmalarda altlık oluşturulması ve karar süreçlerinde zaman kazanılmasında önemli bir katkı sağlayacaktır.

Genel

TKGM, 2000'li yılların başlarından itibaren, mekansal bilgi altyapısını oluşturmak için pek çok projeyi başlatan ve başarı ile gerçekleştirilmesini sağlayan bir kurumdur. Tapu ve Kadastro Bilgi Sistemi (TAKBİS), Kadastro nun Tamamlanması, Türkiye Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemi (TUCBS) Altyapısı Kurulumu Projesi, Tapu Arşiv Bilgilerinin Taranması (TARBİS), TUSAGA-Aktif Projesi, Tapu ve Kadastro Modernizasyon Projesi (TKMP), Ortofoto Bilgi Sisteminin Kurulması bu projelerden bazılarıdır (<http://www.tkgm.gov.tr>).

Genel olarak bakıldığında TKGM, TUCBS çalışmalarının temel mekansal altlıklarından en önemli kısımlarını üreten, yöneten, geliştiren ve ülkenin diğer kurum ve kuruluşlarına servis sağlayan bir kurum durumundadır. Harita üretimi izleme merkezi, jeodezik altyapı, kadastro, ortofoto bu temel altlıklardan bir kısmıdır.

Mekansal bilgi sistemlerinin vazgeçilmez katmanlarından bir tanesi olan, uzaktan algılama araçlarından elde edilen uydu fotoğrafları ve/veya hava fotoğraflarından oluşan görüntü altlığı gereksinimi bu kapsamda oldukça önemli

bir yer tutmaktadır. Bu konuda da önemli projelere imza atan TKGM'nde, Ortofoto Bilgi Sistemi projesini hayata geçirmek için çalışmalar yapılmaktadır.

2009 yılında TKGM bünyesine kazandırılan yeni fotogrametrik sistemler ile dünyadaki teknolojik gelişmeler çok yakından takip edilmekte ve bu konuda da sektördeki lokomotif görev başarılı bir şekilde yürütülmektedir. 2009 yılından beri ülke genelinde 210.000 km² alanın 1/5000 sayısal renkli ortofoto görüntülerinin üretimi gerçekleştirilmektedir. Diğer alanlara ait ortofoto görüntüler, Harita Genel Komutanlığı (HGK) tarafından üretilmektedir. 2014 yılında her iki kurum tarafından üretilen ortofotolar ile, bütün ülkeyi kapsayan güncel, bulutsuz, kalite kontrolleri yapılmış 30-45 cm yer örnekleme aralığı (GSD-Ground Sample Distance)'nda görüntü altlığı üretimi gerçekleştirilmiş olacaktır. Önemli ve öncelikli alanların yeniden ortofotolarının üretilmesi de devam eden projeler kapsamına alınmaktadır. Ortofoto üretimi aşamasında stereo, renkli, yakın kızılötesi hava fotoğrafları ve araziye ait yükseklik modelleri de üretilmektedir. Belediyeler tarafından da önemli merkezlerin 1/1000 ölçekli ortofoto görüntüleri de bu süreçte hazırlanmaktadır.

Üretimi gerçekleştirilen ortofoto görüntüler, özellikle sayısal kadastro çalışmaları ile diğer kurumların mühendislik projelerinin karar-destek süreçlerinde, kalite-bütünlük kontrollerinde ve yasal boyutuna altlık oluşturmada kullanılabilir özelliktedir. Bu amaçlarla TKGM tarafından OGC standartlarında Web Servisleri hazırlanmakta ve TUCBS görüntü katmanı başarılı bir şekilde oluşturulmaktadır.

TKGM ve HGK arşivinde mevcut yaklaşık 480 bin km² alanda 1/5.000 ölçekli ST harita üretimi için çekilmiş 1/16.000 ölçekli hava fotoğraflarının taranması, elde edilecek sayısal görüntüler ve bu görüntüler üzerinde belirlenecek yer kontrol noktaları kullanılarak 1.Katman Arşiv Ortofoto üretilmesi, HGK arşivinde mevcut ve ülke genelini kapsayan, 1/25.000 ölçekli harita üretimi için çekilmiş 1/35.000 ölçekli hava fotoğraflarının taranması, elde edilecek sayısal görüntüler ve bu görüntüler üzerinde belirlenecek yer kontrol noktaları kullanılarak 2.Katman Arşiv Ortofoto üretilmesi ve servis edilmesi çalışmalarının yapılması planlanmaktadır.

Mekansal Altyapı Bilgi Sistemleri ve TKGM Projeleri

Ülkemizde bulunan ve mekansal verilerle çalışan pek çok sektör bulunmaktadır. Bu sektörlerin en temel ihtiyacı sağlıklı, güvenilir, kolay ve çabuk ulaşılabilir, sonuç alınabilir bir sistemin bulunmasıdır. Her bir sektör kendi alanında mekansal bilgi sistemlerini oluşturmaktadır. 15 Mayıs 2007 de yayımlanan INSPIRE (Infrastructure for Spatial Information in Europe) direktifinin de en temeldeki amacı "bölgesel, ulusal ve uluslar arası alanda halk ve kamu kuruluşları tarafından kullanılan; uygulamaya, görüntülemeye ve değerlendirmeye hazır halde bulunan yüksek kaliteli ve harmonize edilmiş mekansal (coğrafi) veri elde etmektir." INSPIRE direktiflerin temel prensipleri (<http://inspire.jrc.ec.europa.eu/>) aşağıdaki adımlarda detaylı belirtilmektedir.

- Veri bir defa toplanmalıdır ve en etkili şekilde güncelliği sürdürülmelidir.
- Değişik veri kaynaklarından elde edilmiş, aynı kategorideki farklı veriler birleştirilebilmeli ve birçok kullanıcı ve uygulama servisleri tarafından paylaşılabilir.
- Ülkelerin bir kurumu tarafından toplanan mekansal verileri ülkenin diğer kurumları tarafından da erişilebilir olmalıdır.
- İyi bir ülke yönetimi için gerekli olan mekansal veri, gelişmiş uygulamaları sağlayacak durumda olmalıdır.
- Mekansal verinin, amaçlara uygunluğunu değerlendirmek ve verinin kullanımının sağlamak adına hangi durumların uygulanması gerektiğini bilmek için gerekli bilgiye kolayca ulaşılabilir.

Bu amaçla da öncelik sırasına göre yapılması gereken Ekler yayımlanmış ve kuralları konulmuştur. Bu yayımlanan öncelikler sırasına göre ülke genelinde bu işleri yapan kurum veya kuruluşlar görevlerini yerine getirmek için gereken çalışmaları bünyelerinde hazırlamaktadırlar.

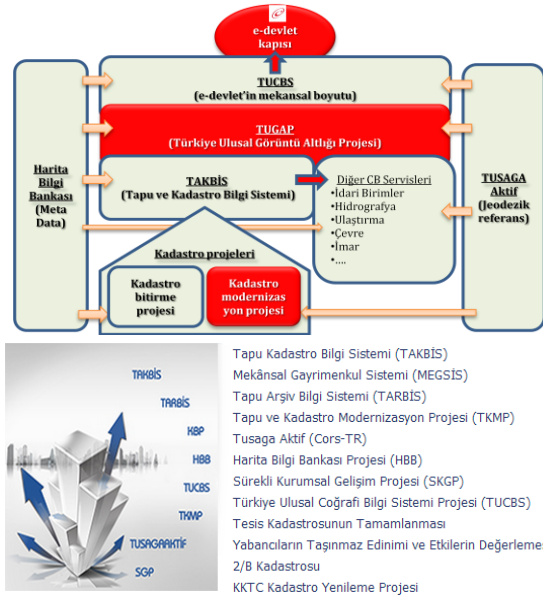
Türkiye ulusal mekansal bilgi altyapısını kurma çalışmaları, ilgili kurumlar tarafından INSPIRE direktiflerine paralel olarak yürütülmektedir. Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü de bu çalışmalarda kendi üzerine düşen görevleri hızlı bir şekilde yerine getirmek için çağdaş ve ileriye dönük çalışmalar yapmaktadır (Şekil 1).

TUCBS kurma çalışmaları 2003 yılında Başbakanlık tarafından yayınlanan 2003/48 sayılı Genelge ile yürütülmeye başlanan e-Dönüşüm Türkiye Projesi Kısa Dönem Eylem Planı kapsamında başlatılmıştır. Eylem Planında yer alan "Türkiye Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemi Oluşturulabilmesi İçin Bir Ön Çalışma Yapılması" konulu 47 numaralı eylem Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü'nün sorumluluğuna verilmiştir. 2005 yılında Devlet Planlama Teşkilatı'nın koordinasyonunda 2005/5 sayılı Yüksek Planlama Kurulu Kararı ile e-Dönüşüm Türkiye Projesi 2005 Eylem Planı yayınlanmıştır. Bu eylem planında yer alan Türkiye ulusal coğrafi bilgi altyapısının kurulmasına yönelik "Türkiye Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemi Oluşturmaya Yönelik Altyapı Hazırlık Çalışmaları" konulu 36 numaralı eylemin yürütülmesi görevi Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü'ne verilmiştir. Türkiye Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemi Altyapısı kurma konusundaki uygulama çalışmaları 2007-2008 döneminde Kamu Yönetimi Modernizasyonu -75 nolu (KYM-75) ve "Coğrafi Bilgi Sistemi - Altyapısı" isimli proje ile başlatılmıştır. TUCBS Altyapısı kurulması projesine ilişkin "Fizibilite Etüdü Hazırlama" hizmeti, 5809 sayılı kanununun 67. maddesi kapsamında TÜRKSAT A.Ş.'den doğrudan alım olarak başlatılmıştır. 16 Aralık 2009 tarihinde TKGM ve TÜRKSAT arasında "Fizibilite Etüdü Hazırlama" sözleşmesi imzalanmış ve projeye başlanmış ve proje başarı ile tamamlanmıştır. Türkiye Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemi Altyapısı Kurulumu Projesi ile tekrarlı veri üretiminin önlenmesi, karşılıklı kullanılmayan verilerin kullanılabilir hale getirilmesi ve en önemlisi olarak doğru ve güncel coğrafi bilgiye en son teknoloji ile en kısa sürede erişimin sağlanması hedeflenmiştir. Tamamlanan proje Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü'ne teslim edilmiştir (Kısa, 2011).

TAKBİS çalışmaları 2001 yılında başlatılmıştır. Tapu ve kadastro bilgilerinin sayısal ortama aktarılması ve yönetilmesini sağlamak amaçlı başlatılan projenin birinci ve ikinci aşaması bitirilmiş, üçüncü aşaması için hazırlıklar tamamlanmıştır (<http://www.tkgm.gov.tr>).

TUSAGA-Aktif Projesi, tüm ülke ve K.K.T.C. genelinde 24 saat gerçek zamanda (RTK) coğrafi konumu cm duyarlılığında belirlemek, kadastro ve halihazır haritaları Uluslararası Koordinat Sistemine (ITRF) dönüştürmek amacı ile 2006-2009 arasında gerçekleştirilmiş, ülke genelinde mekansal altlık oluşturan tüm projelerde yoğun bir şekilde kullanılmaktadır (<http://www.tkgm.gov.tr>).

TKMP çalışmaları 2008 yılında başlatılmış ve halen devam etmektedir. Ülkenin sayısal kadastronun tamamlanmasının ardından, mevcut kadastronun da sağlam ve kaliteli bir şekilde, güncel olarak yenilenmesi ve sayısal ortama aktarılması konusunda oldukça başarılı projedir. Bu proje kapsamında yeni ve kapsamlı çalışma ofisleri hazırlanarak tapu ve kadastro hizmetlerinin iyileştirilmesi sağlanmakta, gayrimenkul değerlendirme konusu incelenerek kapsamlı bir rapor hazırlanmakta, insan kaynakları geliştirilmekte, TAKBİS çalışmaları daha geniş alana yayılma imkanı bulmakta, temel altlık olarak 1/5000 ölçekli sayısal renkli ortofoto haritalar üretilmekte, tesis kadastrosu çalışmaları tamamlanmakta ve kadastro yenileme çalışmaları da aynı hızda ve kararlılıkla devam etmektedir (<http://www.tkgm.gov.tr>).



Mekansal bilgi sistemlerinin katmanlarından görüntü altlığı gereksinimi bu kapsamda oldukça önemli bir yer tutmaktadır. TKGM, Ortofoto Bilgi Sistemi projesini hayata geçirerek, diğer kurum ve kuruluşlarla birlikte görüntü altlığı gereksinimini karşılayacak sistemi kurma çalışmalarını yürütmektedir.

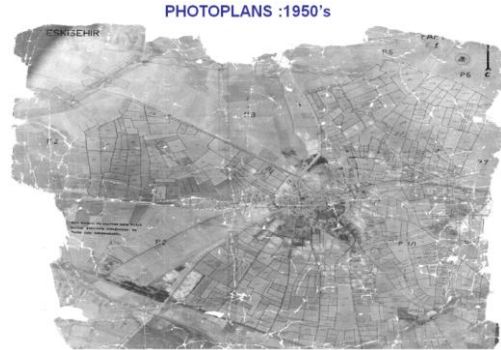
Bu gelişmeler, TKGM ile birlikte iş yapan kurum, kuruluş ve vatandaşlar da işbirliğinin, birlikte çalışılabilirliğin ve güven ilişkilerinin daha da artmasına sebep olmaktadır. Ülke genelinde tüm mülkiyet bilgisini üreten, depolayan, yöneten ve koruyan köklü bir teşkilat olan TKGM, mekansal gayrimenkulün kullanılması ve

geliştirilmesindeki lokomotif görevleri ile de ülkenin geleceğine önemli çalışmalarla yön vermektedir.

TKGM Fotogrametrik Harita ve Ortofoto Üretim Çalışmaları

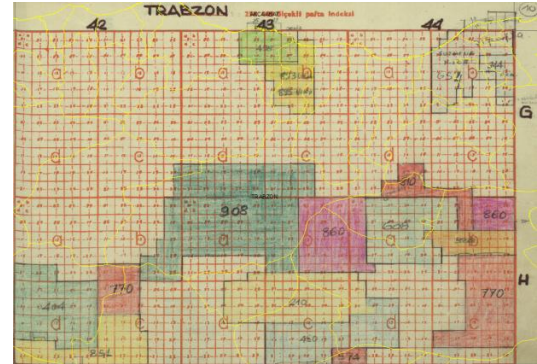
Fotogrametrik Harita ve Ortofoto Üretimi

Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü (TKGM), 1952 yılında Wild firmasından dört adet fotogrametri aleti satın alarak fotogrametrik harita üretimi çalışmalarına başlamış bir kurumdur. 1954 yılından itibaren ülke genelinde muhtelif alanlarda 1/5000 ölçekli haritaları üretmeye devam etmiştir (Şekil 2).

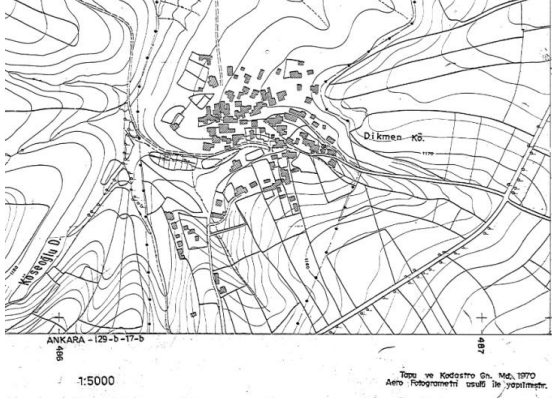


Şekil 2. 1950'li yıllarda üretilmiş fotoplan örneği

Harita Genel Komutanlığı (HGK) ile birlikte yapılan çalışmalarla (Şekil 3) 1960-1990 tarihleri arasında, Türkiye genelini kapsayan, Standart Topoğrafik Haritaların (STH) %70'i tamamlanmıştır (Şekil 4).



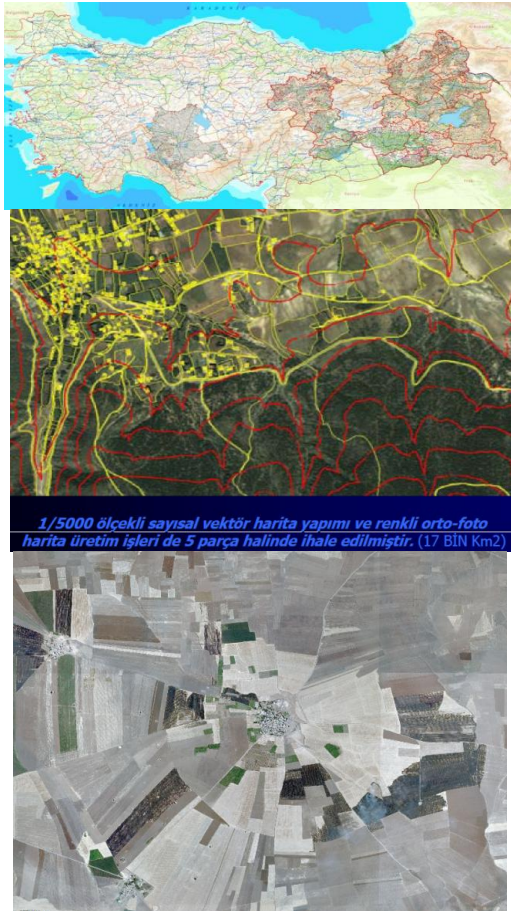
Şekil 3. 1:250000 ölçekli Trabzon paftası üretim indeksi



Şekil 4. 1:5000 ölçekli standart topoğrafik harita

1990-2000 yıllarında muhtelif ölçekte fotogrametrik harita üretimi için havadan fotoğraf alımı gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda analog sistemde yapılan üretimler 1996 yılında yerini analitik sistemlere bırakmıştır (<http://www.tkgm.gov.tr>).

2000-2008 yılları arasında MERLİS ve ARIP projeleri kapsamında (<http://www.tkgm.gov.tr>) 1/5000 ölçekli fotogrametrik ve renkli ortofoto haritaların üretimi gerçekleştirilmiştir (Şekil 5).



Şekil 5. ARIP proje kapsamı, fotogrametrik harita ve ortofoto

1/5000 ölçekli altlık harita olarak üretimlerine başlanan fotogrametrik haritalar, özellikle jeodezik ölçme

sistemlerinin kolaylaşması ve yaygınlaşması, ayrıca görüntü teknolojilerinin de gelişmesi ile birlikte yerini ortofoto haritalara bırakmıştır. Kentsel alanlarda, daha yoğun bir kullanım alanı bulunduğu için, 1/1000 ölçekli fotogrametrik haritaların üretimi yoğunlaşmıştır.

Görüntü Altlığı İhtiyacı

Mekansal bilgi sistemlerinin vazgeçilmez katmanlarından bir tanesi olan görüntü altlığı katmanı, uzaktan algılama araçlarından elde edilen uydu fotoğrafları ve/veya hava fotoğraflarından üretilir (Şekil 6). Uydu fotoğraflarının kapsamı, içeriği, doğruluğu yanında hava fotoğraflarının kullanılabilirliği pek çok araştırmalarla incelenmiş, imkanların elvermesi durumunda hava fotoğraflarının bu temel altlığı oluşturmada en hızlı ve güvenilir bir kaynak olup, üretim maliyetlerinin de uydu fotoğraflarına göre daha uygun olduğu belirlenmiştir [].



Şekil 6. Uçaktan ve uydudan elde edilen görüntü

Ayrıca farklı kurum ve kuruluşların ortak ihtiyaçlarını karşılamak üzere yapılan incelemelerde [] uydu fotoğraflarından daha çok hassas, bulutsuz, güvenilir ve güncel hava fotoğraflarına ve bu fotoğraflardan üretilen ortofoto görüntülere ve ara ürünlere (sayısal yükseklik modeli vb.) ihtiyaç duyulduğu anlaşılmıştır.

Finansmanı Dünya Bankası ve Döner Sermaye kaynaklarından karşılanan TKMP, kadastonun tamamlanmasının ardından çok gerekli ve önemli bir proje haline gelmiştir. Hizmet standartlarının ve insan kaynaklarının geliştirilmesini sağlayacak bu proje sonrasında, tüm kadastro verileri sayısal ortama aktarılacak ve mekansal altlığa ihtiyaç duyacak tüm kurum ve kuruluşlara servis edilecek hale gelecektir. TKMP başlatıldığında, mevcut pafta altlıklarının bir ön incelemeye tabii tutularak güncel arazi halihazır durumu ile örtüşüp örtüşmediği, ne kadar bir değişimin olduğu, sayısallaştırma ile çözülüp çözilemeyeceği, yenileme gerekli olup olmadığı konuları en önemli unsurları oluşturmuştur. Karar aşamasında öncelik olarak halihazır arazi durumunun tam net ve hızlı bir şekilde elde edilmesi gündeme gelmiştir.

TKGM'nde, hem kurum ihtiyaçlarının karşılanması hem de ülkenin diğer kurum ve kuruluşlarının mekansal

projelerine altlık oluşturulması amacı ile 1:5000 ölçekli sayısal renkli ortofoto üretimi yürütülmektedir (<http://www.tkgm.gov.tr>).

Kaynaklar ve Kamu-Özel Sektör Çalışma Modeli

Sayısal renkli ortofoto çalışmalarını yürüten TKGM bünyesinde;

- Yeterli sayıda yetkin ve tecrübeli insan kaynağı
- GPS/IMU destekli DMC sayısal kamera monte edilmiş bulunan 1 adet uçak
- Hava görüntüleri ve ortofotoları depolamak amaçlı 100 Terrabyte storage
- Uçuş planı, GPS/IMU hesaplamaları, sayısal görüntü işleme, fotogrametrik nirengi, sayısal yükseklik modeli üretimi, stereo değerlendirme, ortofoto üretimi yazılım ve donanımları
- Görüntü web servisi yazılım ve donanımları

kaynakları mevcut bulunmaktadır (Şekil 7).



Şekil 7. Havadan görüntü alımı personel ve ekipmanı

Bu üretim çalışmaları gerçekleştirilirken, sadece TKGM'nün kendi imkanları değil özel sektörün imkanlarından da faydalanılmaktadır.

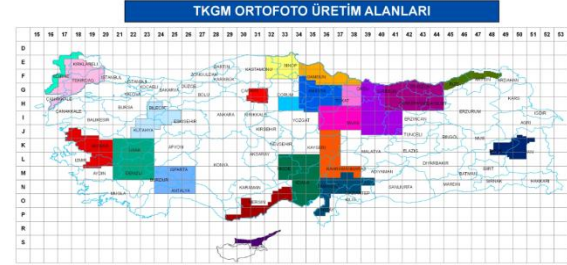
Bu kapsamda;

- Jeodezik çalışmalar özel sektör
- Havadan görüntü alımı çalışmaları TKGM
- GPS/IMU verileri değerlendirilmesi çalışmaları TKGM
- Sayısal görüntülerin işlenmesi çalışmaları TKGM
- Fotogrametrik nirengi çalışmaları özel sektör
- Sayısal yükseklik modeli oluşturulması çalışmaları özel sektör
- Ortofoto üretimi özel sektör

marifeti ile gerçekleştirilmektedir. TKGM personeli her aşamada proje yürütücülüğü, danışmanlık ve kontrollük görevini yerine getirerek süreçlerin zamanında ve eksiksiz tamamlanmasını sağlamakta, doğruluk ve kalite kriterlerini sürekli kontrol etmektedir.

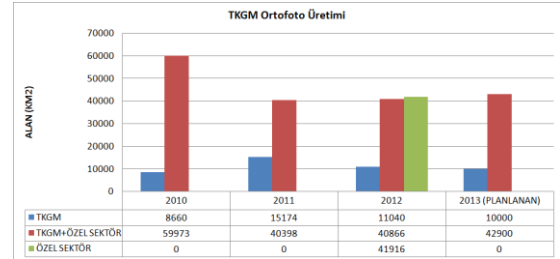
Sayısal Renkli Ortofoto Üretimi ve Maliyetler

Yoğun ve kapsamlı çalışmalar başladığından itibaren ülke genelinde yaklaşık 210.000 km² alanın 1/5000 sayısal renkli ortofoto görüntülerinin üretimi yapılmıştır (Şekil 8-9).



Şekil 8. 1:5000 Ölçekli Sayısal Renkli Ortofoto Üretim Alanları

Özel sektörün de süreçlere katkı sağlaması ile birlikte ülke genelinde toplam 145.000 km² alanda 11 farklı bölgede ortofoto üretim çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Aynı dönemlerde TKGM kendi personel ve ekipmanı ile 20000 km² alanda 6 farklı bölgede ortofoto üretim çalışmalarının tüm süreçlerini gerçekleştirmiştir (<http://www.tkgm.gov.tr>). Bu sayede kurumun güncel teknolojileri takip etme ve kullanma kabiliyetleri de en üst seviyede tutulmaktadır.



Şekil 9. 1:5000 Ölçekli Sayısal Renkli Ortofoto Üretim Miktarı

2012 yılında 2 adet bölgenin ortofoto üretimi, görüntü alma işlemleri de dahil olmak üzere özel sektöre ihale edilmiştir. Bu yaklaşımla üretim kapasitesini artırma çalışmalarına devam edilmektedir.

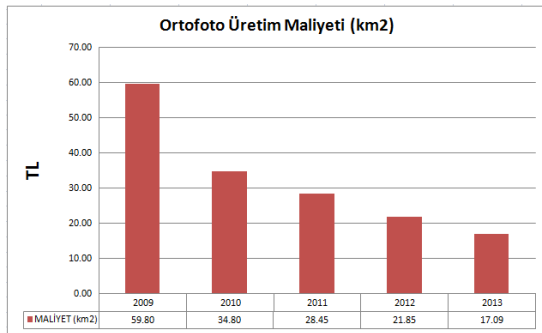
2013 yılında büyüklüğü 40.000 km² olan bir alanın ortofoto üretimi gerçekleştirilecektir.

Sayısal kameranın kuruma kazandırılmasının hemen öncesinde, ortofoto üretim çalışmalarında, klasik fotogrametri yapım metodolojisine göre jeodezik çalışmalar yapılmıştır. Araziye yapılan bu yoğun ve zaman alıcı çalışmaların proje maliyetlerine de etkisi oldukça fazla olmuştur.

PROJE ADI	YILI	PAFTA SAYISI	Çalışma Modeli	ALANI(km ²)
ADANA-1	2009	1914	TKGM+Özel Sektör	11484
İZMİR-1	2009	2745	TKGM+Özel Sektör	16470
TOPLAM		4659		27954
ORT MALİYET			TL/ km²	59.80
ADANA-2	2010	2084	TKGM+Özel Sektör	12504
ANTALYA	2010	2400	TKGM+Özel Sektör	14400
ÇORUM-1	2010	2311	TKGM+Özel Sektör	13866
ESKİŞEHİR	2010	2158	TKGM+Özel Sektör	12948
TOPLAM		8953		53718
ORT MALİYET			TL/ km²	34.80
ELBİSTAN	2011	2428	TKGM+Özel Sektör	14568
SAMSUN	2011	1620	TKGM+Özel Sektör	9720
SİNOP	2011	1550	TKGM+Özel Sektör	9300
TOPLAM		5598		33588
ORT MALİYET			TL/ km²	28.45
EDİRNE	2012	2664	TKGM+Özel Sektör	15984
SİVAS	2012	2170	TKGM+Özel Sektör	13020
TOPLAM		4834		29004
ORT MALİYET			TL/ km²	21.85
DİVRİĞİ	2012	3494	Özel Sektör	20964
TRABZON	2012	3492	Özel Sektör	20952
TOPLAM		6986		41916
ORT MALİYET			TL/ km²	51.63
UŞAK	2013	3600	TKGM+Özel Sektör	21600
ADANA	2013	3550	TKGM+Özel Sektör	21300
TOPLAM		7150		42900
ORT MALİYET			TL/ km²	17.09

Tablo 1. Ortalama ihale maliyetleri

Jeodezik çalışmalar, fotogrametrik nirengi çalışmaları, sayısal yükseklik modeli ve ortofoto üretim aşamaları için maliyet başlangıç projelerinde 59.80 TL/km² olarak gerçekleştirilmiştir. Daha sonra teknolojinin ve ulusal projelerin tüm imkanları kullanılarak (GPS/IMU destekli sayısal kamera, TUSAGA-Aktif sistemi, ulusal ölçekte yapılan projelerin çıktılarını vb.) çalışmalar yapılmıştır. Bu kapsamda gerçekleştirilen çalışmalarda üretim maliyetleri (Tablo 1) 2010 yılında 34.80 TL/km², 2011 yılında 28.45 TL/km², 2012 yılında 21.85 TL/km², 2013 yılında da 17.09 TL/km²'dir (Şekil 10).



Şekil 10. Yıllara göre ortalama ihale maliyetleri

Yıllık ortalama 60.000 km² görüntü alımı yapılması durumunda; görüntü alımı, personel ve işletme giderlerinin yıllık ortalama maliyeti yaklaşık 12.00 TL/km² olmaktadır.

Görüntü alımının da özel sektör marifeti ile üretilmesi durumunda maliyet 51.63 TL/km²'dir.

Maliyet Etkinlik Analizi

Maliyetler BHİKPK fiyatları, bütçeden yapılan harcamalar ve ihaleli işler ile ilgili hesaplanan maliyetlerin genel olarak karşılaştırmaları yapıldığında, mekansal veri üretiminin toplam maliyetleri artış göstermektedir. Bu artış teknolojik maliyetlerden kaynaklanmaktadır. Ancak teknolojinin gelişmesi ve değişmesi ile birlikte üretimin artması ile maliyetler büyük oranda düşüş göstermektedir ve birim maliyetler düşmektedir. Teknolojinin değişmesi çıktı ürünlerimizde hem nicelik anlamında artış oluğu gibi hem de nitelik olarak da artış olmaktadır. Nicelik olarak üretim miktarı artmakta, daha az zamanda daha çok üretim elde edilmektedir. Nitelik anlamındaki artışlar kontrollerin ve hesaplamaların bilgisayarlı ortamda yapıldığını göz önünde bulundurulduğunda üretimlerde meydana gelen hata oranının düşmesi, ekstra maliyetlerin ortaya çıkmasının da önüne geçmektedir.

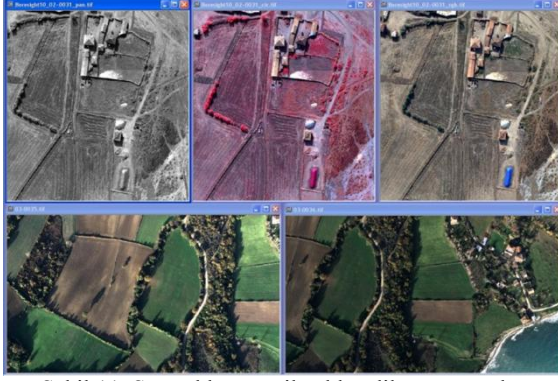
Mekansal veri üretimine talepler ihtiyaçlar doğrultusunda sürekli olarak artmaktadır. Elde edilen bilgilerin güncelliğini koruyabilmek adına hızla gelişen ve değişen teknoloji ile birlikte mekansal veri üretimi de yenilenmektedir.

Maliyet etkinlik analizi kısmında elde edilmiş toplam ve birim maliyetler ile yıllara göre üretim miktarlarına bakıldığında, mekansal veri üretimine talebin arttığına sadece göstergelerinden bir tanesidir. Bununla birlikte hızla artan nüfusun beraberinde getirdiği şehirleşme oranı da artmaktadır. Dolayısıyla taleplerde her geçen gün artış olmaktadır.

Günümüz dünyasında doğal afetlerin arttığını göz önünde bulunduracak olursak mekansal veri üretimi daha çok önem kazanmaktadır. Bununla ilgili olarak Marmara Depremi sonrası yapılmış MEER projesi, tarım reformu çalışmalarını desteklemek amacı ile yapılmış ARIP projesi, mülkiyet ile ilgili bilgilerin güncellenmesi adına devam edilen TKMP projeleri bulunmaktadır. Elbette ki maddi anlamda toplam maliyetler ortaya konulabilir, ancak sosyal getirileri kıyasladığımız zaman maliyetleri tam anlamıyla ortaya koyabilmek ve hesaplayabilmek çok güçtür. Bu durumda maddi anlamda kayıplar yerine konulabilecek ve telafi edilebilecekken, sosyal anlamda meydana gelebilecek en ufak kayıpların dahi maliyet anlamında yerine konulabilmesi mümkün olamamaktadır (Çolak, 2012).

Ürün İçerikleri ve Kalitesi

DMC sayısal kamera ile pankromatik, renkli ve yakın kızıl ötesi görüntüler, aynı çekim anında, elde edilebilmektedir (Şekil 11). Görüntülerde, spektral duyarlılık Mavi: 400-580 nm, Yeşil: 500-650 nm, Kırmızı: 590-675 nm ve Yakın kızılötesi : 675-850 nm olup radyometrik çözünürlük 12 bit'tir.



Şekil 11. Sayısal kamera ile elde edilen görüntüler

Görüntülerin her bir pikseli 12 mikrometre büyüklüğünde olup, araziden itibaren 3000m yükseklikten elde edilen görüntülerin mekansal çözünürlüğü $GSD = 30 \text{ cm}$ 'dir. Mayıs-Ekim aylarında, güneşin tam dik olduğu zamanlarda yapılan çalışmalarla elde edilen görüntüler %99.9 bulutsuz olmaktadır.

Jeodezik çalışmalar ve GPS/IMU değerlendirmelerinde TKGM'nin başarılı projelerinden bir tanesi olan TUSAGA-Aktif verileri kullanılmakta ve konumsal doğrulukları 1-2 cm olan yer kontrol noktaları ile çalışılmaktadır.

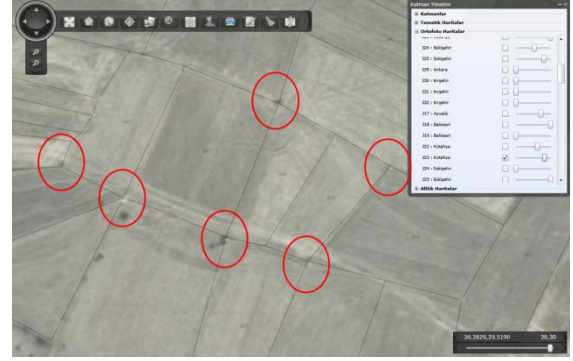
Bu kapsamda fotogrametrik nirengi değerlendirme çalışmalarında konumsal doğruluk piksel boyutunun dörtte birine yakın, yükseklik doğruluğu da 1/3 piksel olarak elde edilmektedir (Selçuk, 2011).

Sayısal yükseklik modeli üretiminde önce arazinin karakteristiğini belirten morfolojik veriler (yol, akarsu, şev, tepe, vb.) operatörler vasıtası ile elde edilmekte, daha sonra otomatik olarak yükseklik noktaları toplanmakta ve eksik veya hatalı olan bölgelerde tekrar operatör marifeti ile düzeltmeler yapılmaktadır.



Şekil 12. Sayısal yükseklik modeli

Mekansal altlık ihtiyacının önemli verilerinden bir tanesi olan bu bilgiler, tüm üretim bölgesinde büro çalışmaları esnasında üretildiğinden, projenin görüntü altlığı yanında hassas yükseklik modelini de oluşturmaktadır (Şekil 12).

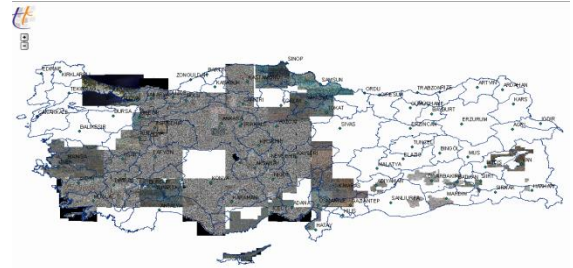


Şekil 13. Ortofoto ve kadastro parsel köşeleri

Üretimi gerçekleştirilen ortofotolarda konum doğrulukları 1-1.5 piksel büyüklüğünde olabilmektedir (Şekil 13).

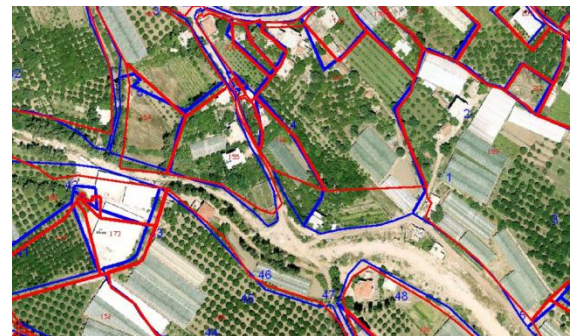
Ortofoto Web Servisleri

Üretimi gerçekleştirilen ortofotolar, TKGM bünyesinde mevcut görüntü işleme ve servis hazırlama yazılımları ile OGC standartlarında hazırlanmakta ve ortofoto web servisleri (Şekil 14) olarak sunulmaktadır (<http://www.tkgm.gov.tr>).



Şekil 14. Ortofoto web servisleri

Ortofoto servisleri kadastro yenileme çalışmalarında karar-destek ve kontrol aşamasında yoğun bir şekilde kullanılmaktadır. Yenileme çalışmalarının yapılması düşünülen bölgelerde, mevcut kadastral paftaların sayısallaştırılması yapıldıktan sonra ortofotolarla karşılaştırılmaktadır. Ayrıca arazi çalışmaları ile bölgenin güncel durumu elde edilmekte, sayısallaştırılan paftalarla ve ortofotolarla karşılaştırılmaktadır. Böylece tüm sistem kontrol edilebilmekte, uygulama kararları daha çabuk alınabilmektedir (Şekil 15).



Şekil 15. Sayısallaştırma ve arazi alımları ile oluşturulan parsellerin ortofoto ile karşılaştırılması

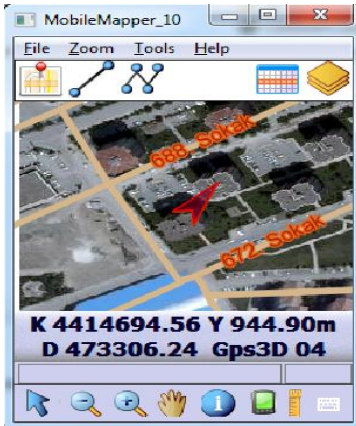
Ayrıca kadastronun sayısallaştırılması ve tapu bilgilerinin entegrasyonu için hazırlanan Mekansal Gayrimenkul Sistemi (MEGSİS) ile ortofoto servislerine erişim sağlanmakta, sisteme entegre edilen kadastro parsellerinin konumları ve tamlıkları anında kontrol edilmektedir (Şekil 16).



Şekil 16. MEGSİS ve ortofoto servisi

Kurum dışından erişimler sistem güvenliği açısından statik IP kontrolü ile sağlanmaktadır. Hazırlanmış olan tüm ortofoto servislerinden görüntü altlık ihtiyacı olan tüm kurum ve kuruluşlar faydalanabilmektedir.

Arazi çalışmaları sırasında dizüstü bilgisayarı ve uygun GPS alıcı üniteleri vasıtası ile ortofoto web servislerine erişim imkanı olabilmekte ve etkileşimli veri üretimi yapılabilmektedir (Şekil 17).



Şekil 17. GPS el ünitesi ve ortofoto servisi

Ortofoto Üretimi Yapan Kurum ve Kuruluşlar İle Yapılan Çalışmalar

2008 yılına kadar mekansal veri üretimi gerçekleştiren kurum ve kuruluşlar (İller Bankası, Tarım Reformu Genel Müdürlüğü, DSİ, Karayolları Genel Müdürlüğü, Orman Genel Müdürlüğü, Büyükşehir Belediyeleri) çalışmalarında kullanacakları görüntü altlığı ihtiyaçlarını maliyetleri yüksek ve konum doğrulukları 1.20 m olan uydu görüntülerinden ve/veya özel sektör marifeti ile gerçekleştirilen havadan görüntü alımı yoluyla elde edilen ortofotolarla karşılamaktaydı. TUCBS çalışmaları

kapsamında görüntü altlığı ihtiyacını belirlemek üzere yapılan incelemelerde ve kurumlarca ortak fikir birliğine varılarak hazırlanan raporlarda 1:5000 ölçekli harita içeriğini karşılayan, konum ve yükseklik doğruluğu 30-50 cm olan bir veri üretiminin ilgili tüm kurum ve kuruluşlarca ortak olarak kullanılabileceği ortaya çıkmıştır (Maraş, 2011).

Bu kapsamda 2009 yılında iki kamu kurumunda, TKGM ve HGK, bünyelerinde bulunan uçak ve sayısal kamera imkanları ile, sayısal renkli ortofoto üretimi çalışmaları yoğunluk kazanmıştır. İki kurum kendi ihtiyaçlarını karşılamak ve mükerrer iş yapmamak için aralarında “veri değişim protokolü” yapmış ve farklı alanlarda görüntü alımı gerçekleştirerek güçlerini ülke menfaatleri ve kamu yararı gözeterek birleştirmişlerdir. TKGM, GSD = 30 cm, HGK, GSD = 45 cm çözünürlüğünde görüntüler elde ederek tüm ülkeyi kapsayan ortofoto üretimi çalışmalarını devam ettirmektedir.



Şekil 18. Ortofoto üretim alanları

Kurum bünyesinde bulunmayan alanları kapsayan diğer kurumlarda bulunan ortofotolar, muhtelif ölçeklerde ortofoto üretimi yapan kurum ve kuruluşlarla yapılan protokollerle web servisi, değişim ve/veya satın alma yolu ile temin edilmekte ve mevcut görüntü altlıklarına eklenecek web servisi olarak sunulmaktadır (Şekil 18).

Üretimi gerçekleştirilen 1:5000 ölçekli harita içeriğini sağlayan sayısal renkli ortofoto ve sayısal yükseklik modeli verileri, mekansal veri üreten ve/veya kullanan tüm kamu kurum ve kuruluşlarının görüntü altlığını ve topoğrafik haritalarını oluşturmaktadır.

Tarihi Hava Fotoğrafları

TKMP kapsamında, kadastro haritalarının sayısal kadastro ve tapu bilgilerinin destekleyecek şekilde yenilenmesi ve güncellenmesi işlerinin hızlandırılması ve yapılan çalışmalara altlık teşkil etmesi için, karar destek süreçlerinin hızlandırması amacı ile eski tarihli hava fotoğraflarından Sayısal Ortofoto üretimi de gerçekleştirilmektedir. Ankara ve İstanbul illerine ait tarihi hava fotoğraflarından ortofoto üretimi gerçekleştirilmiş ve web servisleri hazırlanmıştır (Şekil 19).

kullanırken, aynı kurumlarla birlikte CBS GM, Milli Emlak GM, Enerji Bakanlığı, özel sektör ortofotoları yoğun talep göstermektedir.

Sonuç

TKGM 1950'li yıllardan beri sürdürdüğü mekansal veri üretimlerini başarılı projelerle devam ettirmektedir. Verilerin teknolojinin en son materyalleri ile kaliteli, güncel ve doğru bir şekilde elde edilmesi için çalışmalarını sürdüren kurum, uzaktan algılama teknolojilerinin de ülke menfaatine kullanılmasını sağlamak için çalışmalarını sürdürmektedir.

Mekansal veri temel altlığı olan ortofoto üretiminde nicelik ve nitelik anlamında artışların sağlanabilmesi için, değişen ve gelişen en son teknolojik yeniliklere hızlı geçiş sağlanmalı, bunun için gerekli adımlar bir an önce atılmalı ve yeterli seviyeye ulaşılmalıdır.

Belediyeler başta olmak üzere mekansal veri üreten birçok kamu kurum ve kuruluşları ve özel sektör görüntü altlığına ihtiyaç duymaktadır. Projelerde ihtiyaç duyulan özelliklere sahip ve konum bilgisi içeren ortofoto harita üretimi için gerçekleştirilen havadan görüntü alınımın;

- Bir yılda tahmini sadece 60 ila 70 günün 'uçuş iş günü' olduğu için, bu süre içerisinde havadan görüntü alınımının gerçekleştirilmesi gerektiği,
- Hizmet alımı ile yapılması durumunda ihale süreci göz önünde bulundurulduğunda; özel sektörden talep gelmemesi ve ihale sürecinin uzaması sonucunda 'uçuş iş günü' içerisinde havadan görüntü alınamaması, bunun sonucunda projelerde aksaklıkların meydana gelmesi durumunda maliyet ve zaman anlamında tasarruf sağlanamayıp kaynakların israf edilmesine neden olacağı,
- Doğal afetlerde; kamunun ihtiyaç duyduğu havadan görüntülerinin ivedilikle karşılanamaması durumunda kamuda ve karar destek verme mekanizmalarında gecikmelerin yaşanabileceği, bunun sonucunda sosyal maliyetler anlamında geri dönüşü olmayan sorunların ortaya çıkabileceği,

gibi stratejik önemi bulunmaktadır (Çolak, 2012). Ülkemizde kamu kurum ve kuruluşları ile özel sektör de kendisini yenileyerek kapasite artırımına gitmektedir. Kentsel alanlarda değişimin hızla takip edilmesi ve planlanabilmesi, arazi değerlemesinin yapılabilmesine imkan sağlanabilmesi açısından, görüntü altlığı olarak kullanılan ortofotolar yanında eğik resim fotogrametrisi ve ürünlerinin kullanılması çalışmaları da ülkemizde gelişim göstermektedir. Bu kapsamda TKGM de her türlü teknolojik gelişimleri takip etmekte, hem donanımsal hem de insan kaynakları bakımından kapasite artırımını çalışmaları yapmaktadır.

Kaynaklar

Çolak, S., 2012, "Mekansal Veri Üretiminde Maliyet Etkinlik Analizi ve Yansımaları", TKGM Uzmanlık Tezi, Ankara

Kısa, A., Bakıcı, S., Erkek B., Özmüş, L., Tufan, T., 2010, "Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğünde Fotogrametrik Gelişmeler", III. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu (UZALCBS'2010), 11-13Ekim 2010, Gebze Kocaeli

Kısa, A., Bakıcı, S., Erkek, B., Özmüş, L., Tufan, T., 2010, "Ortofoto Bilgi Sistemi, Tapu ve Kadastro Modernizasyon Projesi'ndeki Yeri ve Önemi", III. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu (UZALCBS'2010), 11-13Ekim 2010, Gebze Kocaeli

Kısa, A., Bakıcı, S., 2011, "Spatial Data Infrastructure in Turkey and Projects", FIG Working Week 2011, 18-22 May 2011 Marrakech, Morocco

Maraş, H., Aşık Ö., Yılmaz, A., Kısa, A., 2011, "Türkiye Ulusal Ortofoto Bilgi Sistemi ve Gerçekleştirilen Çalışmalar", TMMOB Harita ve Kadastro Odası 13. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, 18-22 Nisan 2011, Ankara

Selçuk, O., Bakıcı, S., Kısa, A., Tufan, T., Açar, F., Tuna, H., "GPS/IMU Verilerinin Varlığında Yer Kontrol Noktalarının Kullanımı", TUFUAB Teknik Oturumu, 23-26 Şubat 2011, Antalya

TKMP Raporu, TKGM Harita Dairesi Başkanlığı, 2012, Ankara

<http://www.tkgm.gov.tr>

<http://inspire.jrc.ec.europa.eu/>