HARİTA DERGİSİ
Ocak 2014
Yıl : 80 Sayı : 151

ALTI AYDA BİR YAYIMLANIR.
HAKEMLİ DERGİDİR.
YEREL SÜRELİ YAYINDIR.

Sahibi
Harita Genel Komutanlığı Adına
Tuğgeneral Metin KEŞAP

Sorumlu Müdür
Harita Yük.Tek. Ok.K.lığı Adına
Dr. Mühendis Albay Mustafa KURT

Editör
Mühendis Yarbay Ahmet TANIK
Öğretim ve Araştırma Sekreteri

Yönetim Kurulu
Dr.Müh.Alb.Onur LENK
Dr.Müh.Alb.Osman ALP
Dr.Müh.Alb.Mustafa KURT (Bşk.)
Müh.Yb.Ahmet TANIK
Dr.Müh.Bnb.Altan YILMAZ

Yönetim Yeri Adresi
Harita Genel Komutanlığı
Harita Yüksek Teknik Okulu
Harita Dergisi Yönetim Kurulu
Başkanlığı
06100 Cebeci / ANKARA

Tel : (312) 5952120
Faks: (312) 3201495
e-posta: haritadergisi@hgk.msb.gov.tr

Basım Yeri
Harita Genel Komutanlığı Matbaası
ANKARA

ISSN 1300 – 5790

Bu dergide yayımlanan makaleler, yazarlarının özel fikirlerini yansıtır. Türk Silahlı Kuvvetlerinin resmi görüşünü ifade etmez.

TÜBİTAK-ULAKBİM Mühendislik ve Temel Bilimler Veri Tabanında (TÜBİTAK MTBVT) taranmaktadır.

İ Ç İ N D E K İ L E R

Sayısal Yüzey Modeli Üretiminde Fotogrametri mi, LiDAR mı?
(Digital Surface Model Production: Photogrammetry versus LiDAR)
M.Sabri ŞEHSUVAROĞLU
Oktay EKER
Mustafa ERDOĞAN
Ferruh YILDIZ 1 - 10

Bir 3B Şehir Modeli Uygulaması: AŞTİ
(A 3D City Model Implementation: AŞTİ)
Gökhan ARASAN
Levent İŞCAN
Oktay EKER 11 - 18

Lazerli Ölçme Kameralarının Teknik Özellikleri ve SR4000 ve CamBoard nano Kamera Ölçü Sonuçlarının Değerlendirilmesi
(Technical Investigation of Range Imaging Camera and Evaluation of Measurements from SR4000 and CamBoard nano Camera)
Cihan ALTUNTAŞ 19 - 32

Topoğrafik Verilerin Hazırlanması ve Sunumu
(Topographic Data Preparation and Presentation)
Mustafa CANIBERK
Abdullah OKUL
Abdullah SAYGILI
Bekir YÜKSEL 33 - 38

Konumsal Web Servisleri İçin INSPIRE Metaveri Modelinin İrdelenmesi: TUCBS İçin Öneriler
(An Investigation of the INSPIRE Metadata Model for Geospatial Web Services: Proposals for TNGIS)
M.Sabri ŞEHSUVAROĞLU 39 - 54

Bilim Kurulu

Prof.Dr.Ayhan ALKIŞ (YTÜ)
Prof.Dr.Zübeyde ALKIŞ (YTÜ)
Prof.Dr.Orhan ALTAN (İTÜ)
Prof.Dr.Ahmet Tuğrul BAŞOKUR (AÜ)
Prof.Dr.Fatmagül KILIÇ (YTÜ)
Prof.Dr.Öztuğ BİLDİRİCİ (SÜ)
Prof.Dr.Çetin CÖMERT (KTÜ)
Prof.Dr.Rahmi Nurhan ÇELİK(İTÜ)
Prof.Dr.Şerif HEKİMOĞLU (YTÜ)
Prof.Dr.Cevat İNAL (SÜ)
Prof.Dr.M. Onur KARSLIOĞLU (ODTÜ)
Prof.Dr.Taşkın KAVZOĞLU (GYTE)
Prof.Dr.Ahmet KAYA (KTÜ)
Prof.Dr.Ali KOÇYİĞİT (ODTÜ)
Prof.Dr.Sıtkı KÜLÜR (İTÜ)
Prof.Dr.Nebiye MUSAOĞLU (İTÜ)
Prof.Dr.Cankut ÖRMECİ (İTÜ)
Prof.Dr.Haluk ÖZENER (BU)
Prof.Dr.Filiz SUNAR (İTÜ)
Prof.Dr.Dursun Zafer ŞEKER (İTÜ)
Prof.Dr.Gönül TOZ (İTÜ)
Prof.Dr.Necla ULUĞTEKİN (İTÜ)
Prof.Dr.Ferruh YILDIZ (SÜ)
Prof.Dr.Mustafa TÜRKER (HÜ)
Prof.Dr.Hakan Şenol KUTOĞLU (BEÜ)
Doç.Dr.Hakan MARAŞ (ÇÜ)
Doç.Dr.Uğur DOĞAN (YTÜ)
Doç.Dr.Melih BAŞARANER (YTÜ)
Doç.Dr.Ali KILIÇOĞLU (HGK-HYTO)
Doç.Dr.Naci YASTIKLI (YTÜ)
Doç.Dr.Aydın ÜSTÜN (SÜ)
Doç.Dr.Hande DEMİREL (İTÜ)
Doç.Dr.Semih ERGİNTAV (TUBİTAK)
Doç.Dr.Fevzi KARSLI (KTÜ)
Doç.Dr.Uğur ŞANLI (YTÜ)
Doç.Dr.Bahadır AKTUĞ (BÜ)
Doç.Dr.Müh.Alb.Hasan YILDIZ (HGK)
Yrd.Doç.Dr.Ali ERDİ (SÜ)
Yrd.Doç.Dr.Hakan AKÇİN (BEÜ)
Yrd.Doç.Dr.Cemal Özer YİĞİT (GYTE)
Dr.Coşkun DEMİR (HGK-HYTO)
Dr.Müh.Alb.Onur LENK (HGK)
Dr.Müh.Alb.Osman ALP (HGK)
Dr.Müh.Alb.Mustafa KURT (HGK)
Dr.Müh.Alb.Mustafa ATA (HGK)
Dr.Müh.Yb.Oktay EKER (HGK)
Dr.Müh.Yb.Mustafa ERDOĞAN (HGK)
Dr.Müh.Yb.Yavuz Selim ŞENGÜN (HGK)
Dr.Müh.Yb.Altan YILMAZ (HGK)

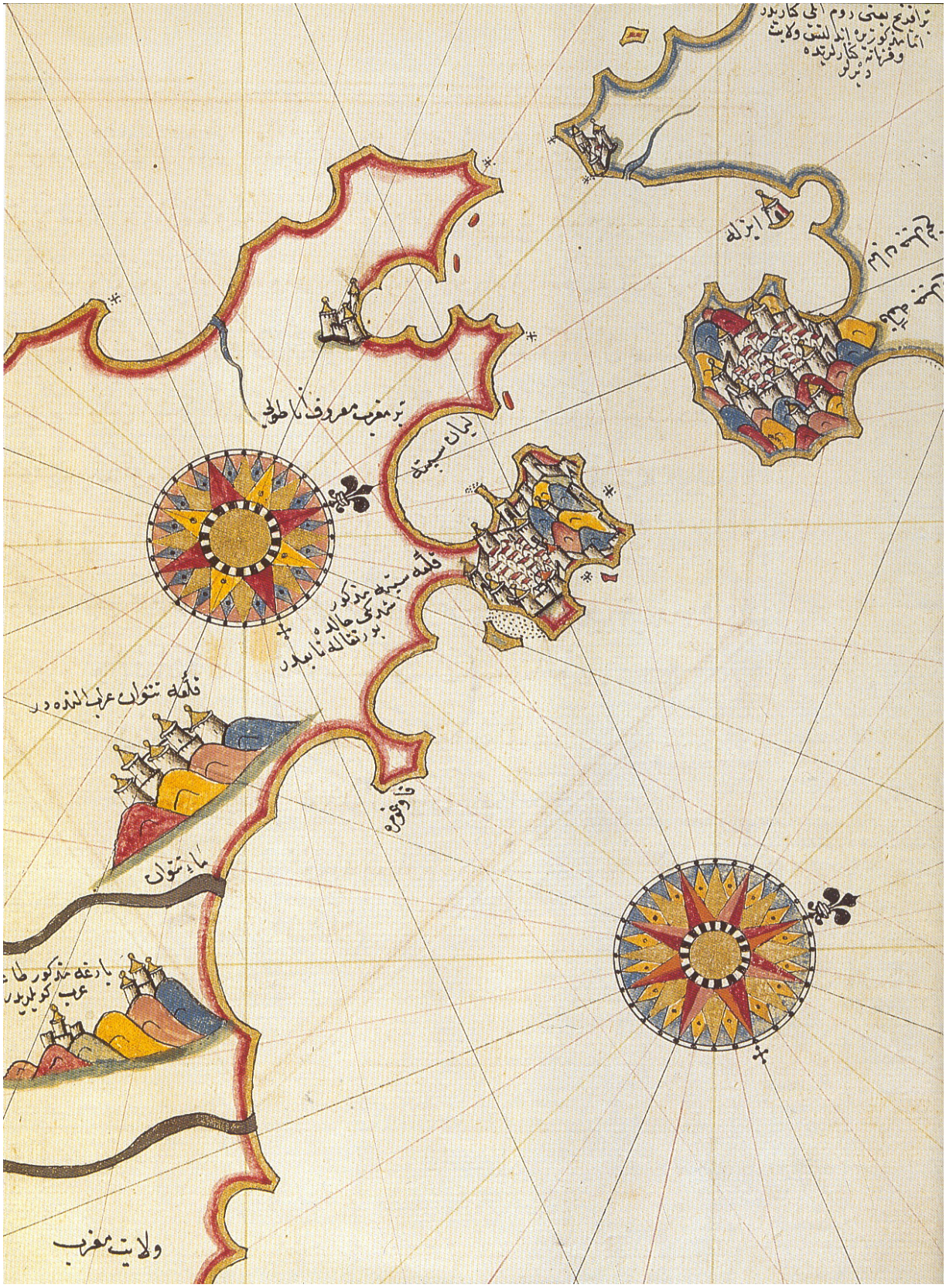
Bu Sayıda Hakem Olarak Görev Alan Bilim Kurulu Üyeleri

Prof.Dr.Zübeyde ALKIŞ (YTÜ)
Prof.Dr.Fatmagül KILIÇ (YTÜ)
Prof.Dr.Çetin CÖMERT (KTÜ)
Prof.Dr.Dursun Zafer ŞEKER (İTÜ)
Prof.Dr.Ferruh YILDIZ (SÜ)
Prof.Dr.Mustafa TÜRKER (HÜ)
Doç.Dr.Hakan MARAŞ (ÇÜ)
Doç.Dr.Naci YASTIKLI (YTÜ)
Doç.Dr.Hande DEMİREL (İTÜ)
Dr.Müh.Alb.Mustafa KURT (HGK)
Dr.Müh.Yb.Oktay EKER (HGK)
Dr.Müh.Yb.Mustafa ERDOĞAN (HGK)
Dr.Müh.Yb.Yavuz Selim ŞENGÜN (HGK)
Dr.Müh.Yb.Altan YILMAZ (HGK)

Bu Sayıda Hakem Olarak Görev Alan Bilim Kurulu Dışından Uzman Kişiler

E.Müh.Yb.Tayfun ÜNLÜ (HGK-HYTO)

Harita Dergisinin kapak tasarımı Hrt.Tekns.Kd.Bşçvş.Selim ŞENDİL tarafından yapılmıştır.



Pirî Reis, Kitab-ı Bahriye, Septe (Cebelitarık) Boğazı[1]

[1]Kemal Özdemir, Osmanlı Haritaları, s.66-67

Pirî Reis, Kitab-ı Bahriye[1,2], Septe Boğazı (Cebelitarık Boğazı)[1]

Pirî Reis eşsiz bir kartograf ve deniz bilimleri üstadı olmasının yanı sıra Osmanlı deniz tarihinde izler bırakmış bir amiral ve Mısır kaptanıdır. Dünya haritaları ve denizcilik kitabıyla tanınmıştır. Doğum tarihi kesin olarak bilinmiyor. 1465-1470 arasında Gelibolu'da doğdu. 1554'de Kahire'de öldü. Asıl adı Muhiddin Pirî'dir. Piri Reis'in babası Karamanlı Hacı Mehmet, amcası ünlü Osmanlı denizcisi Kemal Reistir.

Venedik üzerine sefer hazırlığına girişen II. Beyazıt Akdeniz'de bulunan denizcileri Osmanlı Donanması'na katılmaya çağırması üzerine 1494'te amcası ile birlikte donanmanın resmi hizmetine girdiler. Piri reis, Osmanlı donanmasında, gemi komutanı olarak, 1495-1510 yıllarında, Akdeniz'de yapılan birçok deniz seferlerinde görev almıştır. Piri Reis, 1511'de amcasının bir deniz kazasında ölümünden sonra Gelibolu'ya yerleşti. Barbaros Kardeşlerin idaresi altındaki donanmada halaoğlu Muhittin Reis ile Akdeniz'de bazı seferlere çıktıysa da daha çok Gelibolu'da kalıp haritaları ve kitabı üzerinde çalıştı. Bu haritalardan ve kendi gözlemlerinden yararlanarak 1513 tarihli ilk dünya haritasını çizdi.1516-1517 yıllarında tekrar donanmada görev aldı. 1533'de Tümamiral olmuş, 1546'dan sonra Umman denizi, Kızıl deniz ve Basra Körfezi'nde Osmanlı Donanmasının Mısır Kaptanı olarak görev yapmıştır.

Kitab-ı Bahriye, Osmanlı amirali Piri Reis'in hazırladığı Akdeniz kıyılarına ait ayrıntılı bir harita-kılavuzdur. Kitap, denizcilere Akdeniz kıyıları, adaları, geçitleri, boğazları, körfezleri fırtına halinde nereye sığınılacağı, limanlara nasıl yaklaşılacağı hakkında bilgiler, ayrıca limanlar arasında gitmek için kesin rotalar verir.

Kitab-ı Bahriye'nin iki sürümü vardır. Birincisi 1521 tarihlidir ve denizcilerin kullanımı için yapılmıştır. İkincisi 1526'da Kanuni Sultan Süleyman için hazırlanmış daha ayrıntılı ve süslü bir eserdir. Birinci sürümde 135-140 ikinci sürümde 223 harita mevcuttur.

Kitab-ı Bahriye'nin kopyaları Avrupa'nın çeşitli kütüphanelerinde, İstanbul'da Topkapı Sarayı'nda, Nurosmaniye, Süleymaniye ve Köprülüzade Fazıl Ahmed Paşa Kütüphanelerinde bulunur.

Katip Çelebi "Tuhfetü'l Kibar fi Esfarül Bihar " adlı eserinde (1656) Kitab-ı Bahriye'yi "Bu Piri Reis Bahriye adlı kitap yazıp Akdeniz'i anlatmıştır. İslamların bu konuda başka kitapları olmadığından denizde gezenler ona başvururlar." ifadesiyle anlatmaktadır.

[1]Kemal Özdemir, Osmanlı Haritaları, s.66, 67

[2]http://tr.wikipedia.org

Sayısal Yüzey Modeli Üretiminde Fotogrametri mi, LiDAR mı?
(Digital Surface Model Production: Photogrammetry versus LiDAR)

M.Sabri ŞEHSUVAROĞLU[1], Oktay EKER[1], Mustafa ERDOĞAN[1], Ferruh YILDIZ[2]
[1]Harita Genel Komutanlığı 06100 Cebeci, Ankara.
[2]Selçuk Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, 42151, Konya.
sabri.sehsuvaroglu@hgk.msb.gov.tr

ÖZET

Sayısal yükseklik modelleri, sayısal verilerin hayatın her alanına girmesi ile birlikte geniş bir kullanım alanı bulmaktadır. Gelişen teknoloji ve yöntemler ile birlikte daha yoğun ve daha doğru yükseklik verileri elde edilebilmektedir. Günümüzde sayısal yükseklik verisi üretimi için, kendilerine özgü avantaj ve dezavantajlara sahip LiDAR ve görüntü eşleme teknikleri öne çıkmaktadır.

Bu çalışmada son yıllarda sayısal yükseklik modelleri üretiminde yoğun olarak kullanılmaya başlanan havadan LiDAR teknolojisi ile sayısal fotogrametrinin hızla gelişen otomatik görüntü eşleme tekniği karşılaştırılmıştır. Yapılan karşılaştırma ile hangi tekniğin daha doğru sonuçlar verdiğini belirlemek değil, LiDAR ve otomatik görüntü eşleme ile elde edilen SYM'lerin uyum dereceleri ve iki veri grubu arasındaki farklılıkların ortaya çıktığı alanları ve özelliklerini belirlemek amaçlanmıştır. Bu amaçla test bölgesine ait LiDAR verisi ve sayısal hava fotoğraflarından elde edilen sayısal yüzey modelleri karşılaştırılmış ve elde edilen sonuçlar sunulmuştur. Hava fotoğraflarından sayısal yüzey modelleri üretiminde farklı görüntü eşleme teknikleri kullanan iki farklı ticari yazılım kullanılmıştır. Çalışma sonuçları göstermiştir ki, düz ve açık alanlar başta olmak üzere, yüksek bindirme oranlarına sahip hava fotoğraflarından görüntü eşleme yöntemi ile elde edilecek sayısal yüzey modelleri, LiDAR ile elde edilecek sayısal yüzey modellerine iyi bir alternatif olmaktadır. Bu nedenle uygulanacak projenin karakteristik özelliklerine (alanın büyüklüğü, arazideki detay özellikleri, eğim, bütçe, zaman vb.) uygun metodun seçilmesi faydalı olacaktır. En ideal çözüm ise iki yöntemin birbirlerinin dezavantajlı taraflarını tamamlayıcı şekilde birlikte kullanılmasıdır.

Anahtar Kelimeler: *LiDAR, Görüntü Eşleme, Çok Işınlı Fotogrametri, Sayısal Yüzey Modeli, Sayısal Yükseklik Modeli.*

ABSTRACT

Digital elevation models have been widely used by the increase of digital geospatial data usage in daily life. More accurate and dense elevation data could be produced by the help of the developing technologies and new methods. Nowadays, with their own advantages and disadvantages, LiDAR and image matching techniques are popular for digital elevation model production.

In this study, airborne LiDAR technology which is widely used for digital elevation model production in last years and automatic image matching technique of the recently developing field of the digital photogrammetry are compared. The aim of this comparison is to determine the differences and the degree of compliance of the digital surface models of two different sources/methods, not to determine which method is accurate. For this purpose, digital surface models of the selected test area which produced from LiDAR data and aerial images are compared and the results are presented. Two different commercial softwares with different image matching algorithms used in the production of digital surface models from the aerial images. As a conclusion, image matching methods using multiray photogrammetry can be a good alternative to LiDAR for digital surface model production, especially in flat and bare earth areas. For this reason one should decide which method will be used for digital surface model production by considering project characteristics (size of the area, features, slope, budget, time etc.). And the ideal solution is to use both methods at the same time as complementary of each other's disadvantages.

Keywords: *LiDAR, Image Matching, Multiray Photogrammetry, Digital Surface Model, Digital Elevation Model.*

1. GİRİŞ

Günümüzde çeşitli sayısal coğrafi veri üretimlerinden doğal kaynakların yönetimine, simülatör uygulamalarından topoğrafyaya ilişkin çeşitli analizler yapılmasına kadar pek çok alanda yükseklik modelleri yoğun ve etkin olarak kullanılmaktadır. Gelişen teknoloji ile birlikte, daha yüksek çözünürlüklü ve daha doğru sayısal yükseklik modellerine olan ihtiyaç ve çalışma isteği artmaktadır. Bu da kullanıcıları daha hassas ve daha doğru sayısal yükseklik modelleri üretimi arayışlarına yönlendirmektedir. Sayısal yükseklik modeli; düzenli veya düzensiz aralıklı noktalardaki yükseklik değerleri ile ifade edilen topoğrafik yüzeyin sayısal ve matematiksel temsili için kullanılan bir genel terimdir ve sayısal yüzey modeli (SYM) ve sayısal arazi modeli (SAM) olmak üzere ikiye ayrılır. SYM, bitki örtüsü ve insan yapımı tüm nesnelerin üst yüzeyinden geçen yüksekliği modellerken, SAM ise sadece açık (çıplak) arazi yüzeyindeki yükseklik

değerlerini modeller (Höhle ve Potuckova, 2011). Artık günümüzde pek çok uygulamada, geleneksel SAM kullanımının yanı sıra SYM kullanımı da oldukça yaygınlaşmış ve SYM üretimine olan ilgi de artmıştır. Son yıllarda sayısal yükseklik modeli üretimi için; LiDAR teknolojisi ile teknolojinin gelişmesine paralel olarak gelişen yoğun görüntü eşleme yönteminin kullanımı öne çıkmaktadır.

LiDAR algılayıcılarının ticari olarak yaygınlaşması ile birlikte dünyada kullanımı özellikle 1990'lı yılların sonundan itibaren artmaya başlamış, ülkemizde ise son yıllarda artan bir şekilde ilgi çekmeye başlamıştır. LiDAR ile yüksek doğruluğa sahip, yoğun, belirli koşullar ve uygulamalar için hızlı ve ekonomik olarak yükseklik verisi elde edilebilmektedir. Bununla birlikte, sayısal hava kameralarındaki donanımsal gelişmeler ve kullanımlarının yaygınlaşması sonucunda; düşük maliyetle, yüksek görüntü kalitesine sahip çok sayıda fotoğraf elde etme olanağı bulunmuştur. Böylece yerdeki bir piksel 15 taneye kadar farklı hava fotoğrafında elde edilebilir hale gelmiştir (Wiechert ve Gruber, 2009). Bunların sonucu olarak; çok ışınlı (multiray/multi image) fotogrametri uygulanma imkânı bulmuş ve beraberinde geliştirilen yoğun görüntü eşleme (dense image matching) yöntemleri ile birlikte, sayısal fotogrametri LiDAR ile rekabet eder hale gelmiştir.

Bu çalışmada; havadan LiDAR teknolojisi ile sayısal fotogrametrinin hızla gelişen otomatik görüntü eşleme tekniklerini karşılaştırmak ve her iki yöntemle elde edilen SYM'lerin birbirleri ile uyum derecesini ve iki veri grubu arasındaki farklılıkların ortaya çıktığı alanları ve özellikleri ortaya koymak hedeflenmiştir.

Bu amaçla, öncelikle LiDAR kısaca anlatılmış, daha sonra çok ışınlı fotogrametri ve yoğun görüntü eşleme yöntemi tanıtılmıştır. Yöntemlerin tanıtımı sonrasında, hem LiDAR verisi ve hem de sayısal hava fotoğrafları olan bir bölgede her iki teknikle elde edilen SYM'ler karşılaştırılarak analiz edilmiştir. Son bölümde ise elde edilen sonuçlar özetlenmiştir.

2. LiDAR

Işığı Algılama ve Mesafe Ölçme (LiDAR, Light Detection and Ranging), aktif sistem prensibine göre çalışan ve belirli bir mesafedeki hedefin uzaklığını ve/veya diğer bilgilerini belirlemek için gönderilen lazer ışın dalgalarının özelliklerini ölçmeye yarayan bir optik uzaktan algılama teknolojisidir. Başka bir tanımla; kısa sürede, istenilen sıklıkta ve yüksek doğrulukta yeryüzüne ve objelere ait üç boyutlu (3B) koordinat verisi toplamak için kullanılan bir uzaktan algılama sistemidir. LiDAR'da lazer, GPS ve IMU olmak üzere üç farklı teknoloji aynı anda kullanılmaktadır. Günümüzde LiDAR teknolojisi uzaydan, havadan, yersel, mobil, batimetrik ve koridor haritalama gibi farklı kullanım alanları bulmaktadır. LiDAR ölçümleri sonucunda çok farklı ürünler elde edilmekte ve bu ürünler çok değişik uygulama alanlarında kullanılmaktadır (Liu, 2010).

Bir LiDAR projesinde en kritik hususlar; beklenilen veri doğruluğu ve istenilen nokta aralığıdır (veri sıklığı). Projede hedeflenen amaca maliyet etkin şekilde ulaşabilmek için; uçuş yüksekliği ve hızı, sinyal tekrarlama frekansı/hızı, tarama açısı, tarama frekansı/hızı ve uçuş hatlarının bindirme oranı parametrelerini en uygun şekilde belirlemek gerekir. Mevcut uygulamalarda genellikle m^2 de 0.5-20 arası nokta yoğunluğu ile desimetre(ler) seviyesinde mutlak konum doğrulukları elde edilmektedir. Bir LiDAR projesi planlanırken; ölçümü yapılacak arazinin yapısı (topoğrafik özellikler ve bitki örtüsü), toplam proje süresi ve bütçesi ile elde edilmek istenen sonuç ürünler de dikkate alınmalıdır.

LiDAR teknolojisinin kendine özgü avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır. Bunların başlıcaları (Vosselman ve Maas, 2010);

(1) x,y ve z koordinatları oldukça doğru (dm. seviyesinde) olarak bilinen, çok sayıda nokta içeren bir nokta bulutu sağlamaktadır.

(2) Güneş ışığına ve güneşin eğim açısına bağımlı olmadığından, yılın her günü 24 saat veri toplanabilmektedir.

(3) Veri toplama sırasında sistemle entegre kameralar sayesinde eş zamanlı sayısal fotoğraf veya video çekimi de yapılabilmektedir.

(4) Çok sayıda dönüş (multiple returns) ve tam dalgaşekli (full waveform) kayıt yetenekleri sayesinde daha fazla bilgi toplanabilmektedir.

(5) Lazer sinyalleri bitki örtüsü içinden geçip yere ulaşabildiğinden, ağaçlık alanlarda SAM üretimi için iyi sonuçlar vermektedir.

(6) Elde edilen düşey doğruluk, yatay doğruluğa göre daha yüksektir.

(7) Sistem kötü hava koşullarından (bulut, yağmur, sis, duman vb.) etkilenmektedir.

(8) Yüzeylerin yansıtıcılığı, elde edilen nokta bulutunun doğruluğunu ve tamlığını etkilemektedir.

(9) Veri işlenirken zaman zaman yardımcı görüntülere (fotoğraf vb.) ihtiyaç duyulmaktadır.

3. ÇOK IŞINLI FOTOGRAMETRİ VE YOĞUN GÖRÜNTÜ EŞLEME

Yeni bir terim olmayan Çok Işınlı Fotogrametri, çok fazla sayıda stereo çift oluşturabilecek şekilde yüksek bindirme oranlarında (%80-%90 ileri, %50-%60 yan bindirme) hava fotoğraflarının çekilmesini ifade etmektedir. Klasik hava kameraları ile bu şekilde hava fotoğrafı çekmek çok maliyetli bir işlem iken, sayısal hava kameralarının kullanıma başlanması ile birlikte yüksek bindirme oranları ile hava fotoğraflarının çekilmesi uygulanabilir bir duruma gelmiştir. Ayrıca sayısal hava kameralarının radyometrileri klasik kameralara göre daha iyidir. Bu da elde edilen sayısal görüntülerin daha kaliteli olmasını yani başka bir ifade ile daha fazla detay seçilebilmesini sağlamaktadır. Sayısal kamera kullanımının bir diğer getirisi de yüksek yer örnekleme aralığında (çözünürlüklü, GSD) görüntüler elde edilebilmesi olmuştur.

Yüksek bindirme oranları iç doğrulukları arttırmaktadır (Leberl vd., 2010). İç doğruluklar fotogrametrik nirengi dengelemesinde σ_0 değeri ile gösterilmektedir. Sayısal hava kameraları ile elde edilen kaliteli ve yüksek bindirme oranlarına sahip hava fotoğraflarının fotogrametrik nirengi dengelemesinde σ_0 için ± 1 µm değeri hesaplanmıştır (Ladstätter ve Gruber, 2008). Klasik kameralar ile elde edilen fotoğraflarla gerçekleştirilen fotogrametrik nirengi dengelemesinde σ_0'ın ± 3 µm'dan daha iyi olması beklenmektedir. Bu durumda sayısal hava kameraları ile elde edilen iç doğruluğun klasik kameralara göre üç kat daha iyi olduğu söylenebilmektedir.

Yoğun görüntü eşleme; aynı alanı gören çok sayıdaki (yüksek bindirmeli) hava fotoğraflarından faydalanarak, bir piksel kadar küçük aralıklarda eşlemeyi ifade etmektedir. Bir stereo çifti oluşturan iki fotoğrafı baz alan geleneksel fotogrametride, sayısal yükseklik modelleri için gerçekleştirilen görüntü eşlemenin 10-20 piksel aralığında olması beklenir (Balce, 1986). Bir noktaya ait 10-20 görüntü olması durumunda ise geleneksel fotogrametri kuralları geçerli olmamaktadır. Örneğin, 10 adet bindirmeli görüntü olması durumunda, bir stereo çift için gerekli olan nokta aralığı geleneksel yöntemdeki aralığın 1/7'sine düşmektedir (Leberl vd., 2010). Bu durumda görüntü eşleme aralıkları 1-3 piksele düşmekte ve 10 cm yer örnekleme aralığına sahip bir görüntüde yoğun görüntü eşleme ile elde edilecek 3B nokta bulutundaki yoğunluk m^2 de yüzlerce nokta olabilmektedir. Yoğun görüntü eşleme neticesinde yüksek yoğunluğun yanı sıra yüksek doğruluklar da elde edilmektedir. Nokta bulutu kullanılarak, GSD'den daha iyi bir düşey doğruluğa ulaşılabilinmektedir. Örneğin 10 cm GSD'ye sahip görüntülerden, 10 cm. den daha iyi düşey doğrulukta SYM elde edilebilmektedir (Wiechert vd., 2012).

Görüntülerdeki kalite artışı ve yüksek bindirme oranları, yüksek doğruluk ve yoğunlukta 3B nokta bulutu elde etmeyi sağlayan otomatik görüntü eşleme algoritmalarının geliştirilmesine olanak sağlamıştır (Haala, 2011). Son zamanlarda geliştirilen ve öne çıkan görüntü eşleme algoritmalarından biri de oldukça yüksek performanslı çalışan ve doğru sonuçlar veren Semi-Global Matching (SGM) metodudur. Bu yöntemde her bir piksel için yükseklik değeri hesaplanabilmekte, bu da yüksek yoğunlukta yükseklik modeli üretimine olanak sağlamaktadır (Hirshmüller, 2008). Bu metodun farklı kameralara ait görüntüler kullanılarak, farklı özellikteki arazilerde ve farklı baz-yükseklik oranlarına sahip fotoğrafları da kapsayan detaylı bir analizi (Rothermel ve Haala, 2011) tarafından yapılmış ve yüksek kalitede SYM üretimi için olumlu sonuçlar elde edilmiştir.

Görüntü eşleme yazılımlarında da son yıllarda önemli gelişmeler kaydedilmiştir. Bu gelişmeler ile birlikte artık daha küçük detaylar da modellenebilmekte, daha hacimli veri setleri daha kısa sürelerde işlenebilmekte; daha homojen, daha doğru ve daha yoğun nokta bulutları elde edilebilmektedir (Heuchel vd., 2011). Günümüzde bazı firmalar yoğun görüntü eşleme tekniğini kullanarak kullanıcılara tamamen otomatik bir şekilde sonuç ürünleri elde edebilmesini sağlamaktadır. Buna örnek olarak UltraCam kameraları ile elde edilen hava fotoğraflarını girdi olarak kabul edilen UltraMap yazılımı verilebilir. Yazılım otomatik olarak nokta bulutunu elde etmekte, daha sonra yine otomatik olarak bu nokta bulutundan SYM, SYM'den SAM ve bu modellerden de gerçek (true) ve standart ortofotolar üretebilmektedir (Wiechert vd., 2012).

Yoğun görüntü eşleme ile 3B nokta bulutu elde etmenin avantaj ve dezavantajları aşağıdaki şekilde özetlenebilir:

(1) Alt piksel doğruluğunda fotogrametrik nirengi ile geniş alanda tutarlı bir kamera görüntü

blok geometrisi elde edilmektedir (Leberl vd., 2010).

(2) GPS/IMU üzerine daha iyi fotogrametrik nirengi ile daha yüksek geometrik doğruluk sağlamaktadır (Leberl vd., 2010).

(3) Daha fazla nokta yoğunluğu elde edilebilmektedir (Leberl vd., 2010).

(4) 3B veri noktalarını zenginleştiren 2B görüntü bilgisi vardır (Leberl vd., 2010).

(5) Çok bantlı görüntü sınıflandırma mümkündür (Leberl vd., 2010).

(6) Kentsel yan yüzeyler görüntü kenarlarından maliyetsiz elde edilebilmektedir (Leberl vd., 2010).

(7) Elde edilen yatay doğruluk, düşey doğruluğa göre daha yüksektir.

(8) Bitki örtüsü içinden geçme olanağı olmadığından, bitki örtüsünün sık olduğu alanlarda yüksek çözünürlüklü SAM elde edilmesi güçtür (Wiechert vd., 2012).

(9) Yüksek doğruluk için fotogrametrik nirengi işlemine gereksinim vardır (Leberl vd., 2010).

2010 yılında gerçekleştirilen bir projede elde edilen, LiDAR ve yoğun görüntü eşleme yöntemi karşılaştırma sonuçları Tablo 1'de verilmiştir (Leberl vd., 2010). Tabloda yoğun görüntü eşleme ile daha geniş alanlarda, daha hızlı ve daha yüksek yoğunlukta yükseklik noktası elde edilebildiği görülmektedir.

Tablo 1: LiDAR ve Sayısal Fotogrametri karşılaştırması (Leberl vd., 2010)

LiDAR	Sayısal Fotogrametri
Saniyede 170 tarama (190kHz), 30^0 Görüş Açısı (FOV)	25 cm. yer örnekleme aralığı (GSD)
m^2 de 8 nokta	m^2 de 16 nokta
Uçuş Yüksekliği = 750 m.	Uçuş Yüksekliği = 4188 m
Uçuş Hızı = 60 m./sn.	Uçuş Hızı = 141 m./sn.
Kolon Genişliği = 403 m.	Kolon Genişliği = 4328 m.
Enine Bindirme Oranı = %20	Enine Bindirme Oranı = %60
Etkin Kolon Genişliği = 322 m.	Etkin Kolon Genişliği = 1731 m.

4. UYGULAMA

Test çalışması; Şekil 1'de gösterilen Kırşehir ili, Çiçekdağı ilçesi, Kızılcalı köyü bölgesindeki 1346 m. x 3414 m. lik bir alanda gerçekleştirilmiştir. Test alanı seçilirken; farklı eğim derecesine sahip arazi yapısı, yansıtıcı yüzeye sahip detaylar, ağaçlık arazi örtüsü ve yükseklikler çok ani değiştiği yerleşim alanı ve gölgeli alanlar gibi SYM elde ederken karakteristik özellik sergileyebilecek ve yöntemlerin farklılık gösterebileceği noktaları içermesine dikkat edilmiştir. Seçilen proje alanı içerisinde farklı eğime sahip arazi yapısı; yerleşim alanını temsilen bir köy; yansıtıcı yüzeye sahip geniş yataklı sulu dere ve göl; kırıklık hatlarını ve gölgeli alanı temsilen yollar ile derin dere yatağı ve ağaçlık bölge mevcuttur. Test alanı içerisinde yükseklik değerleri 705 m. ile 800 m. arasında değişmektedir.

Şekil 1: Test alanı

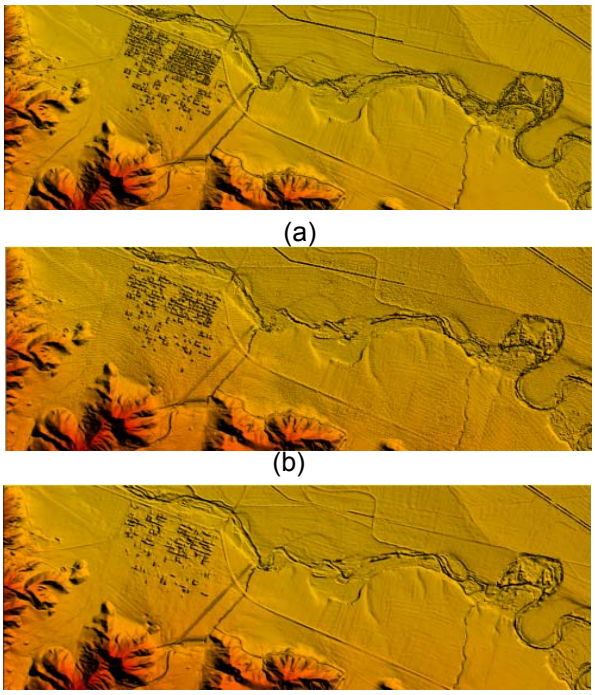
LiDAR verileri Leica ALS60 cihazı ile hava fotoğrafları 6 mikrometre piksel boyutuna sahip DiMAC sayısal hava kamerası ile aynı proje içerisinde elde edilmişlerdir. Hava fotoğraflarının mekânsal çözünürlüğü 20 cm.' dir.

Proje alanı için mevcut hava fotoğraflarının bindirme oranı çok ışınlı fotogrametride kullanılan bindirme oranlarına göre azdır. İleri bindirme oranı %80-90 olması beklenirken %60'da, yan bindirme oranı ise %50-60 olması beklenirken %20'de kalmıştır. Elde daha yüksek bindirme oranlarına sahip sayısal hava fotoğrafları bulunmadığı için bu veriler kullanılmıştır. Ancak bu durumda elde edilecek sonuçlardan çok daha iyi sonuçların yüksek bindirme oranları ile elde edilebileceği açıktır. (Wiechert ve Gruber, 2009) yaptıkları bir çalışmada; %80 ileri, %60 yan bindirmeyle çekilen 10 cm. yer örnekleme aralığına sahip fotoğraflarla, otomatik yoğun görüntü eşleme neticesinde 10 cm. den daha iyi düşey doğrulukta, m^2'de ortalama 50'den fazla nokta yoğunluklu SYM elde etmişlerdir.

Uygulamada öncelikle, iki farklı yazılım kullanılarak, stereo sayısal hava fotoğraflarından otomatik görüntü eşleme ile SYM'ler üretilmiştir. Bu işlem, farklı eşleme algoritmalarına sahip iki farklı ticari yazılım kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu yazılımlar Leica Photogrammetry Suite (LPS) 9.2 ve Inpho Match-T 5.5 yazılımlarıdır. Bu yazılımlardan Match-T nokta bulutu üretme ve

yoğun görüntü eşleme yapma yeteneğine sahiptir. LPS ise standart görüntü eşleme yapabilmekte ve sonuç ürün olarak nokta bulutu yerine grid formatında SYM üretmektedir. Her iki metodun yeteneklerini karşılaştırabilmek amacıyla; LiDAR, LPS ve Match-T ile elde edilen verilerden, 2 m. çözünürlüklü (grid aralıklı) SYM'ler üretilmiştir. Üretilen SYM'lerin görüntüsü Şekil 2'de verilmiştir.

Sonraki işlem adımında, elde edilen SYM'ler, sırasıyla LiDAR verisinden üretilen SYM ile karşılaştırılmıştır. Karşılaştırmada kullanılan LiDAR'dan üretilmiş SYM verisi, LiDAR verisini toplayan firmadan hazır alınmıştır. Yani ham LiDAR nokta bulutundan SYM üretim işlem adımları bu çalışma kapsamında gerçekleştirilmemiştir.



Şekil 2: 2 m. çözünürlüklü SYM'ler (a: LiDAR verisinden, b: LPS ile c: Match-T ile otomatik görüntü eşlemeden)

LiDAR ve hava fotoğraflarından otomatik görüntü eşleme ile üretilen SYM'leri karşılaştırmak amacıyla, elde edilen SYM'lerin birbirlerinden farkları alınmıştır. Oluşan fark görüntüleri; doğrulukları değil, bu SYM'lerin birbirleri ile olan farklarını göstermektedir. Bu görüntülerdeki maksimum ve ortalama farklar ile farkların standart sapma değerleri Tablo 2'de verilmiştir. Ortalama fark değerleri bulunurken, maksimum farklılık değerleri de hesaplamalara dâhil edilmiştir. Tablo incelendiğinde ortalama farkların ve farkların standart sapmasının 50 cm. civarında olduğu görülmektedir. Ancak 40 m. civarındaki farklılıklar oldukça yüksek bulunmuş ve bu farklılıkların oluştuğu bölgeler ayrıca incelenmiştir.

Tablo 2: Elde edilen SYM'ler arasındaki fark değerleri (metre biriminde)

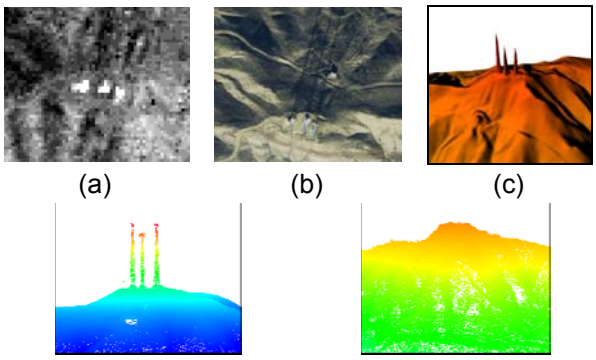
Farklar	Maksimum Farklar		Ort. Fark	σ_0
LiDAR-LPS	-10.38	41.47	0.39	0.48
LiDAR-Match T	-7.09	40.93	0.49	0.53

Şekil 3'te LiDAR ve LPS yazılımı ile elde edilen SYM'lerin farkı ile elde edilen fark görüntüsü görülmektedir. Bu görüntüde gri renk değerine sahip pikseller farkların düşük, beyaz ve siyah renkli pikseller ise farkların yüksek olduğu yerleri göstermektedir. Yerleşim yeri, ağaçlık alanlar ve dere yatağında farkların büyük olduğu görülebilmektedir.

Şekil 3: SYM'lerin farklarından (LiDAR-LPS) elde edilen yükseklik fark görüntüsü

Tablo 2 incelendiğinde, en yüksek farkların 40 m. civarında olduğu görülmektedir. Bu farkların bulunduğu alan (Şekil 4 (a)) incelendiğinde, bölgede 3 adet anten olduğu (Şekil 4(b)), bu antenlerin LiDAR ile elde edilen SYM'de bulunduğu (Şekil 4 (c)), ancak otomatik görüntü eşleme ile SYM üretiminde bu antenlerin tespit edilemediği anlaşılmıştır. Aynı bölge LiDAR'dan ve Match-T ile otomatik eşleştirmeden elde edilen nokta bulutlarında da incelenmiştir. Antenlerin olduğu bölgede, antenlerin fotoğraf üzerinde az yer kaplamasından dolayı, eşleştirme yönteminin başarısız olduğu, LiDAR'ın ise çok sayıda dönüş (multiple returns) ve/veya tam dalgaşekli (full waveform) kayıt özelliğinin avantajı ile antenleri tespit edebildiği belirlenmiştir (Şekil 4 (ç) ve (d)).

Antenler nedeniyle oluşan 30-40 m.'lik farklar çıkarıldığında, maksimum farklar ± 10 m. civarına düşmektedir. Bunların büyük kısmı ise yerleşim yeri, ağaçlık alan ve dere yatağında yoğunlaşmaktadır.

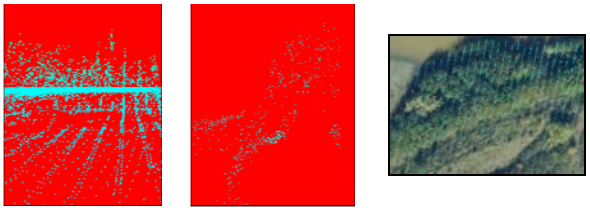


(a) (b) (c)

(ç) (d)

Şekil 4: Maksimum farkların oluştuğu 3 adet anten direği

LiDAR'ın çok sayıda dönüş ve tam dalgaşekli kayıt özelliklerinin diğer avantaj sağladığı bölgeler özellikle yoğun ağaçlık (ormanlık) alanlardır (Vosselman ve Maas, 2010). Bunu test edebilmek için, proje alanında yer alan ağaçlık bir bölge incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre LiDAR'ın seyrek ağaç içeren bölgelerde hem yerden hem de ağaç üstlerinden nokta topladığı fakat çok sık ağaçların bulunduğu bölgelerde zeminden çok az veri toplayabildiği tespit edilmiştir (Şekil 5 (a)). Aynı şekilde otomatik eşleme ile de ağaçların üzerinden veri toplanabilmektedir (Şekil 5 (b)). Ancak LiDAR bu bölgede yere az sayıda ulaşsa da, çok sayıda dönüş/tam dalgaşekli kayıt özelliğinden dolayı daha fazla veri toplayabilmektedir. Ağaçlık alanı gösteren ortofoto Şekil 5 (c)'de gösterilmiştir.

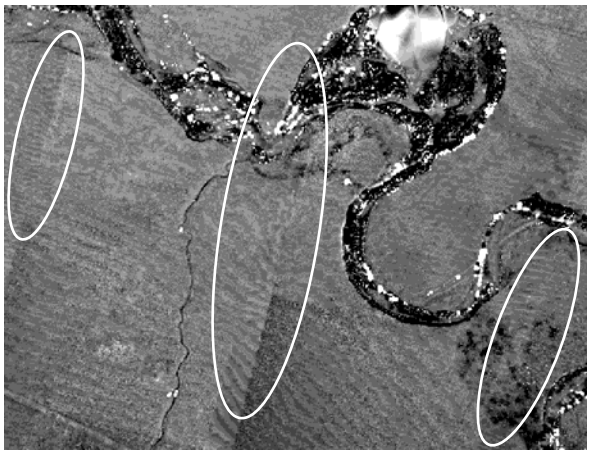


(a) (b) (c)

Şekil 5: Ağaçlık alanda elde edilen nokta bulutları.

Hava fotoğraflarından üretilen SYM'lerde stereo model kenarlarında yükseklik farkları olduğu görülmüştür. Yapılan incelemede, komşu piksellerdeki yükseklikler ölçülmüş ve aralarında yaklaşık 30 cm.'lik farklar tespit edilmiştir. LiDAR'ın tüm hat boyunca daha homojen bir model oluşturması nedeniyle, fark SYM görüntüsünde stereo model kenarları belirginleşmektedir (Şekil 6). Bu hatanın, fotogrametrik nirengi sırasında ölçülen bağlama noktalarının yetersiz olmasından ve/veya hatalı ölçümlerin tam olarak ayıklanamamasından kaynaklandığı değerlendirilmektedir.

Fark görüntüsünde (Şekil 3), düz ve eğimli alanlar birbirlerinden belirgin şekilde ayırt edilebilmektedir. Bu görüntü, farklı topoğrafik karakteristiklere sahip (örneğin düz ve eğimli alanlar) bölgelerde, yükseklik farklarının aynı olmadığını göstermektedir. Farkların homojen olması durumunda bu ayrımın yapılamaması beklenmektedir. Düz alanlar, yani SYM'nin SAM'a eşit olduğu kabul edilebilecek bölgeler ise açık arazidir. Eğimli alanlar hava fotoğraflarından incelendiğinde, yer yer kısa ağaçlar içerdiği, bazı bölgelerin çok parlak, bazı bölgelerin ise gölgede kaldığı görülmüştür. Bu etkenler, söz konusu bölgelerde LiDAR ve görüntü eşleme yöntemleriyle elde edilen SYM'ler arasındaki farklılıkların artmasına sebep olmaktadır.



Şekil 6: Fark görüntüsünde tespit edilen stereo model geçişlerindeki hatalar.

Tablo 3: Eğimli ve düz alanlarda elde edilen farklar (metre biriminde)

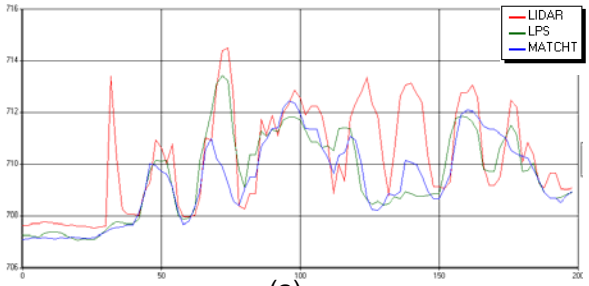
Arazi Tipi	Farklar	Maksimum Farklar		Ort. Fark	σ_0
Eğimli	LiDAR-LPS	-1.66	2.36	0.27	0.48
	LiDAR-MatchT	-3.06	1.99	0.34	0.61
Düz	LiDAR-LPS	-0.21	0.89	0.37	0.11
	LiDAR-MatchT	0.15	0.69	0.44	0.06

Test alanı içerisinde eğimli ve düz alanlardan oluşan iki farklı bölge seçilerek bu alanlardaki farklar ayrıca irdelenmiş ve elde edilen istatistiksel değerler Tablo 3'de verilmiştir. Seçilen eğimli alanda ortalama eğim 26º, maksimum yükseklik farkı 71 m.; düz alanda ise ortalama eğim 3.5º, maksimum yükseklik farkı 6 m.'dir. Sonuçlar incelendiğinde, görüntü eşleme yöntemi ile LiDAR'dan elde edilen yükseklikler arasındaki farkların düz ve açık alanlarda en az

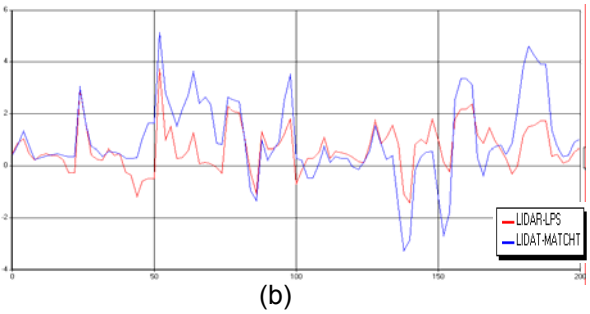
seviyede olduğu görülmektedir. Bu da özellikle düz ve açık alanlar için, otomatik görüntü eşleme yöntemi ile LiDAR'a oldukça yakın sonuçlar elde edilebileceğini göstermektedir. (Yastıklı ve Esirtgen, 2011) de yaptıkları çalışmada SYM'nin doğruluğunun belirlenmesinde arazi sınıfının göz ardı edilemeyecek bir etken olduğunu vurgulamakta ve farklı veri kaynaklarından elde edilmiş SYM'leri incelediklerinde; açık alanlarda karesel ortalama hata (KOH) değerlerinin düşük, ormanlık, çalılık ve yerleşim alanlarında ise yüksek olduğunu tespit etmişlerdir.

LiDAR teknolojisi yerleşim yerlerinde binaların çıkarımında iyi sonuçlar vermektedir. (Demir vd., 2008) yaptıkları test çalışmasında, LiDAR ile binaların %92 oranında doğru tespit edilebildiği, ancak binaların %17'sinin hiç tespit edilemediği sonucuna varmışlardır. LiDAR, yerleşim yerlerinde zaman içerisinde oluşan, bina sayısı ve bina şekillerindeki değişimleri tespit etmek amaçlarıyla da kullanılmaktadır. Farklı zamanlara ait LiDAR verilerinden üretilmiş SYM'ler karşılaştırılarak %80 doğrulukta bina değişimleri tespit edilebilmiştir (Teo ve Shih, 2011). Öte yandan (Gülch, 2009) yaptığı çalışmada; yoğun görüntü eşleme ile elde edilen nokta bulutu kullanılarak yapılan 3B bina çıkarımının, LiDAR nokta bulutu kullanılarak yapılan 3B bina çıkarımına çok benzer sonuçlar verdiğini ortaya koymuştur. Bina tespiti ile ilgili olarak; test alanı içerisinde bulunan yerleşim yerinde seçilen 200 m. uzunluğundaki bir hat boyunca kesit alınmıştır. Alınan kesit üzerindeki farklı yöntemlerle elde edilen SYM'ler Şekil 7 (a)' da, SYM farkları ise Şekil 7 (b)' de gösterilmiştir. Kesit incelendiğinde binaların çoğunun otomatik görüntü eşleme ile de tespit edilebildiği, fakat yüksekliklerinin daha düşük ve şekillerinin daha yumuşak olduğu yani gerçek şeklinden farklılaştığı görülmektedir. Ancak benzer çalışmalar incelendiğinde, yoğun eşleme tekniği ile yerleşim alanlarında LiDAR'a benzer sonuçlar elde edilebildiği görülmektedir. Bu çalışmada kullanılan hava fotoğraflarının %60 ileri, %20 yan bindirmeli olmasının, yoğun eşleme algoritmasının gerçek potansiyelini ortaya koymasına engel olduğu değerlendirilmektedir.

Uygulamanın son bölümünde, LiDAR'dan elde edilen nokta bulutu (Şekil 8 (a)) ile Match-T yazılımı kullanılarak elde edilen nokta bulutu (Şekil 8 (b)) karşılaştırılmıştır. Nokta bulutları incelediğinde, Şekil 8'de kırmızı renkle görülen alanlarda nokta toplanamadığı görülmüştür. LiDAR nokta bulutunun dere ve göl gibi suyla kaplı alanlarda nokta içermediği, Match-T ile elde edilen nokta bulutunda ise yerleşim yerlerindeki gölgeli alanlarda ve dere yatağında nokta toplanamadığı ama gölde toplanabildiği tespit edilmiştir. (Gehrke vd., 2010) LiDAR ve SGM metotlarının, su kütle kıyılarında istenmeyen sonuçlar verdiğini belirtmiştir. Her iki yöntemle oluşturulan nokta bulutlarındaki toplam ve metrekareye düşen yaklaşık nokta sayıları Tablo 4'de sunulmuştur.

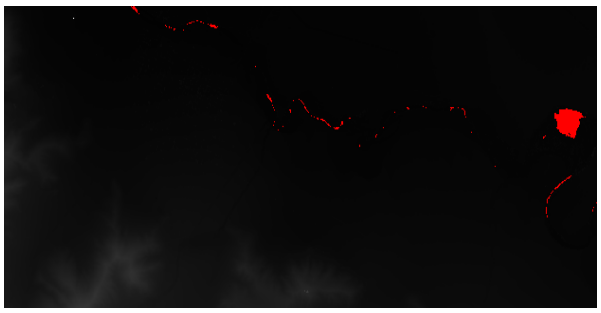


(a)

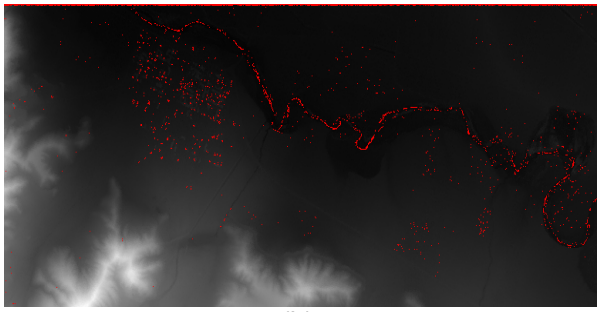


(b)

Şekil 7: (a) 200 m.'lik kesit boyunca farklı yöntemler ile elde edilmiş SYM'ler, (b) Kesit boyunca SYM'ler arasındaki farklar



(a)



(b)

Şekil 8: LiDAR (a) ve Match-T (b) nokta bulutları

Tablo 4: Nokta bulutlarındaki toplam ve metrekareye düşen yaklaşık nokta sayıları

Proje Alanı (m^2)	Toplam Nokta Sayısı		Metrekaredeki Nokta Sayısı	
	LiDAR	Match-T	LiDAR	Match-T
4.595.244	20.639.871	6.500.786	4,5	1,5

Tablo 4'ten de görüleceği üzere; LiDAR projesinde, otomatik görüntü eşlemeyle elde edilen nokta sayısının yaklaşık 3 katı fazla nokta toplanmıştır. Burada hava fotoğraflarının yer örnekleme aralığının 20 cm. olduğu göz önüne alındığında, yaklaşık 3 pikselde 1 nokta toplandığı görülmektedir ki bu da oldukça yüksek bir rakamdır. (Leberl vd., 2009) çalışmasında gerçekleştirilen ve Tablo 1'de verilen sonuçlara göre 25 cm. çözünürlüğe sahip ve %80 ileri, %60 yan bindirme oranlarında çekilmiş hava fotoğraflarından, farklı bir yazılımda yoğun görüntü eşleme yöntemiyle elde edilen nokta bulutunda m^2'ye düşen nokta sayısı 16'dır. Buradan, her ne kadar farklı yazılım da kullanılsa, bindirme oranlarının elde edilen yükseklik modelinin çözünürlüğüne ne kadar etkisi olduğu anlaşılmaktadır. Dolayısıyla, bindirme oranlarının artırılması durumunda elde edilecek nokta yoğunluğu ve doğruluğunun da artacağı değerlendirilmektedir.

Test verilerinin elde edildiği projenin planlama safhası dâhil olmak üzere, en başından itibaren proje içerisinde yer alınamadığından, bu çalışma kapsamında maliyet (zaman ve bütçe) analizi ve değerlendirmesi yapılamamıştır. Ancak literatürde projelerin ekonomikliği ile ilgili ortaya konulan değerlendirmelerin bu konuda bir fikir sağlayacağı düşünülmektedir: (Leberl vd., 2010) yaptıkları çalışmada; Tablo 1'deki uçuş hızı ve kolon genişliği dikkate alındığında, benzer yoğunluk ve doğrulukta SYM elde edebilmek için, LiDAR projesinde sayısal fotogrametri projesine göre havada 13 kat daha fazla süre kalmak gerektiğini, yani hava kamerası ile bir uçuş görevinin, LiDAR tarayıcı için harcanacak zamanın yaklaşık %10'nu kadar sürede tamamlanabileceğini ifade etmişlerdir. Bir başka çalışmada ise UltraCam kameraları ile bir LiDAR sistemi karşılaştırıldığında; elde edilen kolon genişliği yaklaşık 3 kat, nokta yoğunluğu ise yaklaşık 30 kat fazladır (Wiechert vd., 2012). (Gehrke vd., 2010) belirli bir çözünürlükte SYM üretiminde, LiDAR uygulaması için harcanan veri toplama zamanı ve masrafın fotogrametrik uygulamaya nazaran daha yüksek olduğunu bildirmektedirler. Proje ekonomikliği açısından dikkate alınması gereken bir diğer husus da görüntü alımıdır. Eğer projenin sonuç ürünlerinden birisi de ortofoto ise ve/veya ham veri proseslerinde yardımcı kaynak olarak görüntülere de ihtiyaç duyulacak ise, LiDAR projelerinde ilave maliyetle fotoğraf çekimi yapılması ve buna bağlı olarak ilave bir iş akış süreci daha gerekecektir. Sayısal fotogrametri uygulamasında ise böyle ilave iş süreçlerine ihtiyaç olmayacaktır. Bu değerlendirmeler dikkate alındığında, uçuş ve veri toplama maliyetleri açısından, sayısal fotogrametrinin LiDAR'a göre avantaj sağladığı değerlendirmesi yapılabilir.

Otomatik görüntü eşleme ile LiDAR tekniğini karşılaştıran çalışmalar literatürde araştırılmış ve önemli olduğu değerlendirilen bazı sonuçlar paylaşılmıştır: 3B ağaç modeli oluşturmak için yapılan bir çalışmada, otomatik görüntü eşlemenin havadan LiDAR uygulamalarına iyi bir alternatif oluşturduğu ortaya konulmuştur (Baltsavias vd., 2008). Başka bir çalışmada ise, yoğun görüntü eşlemenin her ne kadar pek çok avantajı olsa da, halen elde edilen SYM kalitesinin manuel üretimlerle karşılaştırılacak seviyede olmadığı, başka bir ifade ile yeterince tatminkâr olmadığı ve halen geliştirilmesi gereken dezavantajları olduğu belirtilmiştir. Ayrıca sonuç ürünün, otomatik olarak kolayca tespit edilemeyen bir takım kaba hatalar içerdiği ve bu hata kaynaklarının neler olduğu ifade edilmiştir (Gruen, 2012). Aynı çalışmada LiDAR ve görüntü eşlemenin farklı hata özellikleri taşıdıkları da belirtilmektedir. Geniş kapsamlı orman envanteri oluşturma çalışmalarında, görüntü eşlemenin halihazırda havadan LiDAR uygulaması yerine kullanılabilecek seviyede olmadığı (White vd., 2013) tarafından vurgulanmıştır. Bu çalışmada sayısal fotogrametrinin veri toplama açısından LiDAR'a göre daha ekonomik olduğu, orman envanteri çalışmaları için gerekli olan görüntüyü sağladığını fakat bitki örtüsü altında kalan bölgeler için detaylı SAM oluşturamadığı ve alt kanopi yapısı hakkında bilgi sağlayamadığı belirtilmiştir. (Gülch, 2009) yaptığı araştırmada; otomatik görüntü eşleme ile elde ettiği sayısal yükseklik modellerini, stereo ortamda standart manuel yöntemle elde edilen veri ile mukayese etmiş ve yeterli doğruluğu elde ettiğini ifade etmiştir. (Gehrke vd., 2010) yaptıkları karşılaştırma sonucunda; SGM yaklaşımı ile elde edilen SYM'lerin LiDAR'a iyi bir alternatif olacağını belirtmişler, hatta yüksek çözünürlüklü SYM ve ortofoto üretimi gibi bazı uygulamalarda, uçuş maliyetleri de dikkate alındığında, SGM yaklaşımının tercih edilmesi gerektiği sonucuna varmışlardır. (Leberl vd., 2010) geometrik doğruluk ve nokta yoğunlukları açısından,

LiDAR'ın film tabanlı geleneksel 3B fotogrametriye göre avantajlı olduğunu, ancak bu avantajını GPU-destekli bilgisayarlar üzerinde çalışan, 3B görüş tabanlı tamamen sayısal ve otomotize olmuş sayısal fotogrametriye karşı kaybettiği sonucuna ulaşmışlardır.

5. SONUÇLAR

Bu çalışmada, aynı bölgeye ait LiDAR verisinden ve %60 ileri, %20 yan bindirme oranına sahip sayısal hava fotoğraflarından otomatik görüntü eşleme yöntemi ile üretilen 2 m. çözünürlüklü SYM'lerin karşılaştırması yapılmıştır. Kullanılan sayısal hava fotoğraflarının bindirme oranı yoğun eşleme için yeterli olmamakla beraber, SYM'lerden birisi yoğun eşleme yeteneğine sahip Match-T yazılımı ile üretilmiştir. Yapılan karşılaştırmanın amacı hangi metodun doğru sonuç verdiğini belirlemek değil, LiDAR ve otomatik görüntü eşleme ile elde edilen SYM'lerin birbirleri ile ne kadar uyumlu olduğunu ve iki veri grubu arasındaki farkların arttığı bölgeleri ve özelliklerini belirlemektir.

Elde edilen sonuçlar her iki yöntem arasındaki farkların yaklaşık ±50 cm. civarında olduğunu göstermektedir. LiDAR, çalışma prensibinin sonucu olarak, binalar ve anten gibi münferit nokta detayların tespitinde ve de ağaçlık alanlarda daha iyi sonuçlar vermiştir. Öte yandan göl gibi sulu alanlarda da yetersiz nokta sağlamıştır. Bu nedenle bitki örtüsü ile ilgili yapılacak çalışmalar ile münferit detayların tespitinde bir adım öne çıkmaktadır.

Tüm test alanı için, LiDAR verileri daha homojen bir yapı göstermiştir.

Bindirme oranlarının yeterince fazla olmamasından dolayı, yoğun görüntü eşleme tekniği ile standart görüntü eşleme teknikleri birbirlerine çok benzer sonuçlar vermiştir. Bu nedenle yüksek bindirme oranlarına sahip fotoğraflar olmadığı zaman, hangi tekniğin tercih edileceği çok önemli olmamaktadır.

Yapılan kaynak araştırması; uçuş ve veri toplama maliyetleri açısından, sayısal fotogrametrinin LiDAR'a göre avantaj sağladığını ortaya koymuştur. Uçuş yüksekliği, uçuş hızı ve kolon genişliği parametreleri dikkate alındığında; sayısal fotogrametri özellikle geniş alan uygulamalarında LiDAR'a üstünlük sağlamaktadır. LiDAR'ın ise daha çok koridor haritalamada öne çıkacağı değerlendirilmektedir.

Özellikle düz ve açık alanlarda iki yöntem arasındaki farklar ±10 cm. civarına inmektedir. Bu da, bu tür alanlar için otomatik görüntü eşleme yönteminin LiDAR'la benzer sonuçlar verdiğini göstermektedir.

Daha yüksek bindirme oranlarına sahip hava fotoğraflarının kullanılması ile birlikte, daha tutarlı bir geometri ve daha fazla ölçü sağlanacağından, nokta yoğunluğunun artacağı ve farkların daha da düşeceği beklenmektedir. Bu nedenle yoğun görüntü eşleme tekniğinin her zaman LiDAR'a bir alternatif olabileceği değerlendirilmektedir. Proje bazlı yaklaşım gösterip, her projenin girdi ve çıktıları ile çalışma alanının karakteristik özellikleri dikkate alınarak en uygun tekniğin kullanılması uygun olacaktır. Teorik olarak en uygun çözüm ise iki tekniğin birbirlerinin avantajlarından faydalanacak şekilde birlikte kullanılmasıdır. Ancak bunun pratikte uygulanabilirliği zaman, emek ve maliyet açılarından değerlendirilmelidir. Bu konuda çeşitli çalışmalar bulunmaktadır: (Lingua vd., 2010) havadan LiDAR verisi ile görüntü eşleme verisinin veri işleme adımında birlikte kullanımı ile ilgili yeni bir yaklaşım önermektedir. (Schenk ve Csatho, 2002) çalışmalarında; iki tekniğin birbirlerini tamamlar şekilde yüzey bilgisi sağladığını ve her iki teknik ile elde edilen verilerin birleştirilip kullanılmasıyla daha tutarlı ve daha doğru bir yüzey elde edilebileceğini belirtmektedir. Ticari bir uygulama olan ArcGDS LiDAR ile, hava fotoğrafları ve LiDAR nokta bulutu birlikte entegre kullanılarak planimetrik detaylar 3B olarak, oldukça hassas şekilde toplanabilmektedir (URL 1).

İleriki çalışmalarda; yüksek bindirme oranlı fotoğraflardan yoğun görüntü eşleme tekniği ile elde edilecek SYM'nin, LiDAR'dan elde edilecek SYM ile zaman ve maliyet konularını da kapsayacak şekilde karşılaştırılmasının faydalı olacağı değerlendirilmektedir.

TEŞEKKÜR

Çalışmada kullanılan LiDAR verileri ile sayısal hava fotoğraflarını temin eden, İndis Mühendislik Ltd. Şti ve Körfez Haritacılık Planlama Ltd. Şti.'ne teşekkürlerimizi sunarız.

KAYNAKLAR

Balce A., (1986), **Determination of optimum sampling interval in grid digital elevation models data acquisition**, Proceedings ISPRS Commission III Symposium, International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing, 26(3.1), 40–55

Baltsavias E., Gruen A., Eisenbeiss H., Zhang L., Waser L.T. (2008), **High-quality image matching and automated generation of 3D tree models**, International Journal of Remote Sensing, Vol. 29, No.5, 10 March 2008, 1243-1259

Demir N., Poli D., Baltsavias E., (2008), **Extraction of buildings and trees using images and Lidar data**, International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Vol. XXXVII, Part B4, 313-318

Gehrke S., Morin K., Downey M., Boehrer N., Fuchs T., (2010), **Semi-Global Matching: An alternative to LiDAR for DSM generation?**, In Proceedings of the 2010 Canadian Geomatics Conference and Symposium of Commission I

Gruen A., (2012), **Development and status of image matching in photogrammetry**, The Photogrammetric Record, Vol. 27, 36-57

Gülch E., (2009), **Advanced Matching Techniques for High Precision Surface and Terrain Models**, Institute for Photogrammetry, Photogrammetric Week 2009, Dieter Fritsch (Ed.), 303-313

Haala N., (2011), **Multiray photogrammetry and dense image matching**, Photogrammetric Week, Stuttgart

Heuchel, T., Köstli, A., Lemaire, C., Wild, D., (2011), **Towards a Next Level of Quality DSM/DTM Extraction with MATCH-T**, Institute for Photogrammetry, Photogrammetry Week 2011, Wichman Verlag, Stutgart, 197-202

Hirshmüller H. (2008), **Stereo processing by semi-global matching and mutual information**, IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol. 30, No. 2, 328–341

Höhle J., Potuckova M., (2011), **Assestment of the Quality of Digital Terrain Models,** EuroSDR Official Publication No. 60, 12–13

Ladstätter R., Gruber M., (2008), **Geometric aspects concerning the photogrammetric work flow of the digital aerial camera UltraCamX**, Proceedings of the 21st ISPRS Congress Beijing, International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Vol. XXXVII, ISSN 1682–1750, 521–525

Leberl F., Irshara A., Pock T., Meixner P., Gruber M., Scholz S., Wiechert A., (2010), **Point Clouds: Lidar versus 3D Vision**, Photogrammetric Engineering & Remote Sensing Vol. 76, No. 10, October 2010, 1123–1134

Lingua A., Nex F., Rinaudo F., (2010), **Integration of airborne laser scanner and multi-image techniques for map production,** Earth Resources and Environmental Remote Sensing/GIS Applications, In Proceedings of SPIE, The International Society for Optical Engineering, Vol. 7831, No. 07, 1-14

Liu H., (2010), **Introduction to LiDAR Remote Sensing**, Ohio URISA LiDAR Workshop, http://giesn.uc.edu/files/workshops/lidar/lecture.pdf, [Erişim 27 Aralık 2012]

Rothermel M., Haala N., (2011), **Potential of dense matching for the generation of high quality digital elevation models,** International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XXXVIII-4/W19, ISPRS Hannover Workshop, 271-276

Schenk T., Csatho B., (2002), **Fusion of LiDAR data and aerial imagery for a more complete surface description**, International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, *34*(3/A), 310-317

Teo T., Shih T., (2013), **Lidar-based change detection and change-type determination in urban areas**, International Journal of Remote Sensing, Vol. 34, Issue 3, 968-981

Vosselman G., Maas H., (Ed.), (2010), **Airborne and Terrestial Laser Scanning**, Whittles Publishing, Dunbeath, Scotland, UK, 311ss.

White J.C., Wulder M.A., Vastaranta M., Coops N.C., Pitt D., Woods M., (2013), **The utility of image-based point clouds for forest inventory: A comparison with airborne laser scanning**, Forests, Vol. 4, 518-536

Wiechert A., Gruber M., (2009), **Aerial Perspective Photogrammetry versus Lidar**, Professional Surveyor Magazine, August 2009

Wiechert A., Gruber M., Karner K., Ponticelli M., Schachinger B., (2012), **The power of multi-ray photogrammetry - Ultramap 3.0**, ASPRS 2012 Annual Conference

Yastıklı N., Esirtgen F., (2011), **Sayısal Yükseklik Modellerinde Kalite Değerlendirme ve Doğruluk Analizi**, TMMOB HKMO 13. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, Ankara

URL 1: http://www.geosoft.it/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=24&Itemid=43&lang=en, [Erişim 24 Ekim 2013]

Bir 3B Şehir Modeli Uygulaması: AŞTİ
(A 3D City Model Implementation: AŞTİ)

Gökhan ARASAN, Levent İŞCAN, Oktay EKER
Harita Genel Komutanlığı, ANKARA
gokhan.arasan@hgk.msb.gov.tr

ÖZET

3B şehir modelleri son yıllarda trafik sisteminin yönetimi, turizm, afet yönetimi ve şehir planlama gibi birçok farklı alanda kullanılmaktadır.

3B şehir modelleri iki ana önemli hususu içermektedir. Birincisi 3B şehir modellerini oluşturan verilerin hazırlanması diğeri ise 3B şehir modellerinin sunumu konusudur. Bir diğer önemli husus ise standartların belirlenmesi konusudur. Bu konu özellikle birçok farklı kaynaktan gelen, farklı özelliklerdeki ve ayrıntı seviyelerindeki verilerin bir arada kullanımı ve sunumunda önem kazanmaktadır.

Bu çalışmada, Ankara Şehirlerarası Otobüs Terminali (AŞTİ) için oluşturulmuş bir 3B modelleme çalışmasının işlem adımları anlatılmıştır. Gerçekleştirilen çalışmanın uygulanabilirliği ele alındığında Harita Genel Komutanlığınca üretilen DTED2 verilerinden SAM'ların elde edilebileceği, fotogrametrik olarak kıymetlendirilen verilerin içerisinden modellenmesi istenen verilerin seçilerek kullanılmasıyla basit 3B modellerin kısa sürelerde hazırlanabileceği değerlendirilmektedir. Hazırlanan verilerin de Coğrafi Analiz Sistemi (CAS) benzeri web tabanlı küre uygulamalarıyla sunulabileceği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: *3B Şehir Modeli, Görselleştirme, LOD, Fotogrametri, SYM, SAM, Ortofoto.*

ABSTRACT

3D city models have been widely used in various applications such as traffic management tourism, disaster management and urban planning etc.

There are two main important issues concerning in 3D city models. The first one is the preparation of the data used for 3D modelling and the other one is rendering and the presentation of the models. There is alaso one other issue which is the determination of the standards. This is especially important when the data have different features and levels of detail and come from different sources.

In this study, the workflow of a 3D city model implementation of Ankara Intercity Bus Station (AŞTİ) is presented. According to this study it can be said the needed data for a 3D city modelling can be produced by General Command of Mapping without any extra effort. DTED2 data can be used for DTM and chosen 1:25.000 scaled 3D photogrammetric vector data can be used for the simple 3D model creation. The prepared models can be served by the help of General Command of Mapping's web based Geograhic Analysis System.

Keywords: *3D City Model, Visualization, LOD, Photogrammetry, DEM, DTM, Orthophoto.*

1. GİRİŞ

Üzerinde yaşadığımız dünyanın modellenmesi insanlığın her zaman ilgisini çekmiştir. Bu merak sonucunda bilgi ve teknolojideki gelişmelere paralel olarak dünyanın modellenmesine ilişkin farklı seviyelerde çözümler ortaya konmuştur. Haritalar ile başlayan bu süreç Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ile devam etmiş ve günümüzde de 3 boyutlu (3B) Şehir (Kent) Modellerinin oluşturulması ve sunulması aşamasına gelmiştir.

Son yıllarda insan nüfusunun büyük çoğunluğu şehir ve metropollerde yaşamaktadırlar. Bu da çözülmesi gereken birçok sorunu beraberinde getirmektedir. 3B şehir modelleri bu sorunların çözümünde kullanım alanları bulmaktadır. Turizm, trafik yönetim sistemleri, afet yönetimi ve şehir planlaması bu uygulama alanlarına örnek olarak verilebilir.

3B şehir modelleri iki önemli hususu içermektedir. Birincisi 3B şehir modellerini oluşturan verilerin hazırlanması hususudur. Bu aşamada verilerin toplanması, analiz edilmesi ve karmaşıklık derecesine göre genelleştirilmesi konuları çalışılır. İkinci önemli husus ise 3B şehir modellerinin sunumu konusudur. Bu aşamada ise 3B verilerin bilgisayar yazılımları yardımıyla görselleştirilmesi ve gerek web üzerinden gerekse tek başına bir sistem üzerinden kullanıcının sorgulama, analiz vb. işlemleri yapmasına olanak sağlayacak şekilde sunumu işlemleri konu alınmaktadır.

Bu iki aşama içerisinde düşünülmesi gereken bir diğer önemli husus ise standartların belirlenmesi konusudur. Bu konu özellikle birçok farklı kaynaktan gelen, farklı özelliklerdeki ve ayrıntı seviyelerindeki verilerin bir arada kullanımı ve sunumunda önem kazanmaktadır.

Harita Genel Komutanlığı 1:25.000 ölçekli harita üretiminde vektör verilerini 3B olarak

fotogrametrik yöntemle toplamaktadır. Bu veriler 3B vektör veri tabanında saklanmaktadır.

Bu çalışmada öncelikle 3B şehir modellemede kullanılan görselleşme yöntemleri hakkında kısa bir bilgi verilmiş, daha sonra özellikle binalar olmak üzere 3B şehir modellerinin sunumunda bir standart haline gelmiş olan ayrıntı seviyeleri (levels of detail) anlatılmıştır.

Son olarak Harita Genel Komutanlığı tarafından üretilen söz konusu verilerin 3B şehir modellemesinde kullanılma kabiliyetini görebilmek amacıyla Ankara Şehirlerarası Otobüs Terminali (AŞTİ) ve çevresini içeren bir alanda deneysel bir 3B şehir modeli oluşturma ve sunma uygulaması gerçekleştirilmiş, elde edilen sonuçlar tartışılmış ve öneriler ortaya konmuştur.

2. 3B ŞEHİR MODELLERİNDE KULLANILAN GÖRSELLEŞTİRME YÖNTEMLERİ

Kullanılan tekniklere ve verilere göre görselleştirme yöntemlerini 3 ana başlık altında toplayabiliriz. Gerçek dünyaya en yakın olan ve bir fotoğraf gerçekliğinde verilerin görselleştirildiği fotorealistik görselleştirme, verilerin tematik olarak sunulduğu tematik görselleştirme ve verilerden sentetik modellerin oluşturulduğu sentetik (tasvirsel) görselleştirme.

a. Fotorealistik Görselleştirme

Gerçekçi gösterimlerin önemli olduğu uygulamalarda yüksek derecede fotorealizm gerekmektedir (Yücel ve Selçuk, 2008). Fotorealistik bir 3B şehir modeli oluşturulurken, sunulacak veriler gerçeğe en yakın görünümünde modellenmeli ve fotoğraflarla desteklenmelidir. Fotorealistik görselleştirmede detaylı gösterimlerin kullanılması önemlidir (Beck, 2003; Willmott vd., 2001).

b. Tematik Görselleştirme

Tematik bilgilerin 3B gösterimi 3B coğrafi (konumsal) görselleştirmeye geniş ve kapsamlı bir araç ve ortam sağlamıştır (Yücel ve Selçuk, 2008). Tematik verilerin gösterimi ile ilgili uygulamalarda verilerin ayrıntılı olarak gösterimi gerekli değildir. Harita yapımında olduğu gibi, 3B modellemede de amaç önemlidir (Yücel ve Selçuk, 2008). Modelin ayrıntı düzeyi modelin yapılış amacına uygun olmalıdır çünkü ayrıntılı gösterimler bilgisayar ortamındaki işlemlerin yavaşlamasına neden olmaktadır (Müller ve Schumann, 2002). Bu nedenle tematik verilerin 3B modellenmesinde coğrafi veriler 3B basit geometrik şekiller ile gösterilir (Yücel ve Selçuk, 2008). Doğal gaz, elektrik, su kullanımı, bina kat adetlerinin şehir modeli üzerinde gösterimi gibi uygulamalar tematik görselleştirme işlemine örnek olarak verilebilir.

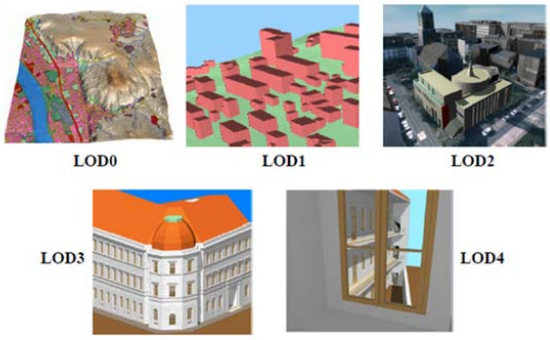
c. Sentetik (Tasvirsel) Görselleştirme

Sentetik görselleştirmede gerçek verinin yerine o veri için sentetik (yapay) olarak üretilmiş modelleri kullanılır. Örneğin bir ağaç için ağacın gerçek modeli yerine model kütüphanesinde bulunan ağaç modellerinden biri kullanılır. Bu yöntem fotoğraflardaki ayırt edilemeyen veya gereksiz olan detayların ayıklanmasına olanak sağlamaktadır (Strothotte ve Schlechtweg, 2002). Kentsel analitik karar verme, şehir bilgi sistemleri, şehir ve peyzaj planlama, bilgisayar oyunları gibi uygulamalarda bu yöntem kullanılmaktadır (Yücel ve Selçuk, 2008).

3. AYRINTI DÜZEYLERİ (LEVEL OF DETAIL-LOD)

3B modelleme kapsamında çeşitli amaçlar için gerekli olan farklı içerik ve detay seviyesindeki gösterimlere olan gereksinim ve bu ihtiyaçların farklı kaynaklardan farklı veri türleri ve araçlar kullanılarak karşılanması zaman içerisinde 3B modelleme konusunda da belirli standartların geliştirilmesi ihtiyacını doğurmuştur (Doğru vd., 2009). Bu ihtiyaç günümüzde CityGML (GML – Geographic Markup Language) olarak adlandırılan 3B kent objelerini gösterimlerinde kullanılan ortak bilgi modeli ile sağlanmaktadır (Kolbe ve Bacharach, 2006). XML (Extensible Markup Language) tabanlı açık bir veri modeli olan CityGML, Open Geospatial Consotium (OGC) ve ISO TC211 (ISO – International Organization for Standardization) standarları kapsamında geliştirilen GML3 Şeması ile uygulanmıştır. Bu gelişme ile uluslararası bir standart haline gelen CityGML 3B şehir modellerini içeriklerine göre 5 farklı ayrıntı seviyesinde (LOD – Levels Of Detail) incelemiştir. Sekil 1'de de gösterildiği gibi sıfırıncı seviyeden (LOD0) başlayarak adlandırılan söz konusu seviyelerden ilki topoğrafyayı temsilen 2.5 boyutlu arazi modelini, birinci seviye (LOD1) ise binaların geometrik olarak 3'üncü boyuta yükseltilmiş bloklar şeklindeki bina modellerini içermektedir. Blok modelde binaların çatı yapıları ya da cephe kaplamalarına ilişkin bilgi ve gösterimler yer almamaktadır. Çatı yapılarının ve cephe kaplamalarının modellendiği ikinci seviyede (LOD2) aynı zamanda şehir bitki örtüsü de modellemeye katılmaktadır. CityGML'de üçüncü seviyede (LOD3) ise ayrıntılı mimari

modeller oluşturulmaktadır. Balkonlar ve cephe işlemeleri gibi ayrıntılar bu seviyede modele eklenebilir. Son seviye olan dördüncü seviyede (LOD4) ise iç mekân yapıları da modellemeye katılarak 3B modeli tamamlayan bir yapı oluşturulmaktadır (Kolbe vd, 2005). Her bir detay seviyesinin geometrik doğruluğunun da farklı olduğu bu kapsamda belirtilmesi gereken bir bilgidir (Doğru vd., 2009).



Şekil 1. CityGML ayrıntı seviyeleri (IGG Uni Bonn'dan alınmıştır)

4. UYGULAMA

Bu çalışma kapsamında Ankara Şehirlerarası Otobüs Terminali (AŞTİ)'ni ve çevresini içeren bölgenin 3B modelinin oluşturulması amaçlanmıştır. Çalışmada, Harita Genel Komutanlığı 1:25.000 ölçekli veri toplama kurallarına uygun olacak şekilde fotogrametrik olarak 3B olarak toplanan binaların modellemesine çalışılmıştır. Bu amaçla çalışma bölgesinin 2009 tarihli 30 cm yer örnekleme aralığındaki renkli dijital hava fotoğrafları temel veri olarak kullanılmıştır. Çalışma sırasında, fotogrametrik kıymetlendirme işlemleri SoftPlotter 4.1 yazılımında, modelleme için gerekli veri düzenlenme işlemleri ArcGIS 9,3 yazılımında, 3B şehir modeli ERDAS Imagine yazılımının 'VirtualGIS' modülünde oluşturulmuş ve sunumlar yine aynı modülde gerçekleştirilmiştir.

Söz konusu çalışma bölgesinin 3B şehir modelini oluşturmak amacıyla izlenen metodloji sırasıyla şu işlem adımlarını içermektedir:

- Çalışma bölgesini içeren hava fotoğraflarının belirlenmesi ve bu hava fotoğraflarının yöneltme parametreleri ile kullanılan kamera kalibrasyon raporunun temin edilmesi,
- Stereo modellerin oluşturulması, binaların ve diğer detayların 3B kıymetlendirilmesi,
- Sayısal Yükseklik Modeli (SYM) ve Sayısal Arazi Modeli (SAM)'nin oluşturulması,
- Sayısal ortofotonun oluşturulması,
- Elde edilen vektör verilerden 3B modellemede kullanılacak olan binaların düzenlenmesi,
- 3B modelleme ve sunumu,
- 3B model ile gerçekleştirilen uygulamalar.

a. Hava Fotoğraflarının Hazırlanması

Çalışma bölgesi olarak seçilen AŞTİ ve çevresini gösteren hava fotoğrafı Şekil 2'de görülmektedir. Çalışma bölgesinin bir stereo model ile kapatıldığı tespit edilmiş ve 3B modelleme için gerekli olan vektör verilerin stereo model üzerinden kıymetlendirilebilmesi amacıyla modelin oluşturulacağı resimler ve resimlere ait daha önceden hesaplanmış yöneltme parametreleri ile kamera kalibrasyon raporu temin edilmiştir.

Şekil 2. AŞTİ ve çevresini içeren çalışma bölgesi.

b. 3B Vektör Verilerin Kıymetlendirilmesi

Resimler ve resimlere ait yöneltme parametreleri temin edildikten sonra çalışma bölgesinin stereo modeli oluşturulmuştur.

Elde edilen stereo model üzerinden, oluşturulacak 3B model için gerekli olan 3B vektör veriler ve ortofoto oluşturma aşamasında kullanılacak SYM verileri toplanmıştır (Şekil 3).

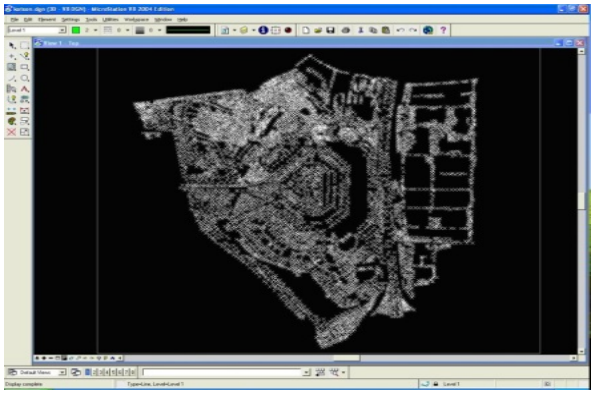
Bina detayları 1:25.000 ölçekli harita üretimindekine benzer şekilde blok modelin oluşturulabilmesi için çatılarının taban noktalarından poligon şeklinde 3B olarak kıymetlendirilmiştir. Böylelikle bina detayları birer blok şeklinde deniz seviyesinden (Above Sea Level) yükseltilebilecek veya SAM üzerine düşürülebilecektir (drape). Deneysel bir çalışma olmasından dolayı 1:25.000 ölçekli harita üretiminden farklı olarak bina çatılarının da 3B modelinin oluşturulabilmesi için çatı kırıklık noktaları çatıların taban noktaları ile birer poligon oluşturacak şekilde yüksekliklerine uygun olarak stereo model üzerinden 3B olarak kıymetlendirilmiştir. Binaların yanı sıra ortofoto oluşturulmasında kullanılacak olan SYM'nin oluşturulabilmesi amacıyla yüzeye ilişkin 5m aralıklı yükseklik noktaları ve yol gibi diğer detaylar da 3B olarak kıymetlendirilmiştir. Elde edilen vektör verilerden bina detayları seçilmiş ve bina çatılarını gerçeğe uygun olarak görselleştirilebilmek amacıyla shape (shp) formatına dönüştürülmüştür.

Binaların yanı sıra yerleşim yerine ilişkin yol, kaldırım ve otopark gibi diğer detaylar 3B modeller şeklinde değil daha sade olarak SAM içerisinde kırıklık hatları olarak değerlendirilmiştir. Bu detaylara ilişkin yükseklikler 3B şehir modeli oluşturma aşamasında kırıklık hatları eklenmiş SAM'dan alınmış ve bu detayların ortofotodaki (2.5B) görüntüleri ile sunulmasının daha anlaşılır ve kullanışlı olacağı düşünülmüştür.

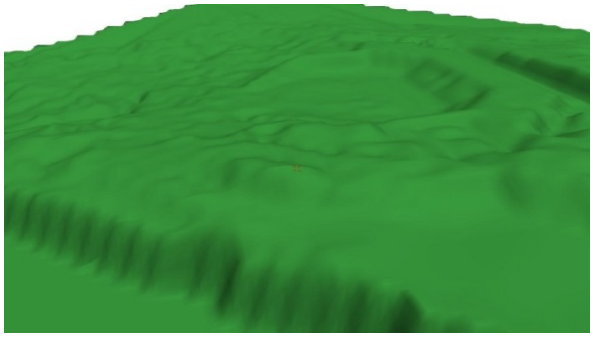
Şekil 3. Kıymetlendirilen vektör veriler.

c. SYM'nin Oluşturulması

Çalışma kapsamında, stereo model kullanılarak arazi yüzeyinde yaklaşık 5m aralıklarla toplanan yükseklik noktalarından (Şekil 4) SAM oluşturulmuştur (Şekil 5). Bu veriler yerine DTED (Digital Terrain Elevation Data) veya YÜKPAF25 (1:25.000 ölçekli yükseklik paftası) verisinden elde edilecek SAM'ın da kullanılabileceği değerlendirilmektedir.

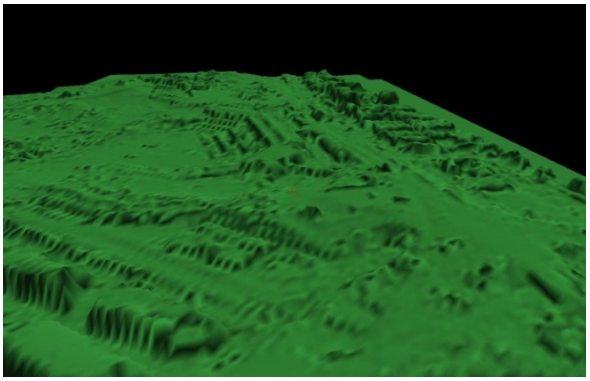


Şekil 4. Kıymetlendirilen yükseklik noktaları.



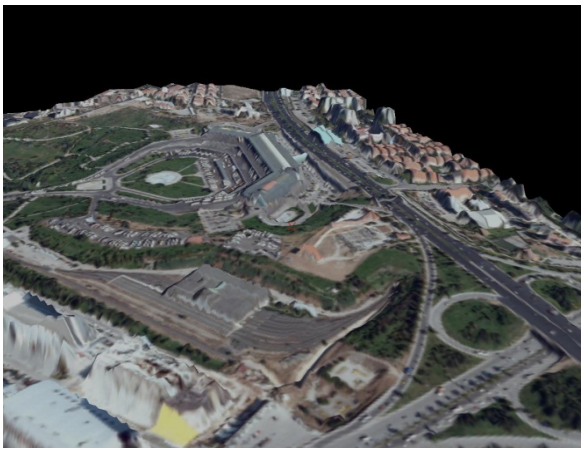
Şekil 5. Çalışma bölgesinin SAM.

Çalışmada kullanılan SYM ise stereo hava fotoğraflarından otomatik görüntü eşleme ile 1m aralıklı olarak elde edilmiştir (Şekil 6). SYM kırıklık hatlarının daha iyi ifade edilmesi amacıyla stereo model üzerinden kıymetlendirilen yol, bina gibi diğer detaylar da eklenmiştir.. Bu SYM kullanılarak 3B modellemede kullanılacak olan sayısal ortofoto oluşturulmuştur. Ortofoto üretiminde SYM'nin kullanılmasının amacı bina gibi modellenecek detayların ayak izlerinin (footprint) ortofotodaki görüntüleriyle çakışmasını sağlamaktır. SAM kullanılması durumunda bina yüksekliklerinden dolayı ortofotoda kayıklık oluşacak ve binaların ayak izleri çakışmayacaktır.



Şekil 6. Görüntü eşleme yöntemiyle elde edilen 1 m aralıklı SYM.

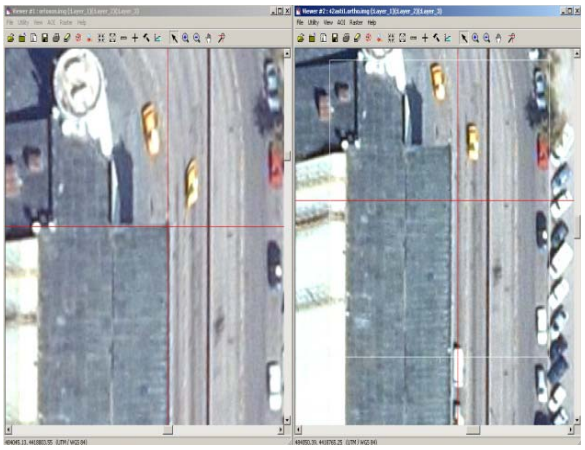
3B modellemede kaba fakat hızlı bir çözüm için, elde edilen SYM üzerine ortofoto serilerek de 3B sanal bir model elde edilebilir (Şekil 7). Fakat bu model sadece görüntüleme amaçlı uygulamalarda kullanılabilir. Bu şekilde üretilen 3B şehir modeli vektör veri içermediğinden sorgulama imkânı sağlamaz.



Şekil 7. SYM üzerine ortofoto serilerek elde edilen 3B model.

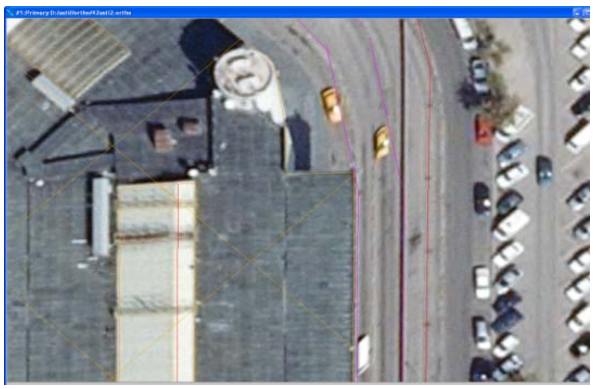
ç. Ortofotonun Oluşturulması

Çalışma için gerekli olan sayısal ortofoto 30 cm çözünürlüğünde elde edilmiştir. Sayısal ortofoto hem SAM hem de SYM kullanılarak elde edilmiş ve sonuçlar karşılaştırıldığında SAM ve SYM kullanılarak elde edilen ortofotolar arasında konum farklılıkları olduğu tespit edilmiştir. Şekil 8'de de görüldüğü gibi soldaki ortofoto SYM kullanılarak elde edilmiş olup, SAM kullanılarak elde edilen sağdaki ortofoto üzerinde aynı koordinat noktaları farklı detay noktalarına denk gelmektedir.



Şekil 8. SYM ve SAM kullanılarak elde edilen ortofotoların karşılaştırılması.

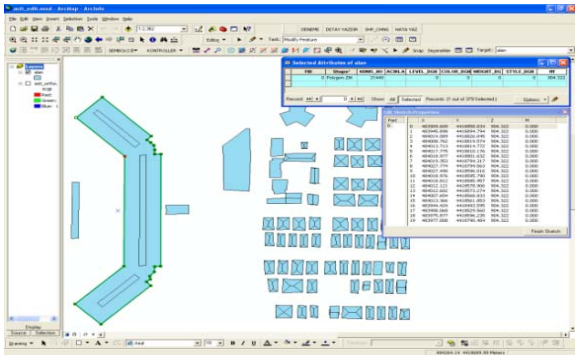
Şekil 9'da ise stereo model üzerinden çizilen detaylar ile SYM'den elde edilen ortofoto karşılaştırıldığında ise konumda kayıklığın mevcut olmadığı görülmektedir. Bu nedenle çalışmada konum doğruluğu önemsendiği için SYM'den elde edilen ortofoto kullanılmıştır.



Şekil 9. SYM ile elde edilen ortofoto ile vektör verilerin karşılaştırılması.

d. Veri Düzenleme İşlemi

Fotogrametrik yöntemle toplanan alan detaylara ilişkin vektör verilerden üretilecek olan blok modelleme işlem adımından önce verilerin kontrol ve düzenlenmesi işlemleri yapılmıştır. Bu işleme başlamadan önce elde edilen vektör verilerden sadece bina detayları alınarak shp formatına dönüştürülmüştür. Veri düzenleme işlem adımında binaların bir blok olarak zeminden yükseltilmesi (Above Sea Level-ASL) için aynı yükseklik değerine sahip olup olmadıkları, çatıların modellenebilmesi için birleşme yerlerindeki yüksekliklerinin aynı olup olmadığı ve alanların çevrilirken birleşmemesinden kaynaklanabilecek alan kapanma hataları kontrol edilmiş ve hatalar düzeltilmiştir (Şekil 10). Ayrıca vektör verinin öznitelik tablosuna bir sütun daha eklenerek blokların deniz seviyesinden olan yükseklikleri öznitelik değeri olarak girilmiştir.

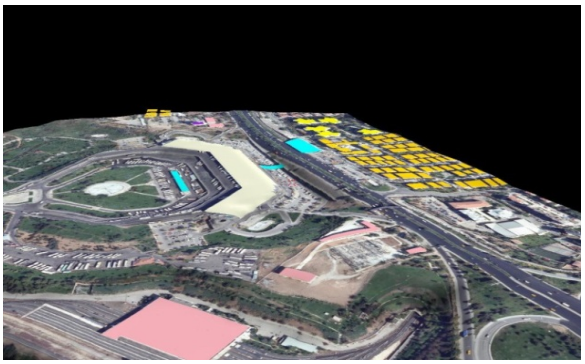


Şekil 10 ArcGIS'de veri düzenleme işlemi.

e. 3B Modelleme

Veri düzenleme işlemlerinden sonra 3B modelleme işlemlerine başlanmıştır.

Raster verilerin (ortofoto ve SAM) projeye dahil edilmesinden sonra düzenlenmiş olan binalara ait shp formatındaki vektör veri projeye eklenmiştir. Vektör verilerin projeye dahil edilmesi sırasında 3 adet seçenek mevcuttur. Birincisi verilerin raster verilerin üzerine serilmesidir (drape). Bu seçenek seçildiğinde vektör veri SAM ve ortofotonun üzerine yapışık şekilde serilmektedir (Şekil 11). Bu şekilde LOD0 ayrıntı düzeyinde çalışma bölgesinin 3B modeli elde edilmiştir.

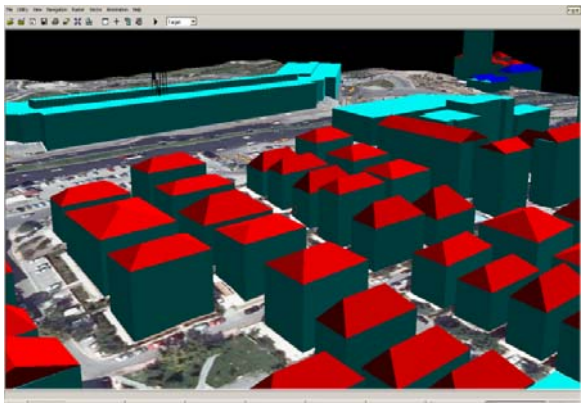


Şekil 11. LOD0 ayrıntı düzeyindeki 3B model.

Vektör verilerin yüklenmesi sırasında uygulanabilecek diğer seçenek ise verilerin dikey olarak uzatılmasıdır (Extend Vertically). Bu durumda vektör veriler blok şeklinde gerçek yüksekliklerinde gösterilebilirler. Bunun sağlanabilmesi için detayların yüksekliklerini alabileceği öznitelik sütununun ve yükseklik değerlerinin referansının (Above Ground Level - Yer Seviyesinden, Above Sea Level – Deniz Seviyesinden) belirlenmesi gerekmektedir. Oluşturulan modelde düzenlenen vektör veriler sisteme yüklenirken yükseklik özniteliği olarak düzenleme sırasında oluşturulan ve yüksekliklerin girildiği öznitelik sütunu seçilmiştir. Ayrıca yükseklik sistemi olarak da ASL seçilmiştir. Çünkü fotogrametrik kıymetlendirme sırasında sayısallaştırılan detayların yükseklikleri ortometrik yükseklikler olup, deniz seviyesinden olan yüksekliklerdir. Veriler bu şekilde projeye dahil edilerek 3B model için binaların blok şeklinde gösterilmesi sağlanmıştır (Şekil 12). Böylece çalışma bölgesinin LOD1 ayrıntı düzeyinde 3B modeli oluşturulmuştur.

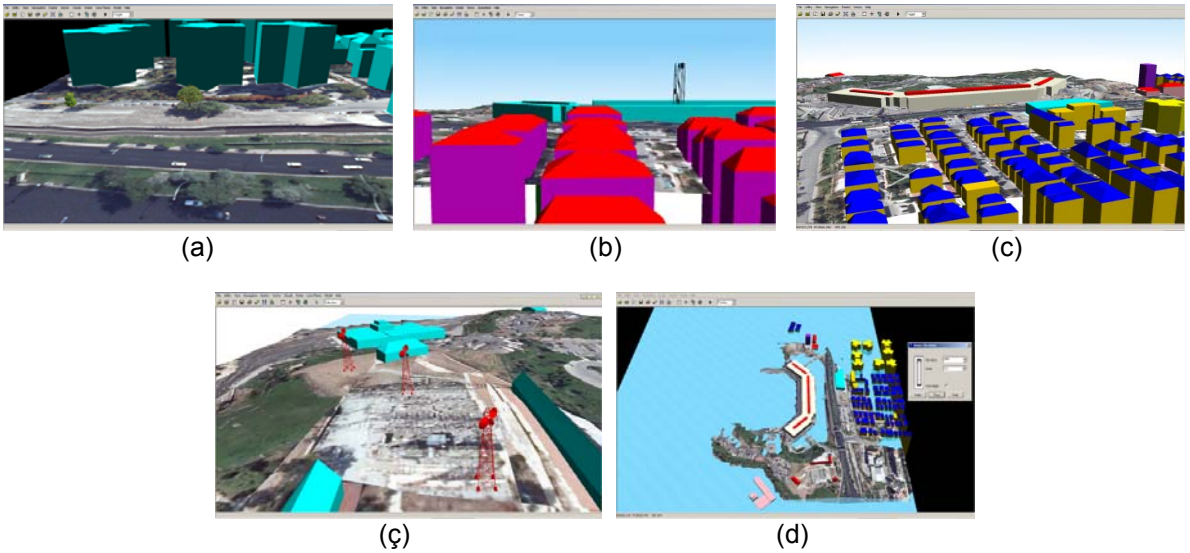
Vektör veriler ile kullanabilecek son seçenek ise 3B koordinatların kullanılmasıdır (Use 3D Coordinates). Bir önceki aşamada oluşturulan 3B modele shp formatındaki vektör veri tekrar yüklenip, 3B koordinatları kullan seçeneği ile tanımlanan Datum/Projeksiyon sisteminde verilerin tüm kırıklık hatlarının 3B koordinatlarıyla gösterimi sağlanmıştır. Fotogrametrik kıymetlendirme sırasında binaların çatılarının tüm kırıklık hatları çizildiğinden bu verilerin, blok bina verilerinin üzerinde, gerçek yerlerinde ve şekillerinde 3B olarak gösterilmesi sağlanmıştır. Sonuç olarak çalışma bölgesinin LOD2 ayrıntı düzeyinde 3B modeli elde edilmiştir (Şekil 13).

Şekil 12. LOD1 ayrıntı düzeyindeki 3B model.



Şekil 13. LOD2 ayrıntı düzeyindeki 3B model.

Elde edilen 3B model kullanılan yazılımın imkân ve kabiliyetlerinin kullanılmasıyla daha da zenginleştirilebilmektedir. Örneğin ağaç, elektrik direği, anten gibi detaylar için oluşturulan modeller 3B görselleştirmeye dâhil edilebilmektedir (Şekil 14 (a),(ç)).



Şekil 14. 3B modelin zenginleştirilmesi (a) Ağaç modellerinin eklenmesi (b) Bina isimlerinin yazdırılması (c) Binaların kullanım alanlarına göre görselleştirilmesi (ç) Elektrik direği, anten vb. modellerin eklenmesi (d) Su basma katmanın eklenmesi.

Binalar için isim gibi herhangi bir öznitelik, "Annotation" katmanı olarak eklenerek görselleştirme kullanımı kolaylaştırılabilmektedir (Şekil 5.14 (b)). Görselleştirmede sınıflandırmalar yapılarak her sınıf için ayrı bir işaret de kullanılabilmektedir. Fotogrametrik kıymetlendirme sırasında binalar kullanım sınıflarına göre her biri ayrı bir detay ile kıymetlendirilmiş ve bu sınıflar shp formatına dönüşüm sırasında bir öznitelik sütununa kaydedilmiştir. Bu öznitelik sütunu kullanılarak binaların kullanım sınıflarına göre farklı sembollerle gösterilmesi sağlanmıştır (Şekil 14 (c)). Yazılımın bize sağladığı imkânlardan birisi de 3B modele Su Basma Katmanının eklenmesidir. Bu katman kullanılarak 3B model üzerinde değişik su seviyelerine göre nerelerin su altında kalacağı gösterilebilmektedir (Şekil 14 (d)).

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu uygulama çalışması ile AŞTİ ve çevresini içeren bölgenin 3B şehir modelinin oluşturulması ve sunulması amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda bölgenin fotogrametrik kıymetlendirmesi yapılmış ve elde edilen veriler düzenlenmiş, bölgenin SAM ve SYM oluşturulmuş ve SYM kullanılarak sayısal ortofotosu elde edilmiştir. Elde edilen bu veriler kullanılarak ERDAS Imagine yazılımının VirtualGIS modülünde 3B modelleme ve görselleştirmeler gerçekleştirilmiştir.

Çalışma kapsamında elde edilen 3B model fiziksel gerçekliği bilgisayar ortamında daha iyi anlamaya yönelik özetlenmiş basit ve temel 3B blok gösterimlerini ve çatı modellerini içermektedir. Şüphesiz ki bu tür modellerin görsel anlamda daha zengin bir içerik gerektiren turistik amaçlı modellerin yerine kullanılması anlamlı değildir. Bu tür modeller daha çok fiziksel gerçekliğin hızlı bir şekilde anlaşılmasına ihtiyaç duyulan afet bilgi ya da acil yardım sistemleri gibi uygulamalarda kullanılabileceği için bu tür modellerin çok kısa sürelerde hazırlanarak görselden daha ziyade tematik verilerin kolayca anlaşılması sağlanmaktadır.

Bunun gibi sunum olanaklarının bir deprem anında öncelikli müdahale edilmesi gereken bölgelerin belirlenmesinde ya da şehir alanlarında görüş veya gürültü analizlerinde etkin olarak kullanılabileceği değerlendirilmektedir.

Gerçekleştirilen çalışmanın uygulanabilirliği ele alındığında Harita Genel Komutanlığınca üretilen DTED2 verilerinden SAM'ların elde edilebileceği, fotogrametrik olarak kıymetlendirilen verilerin sadeleştirilerek içerisinden modellenmesi istenen verilerin seçilerek kullanılmasıyla 3B modellerin kısa sürelerde hazırlanabileceği değerlendirilmektedir. Buradaki sorunun hazırlanan verinin kullanıcıya nasıl ulaştırılacağıdır. Bu konuda da Coğrafi Analiz Sistemi (CAS) benzeri web tabanlı küre uygulamalarının ürünün sunumu için yeterli olacağı düşünülmektedir. Bu çalışmadaki gibi çatı modellerinin kullanıldığı 3B modellemeler için mevcut üretim sisteminin dışında ek olarak farklı kıymetlendirmeler yapılması gerektiği açıktır.

Modeli daha da ileri düzeye taşımak için tüm detayların ayrı ayrı modellenmesi gerekmektedir. Bu çalışmaların modeli daha çok gerçekliğe yaklaştıracağı kesindir fakat aynı zamanda çok daha fazla emek, zaman ve maliyet gerektireceği de kaçınılmazdır.

K A Y N A K L A R

Beck M., 2003. **Real-time Visualization Of Big 3D City Models**, International Archives of The Photogrammetry Sensing and Spatial Information Sciences, Vol. XXXIV-5/W10.

Doğru A.Ö., Şeker.D.Z., Toprak H., 2009. **Coğrafi Bilgi Sistemlerin 3B Kent Modelleme Olanaklarının İrdelenmesi**, TMMOB Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi, İzmir.

Kolbe T. H., Bacharach S., 2006. **CityGML: An Open Standard for 3D City Models**.

Kolbe T. H., Gröger G., Plümer L. 2005. **CityGML – Interoperable Access to 3D City Models**, Oosterom, Zlatanova, Fendel (Eds.): Proceedings of the Int. Symposium on Geo-information for Disaster Management on 21.-23. March 2005'in Delft, Springer Verlag.

Müller W., Schumann H., 2002. **Visual Data Mining**, NORSIGD Info 2/2002,November 2002, pp. 4-7, 2002.

Yücel M.A., Selçuk M., 2008. **3D City Modeling Through CityGML International Symposium on Modern Technologies, Education and Professional Practice in Geodesy and Related Fields**, Sofia, Bulgaria, 6 – 7 November 2008.

Strothotte T. and Schlechtweg S., **Non – Photorealistic Computer Graphics Modelling, Rendering and Animation.** Morgan Kaufmann, San Francisco, 2002.

Lazerli Ölçme Kameralarının Teknik Özellikleri ve SR4000 ve CamBoard nano Kamera Ölçü Sonuçlarının Değerlendirilmesi

(Technical Investigation of Range Imaging Camera and Evaluation of Measurements from SR4000 and CamBoard nano Camera)

Cihan ALTUNTAŞ
Selçuk Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, 42075 Selçuklu/Konya,
caltuntas@selcuk.edu.tr

ÖZET

Bilgi teknolojisi ve robotik uygulamalarıyla birlikte 3B konum bilgisi ölçme her geçen gün daha da önem kazanmakta ve daha fazla alanda kullanılmaktadır. Buna bağlı olarak ölçme aletlerinin teknik özellikleri de geliştirilmektedir. 3B konum ölçmede kullanılan en yeni teknolojilerden birisi lazerli ölçme kamerası (LÖK) (Range Imaging Camera) dır ve LÖK ile konum bilgisi ölçme ve veri işlemede yeni araştırma alanları ortaya çıkmıştır. LÖK'nın mevcut ölçme tekniklerine göre üstün ve zayıf yönleri bulunmaktadır. LÖK'nın ölçü hassasiyeti aletten ve çevreden kaynaklanan etkilere bağlı olarak değişmektedir. Kameranın ölçü hassasiyeti ve ölçü kısıtlamaları kullanım alanlarını da belirlemektedir. Bu çalışmada lazerli ölçme kameralarının teknik özellikleri tanıtılmış ve SwissRanger4000 ve CamBoard nano kameralarının ölçme hassasiyetlerine ilişkin araştırma sonuçları verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Lazerli ölçme kamerası, 3B ölçme, Hassasiyet, SR4000, CamBoard nano*

ABSTRACT

3D location measurement gains importance and being used more and more together with information technology and robotic applications. Technical properties of measurement tools are improved accordingly. One of the recent technologies used in 3D location measurement is range imaging (RIM) camera and new study fields have emerged in measurement and data processing together with RIM camera. RIM camera has advantages and disadvantages compared to current measurement techniques. Its measurement precision varies according to effects resulting from the device and environment. Measurement precision and restrictions of camera determine usage areas as well. In this study technical properties of RIM camera were explained and study results concerning measurement precisions of Swiss Ranger4000 and CamBoard nano cameras were given.

Keywords: *Range imaging camera, 3D measurement, Precision, SR4000, CamBoard nano*

1. GİRİŞ

Fotogrametri kelimesi ışık yardımıyla ölçme anlamındadır ve bugüne kadar farklı teknikler kullanılarak ölçüler gerçekleştirilmiştir. Yakın mesafe fotogrametrisinde kullanılan en son teknoloji lazerli ölçme kamerası (LÖK) dır. LÖK ölçme alanının konum bilgilerini anlık olarak ölçmektedir. Bu sayede hareketli cisimlerin ölçüleri de yapılabilmektedir. Kameranın ölçme tekniğine bağlı olarak 3B nokta konum bilgisi ölçme ve veri işlemede de farklı yöntemler uygulanmaktadır. LÖK bugüne kadar robotik, güvenlik, endüstriyel, bilgisayar teknolojisi gibi alanlarda deformasyon ölçümü (Lichti ve ark., 2012a), el hareketlerinin tanımlanması (Lahamy ve Lichti, 2012), yol ve konum tanımlama (Cazorla ve ark., 2010; Oggier ve ark., 2005), hareketli obje tanımlama (Teizer, 2008) gibi pek çok amaç için kullanılmıştır.

Lazerli ölçme kameraları ilk kez 1999 yılında geliştirilmiş ve bu güne kadar teknik özellikleri ile ilgili pek çok araştırma yapılmıştır. Bu çalışmada LÖK'nın teknik özellikleri tanıtıldıktan sonra; ışıklanma süresi (IS) (integration time), yüzey yapısı ve ölçme mesafesinin SwissRanger4000 (SR4000) ve CamBoard nano kameralarının ölçü hassasiyetlerine etkisi araştırılmıştır.

2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Beringe (2012) ve Oggier ve ark. (2004) SwissRanger 3D kamerasının çalışma prensipleri ayrıntılı olarak incelemiş ve pek çok çalışmada lazer tarama ve fotogrametrik yöntem yerine kullanılabileceğini belirtmiştir. Jamtsho ve Lichti (2010) LÖK ölçüsünde saçılma distorsiyonunun etkisini modellemiş, Tournas ve Tsakiri (2010) mesafe ölçme kalibrasyonu yapmıştır. Centeno ve Jutzi (2010) farklı yüzey tipleri için farklı ölçme uzaklıklarında ölçüler gerçekleştirmiş ve bunların yansıma değerleri ve hassasiyetlerini karşılaştırmıştır. Ölçülerin konumsal doğruluğunun yeterli seviyede olduğu ve ışıklanma süresinin ortamın ışık durumuna göre ayarlanması gerektiği belirtilmiştir. Işıklanma süresi uygun seçilmediği durumlarda hatalı noktalar oluştuğu ve bu değerin çok büyük seçilmesinin noktaların kameraya ölçme düzleminden daha yakında, küçük seçilmesinin ise noktaların ölçülen yüzeyin arkasında

oluşmasına neden olduğu belirtilmiştir. Kahlmann vd. (2006) SwissRanger-SR2 kamerasının mesafe ölçme doğruluğunun 5-10mm olduğunu ve aletin iç ve dış sıcaklıklarının bu doğruluğu etkilediğini belirtmiştir. İç sıcaklıktan kaynaklanan hata alet çalışmaya başladıktan birkaç saniye sonra düzenli bir hata kaynağı olarak ortaya çıkmaktadır. İç ve dış ortamdaki sıcaklık farkından kaynaklanan etkilerin modellenebildiği belirtilmiştir. Ayrıca kamera jeodezik ölçü aleti (total station) üzerine monte edilerek merkez pikselin ölçülen mesafesi ile total station ile ölçülen mesafeler karşılaştırılmış ve aletin bağıl ölçme hassasiyetinin birkaç milimetre olduğu belirtilmiştir. Kahlmann (2007) SR-2 ve SR-3000 kameralarının ölçme prensiplerini verdikten sonra, ışıklanma süresi, yüzeyin yansıtma özelliği ve kameranın ışın açıklığının ölçü hassasiyetine etkisini araştırmıştır. Kameranın ideal ölçme zamanı (warm-up) araştırılmış ve SR-2 için ortalama 8 dakika, SR-3000 için 4 dakika olarak ölçülmüştür. Rapp (2007) PMD[vision] 19k, SR3000 ve Effector O3D kameralarının ışın (time-of-flight özellikleri) ve görüntüleme sistemlerini ayrıntılı olarak incelemiş ve LÖK ile ölçü yapılırken karşılaşılabilecek durumlar dikkate alınarak bazı ölçme tavsiyeleri vermiştir. Diğer yandan 64x64 piksel boyutlu CMOS kamera Gokturk vd. (2004) tarafından tanıtılmış ve ölçüleri etkileyen nedenler incelenerek ölçü sonuçları verilmiştir.

Kameranın kalibrasyonunda farklı teknikler ve test düzenekleri kullanılmıştır. Lichti ve Qi (2012), Shahbazi vd. (2011), Lichti vd. (2010), Lichti (2008), ve Becerro (2008) kameranın self-kalibrasyonunu ışın demetleri yöntemi ile yapmıştır. Lichti vd. (2012b) SR3000 ve SR4000 kameraların self-kalibrasyonunu yapmış ve saçılma hatasının etkisini modellemiştir.

Piatti (2010) PMD CamCube3 ve SR4000 kameralarını test etmiş ve bu kameralarla yapılan ölçülerin modelleme çalışmalarında kullanılmasını araştırmıştır. Yapılan çalışmada SR4000 kamera için 1.5-4.0m aralığı etkili ölçme mesafesi olarak bulunmuştur. Jamtsho (2010) ise kameranın kalibrasyonunu yaptıktan sonra hata kaynaklarını araştırmış ve deformasyon ölçmek amacıyla kullanmıştır. SR3000 ve SR4000 kameraları kullanılarak 3mm lik deformasyonlar dahi 0.3mm standart sapma ile ölçülebilmiştir. Her iki çalışmada da kamera 3B modelleme amacıyla kullanılmış farklı bakış açılarından yapılan ölçüler iteratif en yakın nokta yöntemi ile (Besl ve McKay, 1992; Chen ve Medioni, 1992) birleştirilmiştir. Boehm ve Pattinson (2010) ise lazer tarayıcı ve kamera ölçülerini iteratif yöntemle birleştirmiştir. Cui vd. (2010), ortalama 50cm boyutlu objeleri LÖK ile modellemiş ve lazer tarama yöntemi ile karşılaştırmıştır. Taranan obje sabit yada tarayıcı sabit olarak ölçüler yapılmış ve kameranın düşük çözünürlü olmasının etkisi farklı bakış açılarından yapılan ölçülerin birleştirilmesi ile giderilmiştir. Yine burada da ölçüler iteratif yöntemle birleştirilmiştir.

Clemente vd. (2007) ve May vd. (2009) LÖK'nın hareketli ölçme uygulamalarında kullanılmasını araştırmıştır. Kameranın çalışma prensipleri ve hata kaynakları tanımladıktan sonra kameranın kalibrasyonu yapılmış ve hareketli ölçme gerçekleştirilmiştir. Hareketli ölçmelerde ölçüler arasındaki ilişkinin kurulmasında *Scale Invariant Feature Transform, Kanada-Lucas-Tomasi, Iterative Closest Point* yöntemleri karşılaştırılmıştır. Çalışma sonunda ardışık ölçüler arasındaki ilişkilerin kurulmasında görüntü eşleştirmesi yapan yöntemlerin nokta eşleştirmesi yapan yöntemlere göre daha yavaş olduğu görülmüştür. Benzer bir hareketli ölçme uygulaması Pirker vd. (2010) da verilmiştir.

Cazorla vd. (2010) da robotların görüş alanı tanımlamalarında LÖK'nın kullanımı ve robotik uygulamalarda fotogrametri yöntemine göre avantajları verilmiştir. Benzer şekilde, Frank vd., (2010) ve Sturm vd., (2010) hareketli robotların obje tanımlama ve izleme sistemleri için LÖK kullanmıştır.

Breuer vd. (2007) SR2 kamerası ile el hareketlerinin tespitini yapmıştır. Hussmann vd. (2008) ve Oggier vd. (2005) araç içini görüntüleyen kamera ile sürücünün el hareketlerini tanımlamış, araç dışını görüntüleyen kamera ile de aracın yoluna çıkan yayalar ve diğer engelleri tespit etmiştir. Ayrıca Oggier vd. (2005) nın çalışmasında LÖK ile interaktif ekran ve biyomedikal uygulamalar verilmiştir.

Teizer (2008) inşaat ve makine imalatı gibi alanlarda çalışanları iş kazalarından korumak için LÖK ile aktif uyarı sistemi oluşturulmasını araştırmıştır. Kameranın görüş alanındaki değişiklikler izlenerek olağan dışı hareketlerin tespiti ile aktif uyarı sistemi oluşturulabileceği gösterilmiştir.

3. LAZERLİ ÖLÇME KAMERASI (LÖK)

LÖK uçuş süresi (Time-of-Flight) tekniği ile ölçü yapmaktadır. Uçuş süresi yönteminde; doğrudan (direct time-of-flight), dolaylı (indirect time-of-flight) ve sahte gürültü (pseudo-noise) olmak üzere üç yöntem kullanılmaktadır (Beringe

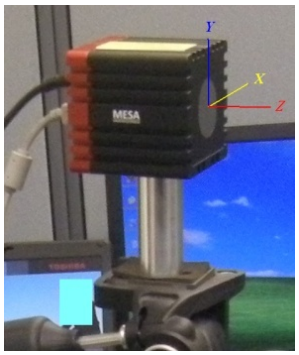
2012; Jamtsho, 2010; Piatti, 2010; Lange, 2000). Bu ölçme tekniğinde her piksel için ayrı bir sinyal gönderilir ve gönderilen ve alınan sinyal farklarından piksellere karşılık gelen cisim noktalarının koordinatları (XYZ) ve yansıma (A) değerleri anlık olarak ölçülür. Ölçüler kamera kayıt hızında ve tekrarlı olarak yapılır. LÖK kızılötesi (infra-red) dalga boyu bölgesinde ışınlar kullanır ve bu ışınların insan sağlığı için olumsuz etkisi yoktur. Taşıyıcı dalga boyu frekansları değişik değerlerde olabilir. Güneş ışınları kameranın arka yüzeyinde yansımaya (background illumination), dolayısıyla mesafe ve yansıma değerlerinin yanlış ölçülmesine neden olmaktadır (Karel vd., 2012). Bunu önlemek için sadece kullanılan dalga boyundaki ışınları geçiren filtreler kullanılmaktadır ancak yinede daha büyük dalga boylu ışınlar filtreden geçebilmektedir. Bu nedenle kamera sadece bina içi alanlarda kullanılmalı doğrudan güneş ışığında kullanılmamalıdır (Jamtsho, 2010). Farklı marka ve modelde lazerli ölçme kameralarının teknik özellikleri Tablo 1'de verilmiştir. LÖK'nın ölçü sonucuna etki eden değerler Gokturk vd. (2004) de (1) bağıntısı ile verilmektedir.

$$R_R = \frac{c}{2f_m}\sqrt{\frac{A}{P_{laser}k_{opt}q_e r IT}} \qquad (1)$$

Bu eşitlikte;
R_R : Ölçülen mesafe
c : Sabit değer
f_m : Modülasyon frekansı
A : Toplam hedef aydınlanması
P_{laser} : Lazer ışın kaynağının optik gücü
IT : Işıklanma süresi (Integration time)
r : Yüzey yansıtıcılığı
q_e : Kuvantum etkisi (Quantum efficiency)
k_{opt} : Sabit değer (optik sistemin özelliklerine göre belirlenir.

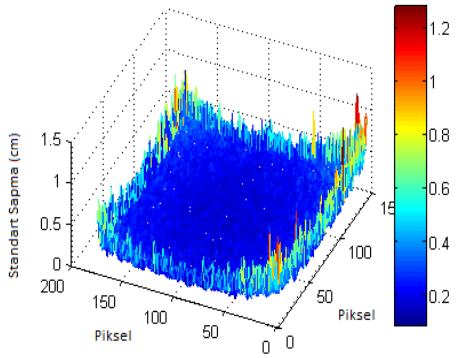
Bu eşitlikten de görüldüğü gibi LÖK nın ölçü sonucunu etkileyen en önemli değerlerden birisi ışıklanma süresidir. Işıklanma süresi her modülasyon (görüntü oluşturma) periyodunda piksellerin ışık kaydetme (ışığa maruz kalma) süresini tanımlar. Ölçülerden yüksek hassasiyet elde edilebilmesi için ışıklanma süresi ideal değerinde yada üzerinde olmalıdır. Işıklanma süresinin uygun değeri yüzeyin yapısına, yansıtma özelliğine, ölçme uzaklığına ve ışının geliş açısına göre değişmektedir. Bu değerin gereğinden büyük olması görüntüde kararma oluşmasına (ışınlar cisme ulaşmadığı için ışınlar kamera ile cisim arasında kalmaktadır), küçük olması da hatalı nokta sayısının artmasına (ölçülen noktalar cismin arkasına geçmektedir) neden olmaktadır. Diğer yandan ışıklanma süresinin fazla büyük olması kameranın iç sıcaklığını artırmaktadır. Hareketli ölçmelerde ışıklanma süresinin düşük olması gerekir (Jamtsho, 2010).

Kameranın görüntü oluşturma sistemi normal bir kamerada fotoğraf oluşturma sistemine benzer (Kahlman, 2007). Her bir pikselin cisme olan uzaklıkları ölçüldükten sonra merkezi, kameranın optik ekseni üzerinde olan ve kameranın ön düzlemi ile çakışık dik koordinatlar hesaplanır (SR4000 Manual, 2012; Jamtsho, 2010). Koordinat sistemi sağ el koordinat sistemidir ve resim koordinat sistemine paraleldir. Kameranın arkasından bakınca +x ekseni sol taraf, +y ekseni yukarı doğrultu ve +z ekseni kameradan ölçülen cisme doğru olan dik eksendir (Şekil 1).



Şekil 1. SR4000 kamera koordinat eksenleri

Sistematik ölçü hatalarından dolayı kameranın sabit konumunda aynı görüntü alanından kaydedilen ardışık ölçüler arasında farklılıklar oluşmaktadır (Şekil 2). Bu farkların etkisini en aza indirmek için aynı yerin birden fazla görüntüsü kaydedilerek ortalama görüntü dosyası oluşturulmaktadır.



Şekil 2. Her bir pikselin ölçülen derinlik mesafeleri (Z koordinatı) için standart sapma değerleri. (Mesafe=150 cm, IS=3.3 ms ve ölçü sayısı=30)

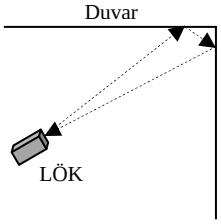
Tablo 1. Farklı marka ve model lazerli ölçme kameraları ve teknik özellikleri.

Üretici firma	Model	Görüş açısı (H°xV°)	Piksel sayısı (HxV)	Ölçme mesafesi (m)	Odak uz. (mm)	Ölçü doğruluğu	Dalga boyu (nm)	Frekans (MHz)	Çalışma sıcaklığı (°C)	Ölçme hızı (fps)	Ağırlık(gr)/ Boyutlar (mm)	Bağlantı	Kaynak adres
Fotonic	P70	57.5x45	640x480	0.8-3.5	-	24mm@0.8-2m 70mm@2-3.5m	-	-	5 to 40	30	1200/ 80x16x85.5	Ethernet	URL-1
	E70	70x53	160x120	0.1-7.0	-	30mm@3-7m/ 1σ, 20mm@3-7m	850	15	-20 to 50	52	1000/ 80x80x80	Ethernet	URL-2
	E40	45x34	160120	0.4-10.0	-	40mm@7-10m 40mm@7-10m	850	15	-20 to 50	52	800/ 80x80x86.3	Ethernet	URL-2
ifm	Effector O3D201	30x40	64x48	0.5-6.0	-	-	850	Up to 20Hz	-10 to 50	-	1185/ 137x75x95	Ethernet	URL-3
Mesa Imaging	SR4000	43x34	176x144	0.1-5.0	10.0	10mm/ 1σ, max 7mm	850	Up to 30	10 to 50	50	470/ 65x65x68	USB, Ethernet	URL-4
Optex	ZC-1070U	70x55	176x132	0.5-4.0	-	X,Y:5%(typ), Z:2%(typ)*2/σ, 2%(typ)*2	850	20	0 to 50	60	600/ 160x72x50	USB	URL-5
Optrima nv	OptriCam DS10k-A	62.6 Diag.	120x90	1.0-10.0	3.7	<3cm@3.5m	870	-	-10 to 40	50	/74x86x76	USB	URL-6
	OptriCam DS19k-A	73 Diag.	160x120	1.0-10.0	4	<3cm@3.5m	870	-	0 to 40	50	/74x86x76	USB	URL-6
Panasonic	D-Imager EKL3106	60x44	160x120	1.2-5.0	-	3cm@2m	850	3 modes	-10 to 50	30	550/ 54x170x50.5	USB	URL-7
	D-Imager EKL3105	60x44	160x120	1.2-5.0	-	2cm@2m	850	3 modes	-10 to 50	30	550/ 54x170x50.5	USB	URL-7
PMD tech.	CamCube3	40x40	200x200	0.3-7.0	12.8	3mm@4m/1σ, max3mm@4m	870	-	0 to 50	40	1438/ 60x60x60	USB	URL-8
	PhotonICs 19k-S3	90x68	160x120	0-2.0	-	5mm@1.5m	850	Up to 80	-40 to 85	90	/37x30x25	USB	URL-9
	CamBoard nano	90x68	160x120	0.05-0.5	-	<1cm	850	30	-	90	34/ 37x30x25	USB	URL-9 URL-12
Prime Sense	Carmine 1.08	57.5x45	640x480	0.8-3.5	-	2σ, @2m, X,Y axis: 3.4mm, Z axis:1.2cm/	-	-	5 to 40	30	/180x25x35	USB	URL-10
	Carmine 1.09	56.5x45	640x480	0.35-1.4	-	X,Y axis:2.6mm, Z axis:0.7mm @1.5m	-	-	10 to 40	30	/180x25x35	USB	URL-10
SoftKinetic	DS 325	74x58	320x240	0.15-1.0	-	1.4cm@1m	-	-	10 to 40	60	/105x30x23	USB	URL-11

a. Sistematik Ölçü Hataları ve Bozucu Etkiler

LÖK ölçülerini etkileyen sistematik hatalar ortamdan bağımsız ve ortama bağlı hatalar olmak üzere ikiye ayrılır. Ortamdan bağımsız sistematik hatalar; radial distorsiyon ve mesafe ölçme hatalarıdır. Mesafe ölçme hatası ofset, ölçek, sinyal ve saat hatalarından oluşmaktadır. Ortama bağlı hatalar, ortamdan ortama değişen yansıma, aydınlanma ve sinyal yansıma (multipath) hatalarıdır (Jamtsho, 2010).

Sinyal yansıma hatası ışığın farklı yüzeylerden yansıyarak kameraya dönmesidir ve pikselin karşılık geldiği nokta olması gereken mesafeden farklı bir noktada görüntülenir (Şekil 3). Bu hata özellikle iki yüzeyin kesiştiği alanlarda oluşmaktadır.



Şekil 3. LÖK ölçüsünde sinyal yansıma hatası

Diğer yandan kameranın gönderdiği ışının ölçme mesafesinden daha uzak noktadan dönmesi durumunda mesafe ölçülmekte ancak yanlış konumda gösterilmektedir (back-folding) (SR4000 Manual, 2012). Örneğin maksimum ölçme mesafesi 5m olan kamera ile yapılan ölçüde ışının 7 m mesafeden dönmesi durumunda nokta kameradan 2 m uzakta algılanmaktadır. Bu hataya özellikle kameranın ölçme mesafesinden daha uzak noktada bulunan parlak yüzeyler neden olmaktadır. Bunu önlemek için kameralarda filtreler kullanılmaktadır ancak en iyi çözüm kameranın görüş alanında ölçme mesafesinden daha uzak noktalar içermeyen duvar gibi yüzeyler olmasıdır.

b. SR4000 Kamera

SR4000 kamerada ışıklanma süresi 0-255 arasında ardışık değerler alır. Bu değer 0.3-25.8 ms (milisaniye) arasındaki değerlere karşılık gelir ve (2) bağıntısı ile hesaplanır (SR4000 Manual, 2012).

$$IT = 0.300ms + (IT_{0\text{-}255})0.100ms \qquad (2)$$

Kameranın ölçme hızı yani saniyede kaydedeceği görüntü sayısı (*FR*) ise (3) bağıntısı ile hesaplanır.

$$FR = \frac{1}{4(IT + RO)} \qquad (3)$$

Burada; *RO* kameranın görüntü okuma kaydetme zamanıdır ve yaklaşık 4.6 ms dir. *IT* ise ışıklanma süresidir (SR4000 Manual, 2012). Bu formüllerden görülmektedir ki ışıklanma süresi arttıkça kaydedilen görüntü sayısı *FR* azalmaktadır. SR4000 kamerasının en küçük (0.3ms) ve en büyük (25.8ms) ışıklanma süreleri için görüntü kaydetme hızları sırasıyla 51.8 fps ve 8.2 fps (saniyede kaydedilen görüntü sayısı) dır.

SR4000 kamera ölçüleri ASCII formatında kaydedilmekte ve bu değerlerden kullanıcı kodları ile görüntü oluşturulmaktadır (Şekil 4). Her ölçü dosyasında kameranın piksel yapısı düzeninde (144x176 piksel) beş farklı değer kaydedilmektedir. Bunlar sırasıyla Z,X,Y koordinatları, yansıma şiddeti (amplitude) ve güven ölçütü (confidence map) değerleridir. Z koordinatları dosyada kalibre edilmiş mesafe değerleri olarak verilmektedir. SR4000 kameranın koordinat değerlerinde distorsiyonun etkisi fabrika ayarları ile giderilmiştir.

Şekil 4. SR4000 kamera ölçüsü. Nokta bulutu (solda), yansıma (ortada) ve mesafe (sağda) görüntüleri (birimler metredir)

c. CamBoard nano Kamera

CamBoard nano kamera kızılötesi (infrared) dalga boyu bölgesinde ışınlar kullanarak faz farkı yöntemi ile ölçü yapar. Ölçme mesafesi maksimum 55 cm dir. Özellikle el hareketlerinin tespiti için geliştirilmiştir. Boyutları 37x30x25mm, ağırlığı 34 gr.dır (Şekil 5, Şekil 6). Piksellere karşılık gelen noktaların mesafeleri ışının kameradan çıkıp tekrar kameraya döndüğü zamana kadar ki kat ettiği mesafenin ikiye bölünmesi ile hesaplanır. Ölçülen objenin ayna, cam, parlak metal yüzey ve çok hızlı hareket eden cisim olması durumunda nano kameranın ölçü doğruluğu önemli ölçüde kaybolmaktadır. Kameranın görüş açısı oldukça geniştir. Kısa ölçme mesafesinden dolayı ölçülecek cisme yakın konumlandırıldığında istenilen alanın tamamını görüntüleyebilir (Şekil 7). Kameranın her ölçü (frame) kaydında piksellere karşılık gelen dört değer ölçülmektedir (URL-12).

Bunlar;

- Mesafe (Range): Piksellerin cisme olan mesafeleri
- Sinyal şiddeti (Amplitude): Ölçülen noktadan yansıyan sinyalin şiddeti
- Güven derecesi (Flag): Piksellerin ölçü değerleri için güven ölçütleri
- XYZ koordinatları: Ölçülen mesafe değerlerinden hesaplanan koordinatlar

CamBoard nano kamerada ışıklanma süresi 12-2000µs (mikrosaniye) arasında değerler alır. Işıklanma süresinin uygun değeri görüntünün netlik durumuna göre ayarlanmalıdır. Genel olarak mesafe arttıkça ışıklanma süresi de artmaktadır.

CamBoard nano kamera yalnızca 30MHz frekansı ile kullanıldığı için birden fazla kamera aynı anda kullanıldığında karışıklığa neden olmaktadır (URL-12). Bu nedenle çoklu kamera kullanımında kameralar ardışık olarak kullanılmalıdır. Kamera USB kablo ile bilgisayara bağlanmakta ve bağlandıktan sonra çalışır duruma gelmektedir. Kullanıcı kontrol programı (LightVis) ile kamera görüntüsü ayarlanabilmektedir (Şekil 8).

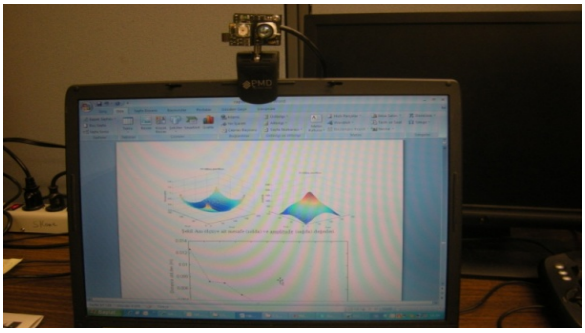
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI

Bu çalışmada ışıklanma süresi, ölçme mesafesi, ölçme alanının yansıtıcılığı ve ölçü sayısının LÖK'nın ölçü hassasiyetine etkisini araştırmak için farklı konfigürasyonlarla ölçüler yapılmıştır. Ölçü dosyalarından görüntü oluşturulması ve test sonuçlarının hesaplanması Matlab® programında hazırlanan kodlarla yapılmıştır. Ortalama görüntü dosyası oluşturulduktan sonra her pikselin (noktanın) koordinat bileşenleri için (4) bağıntısı (Piatti, 2010) ile standart sapma değerleri hesaplanmıştır.

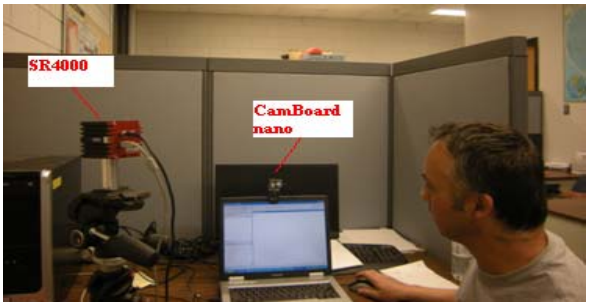
$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}(x_m - x_i)^2} \tag{4}$$

$$x_m = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} x_i \tag{5}$$

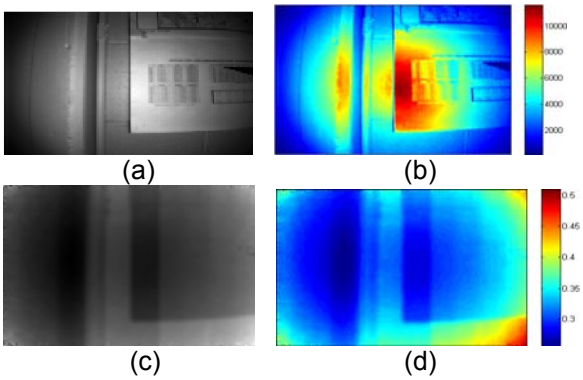
Burada n ölçü (frame) sayısı, x_i i inci ölçü ve σ herhangi bir ölçüye ait deneysel standart sapmadır.



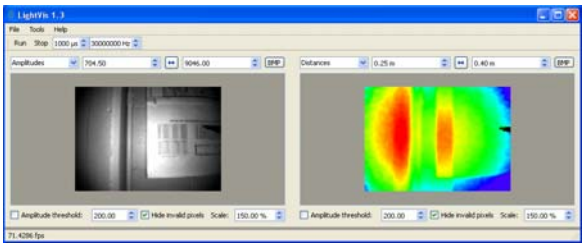
Şekil 5. PMD CamBoard nano kamera



Şekil 6. SR4000 ve PMD CamBoard nano kamera



Şekil 7. CamBoard nano kamera görüntüleri.
(a), (b) yansıma (amplitude) değerlerinin gri ve renklendirilmiş görüntüsü,
(c),(d) derinlik ölçülerinin gri ve renklendirilmiş görüntüleri (Işıklanma süresi =1000 mikrosaniye,
maksimum yansıma = 16001,
minimum yansıma =189.6667,
maksimum mesafe = 0.49 m,
merkez piksel mesafesi =0.26 m)



Şekil 8. CamBoard nano kamera kullanıcı programı LightVis 1.3 ekran görüntüsü

a. SR4000 Kamera

(1) Işıklanma süresi ve ölçü hassasiyeti ilişkisi

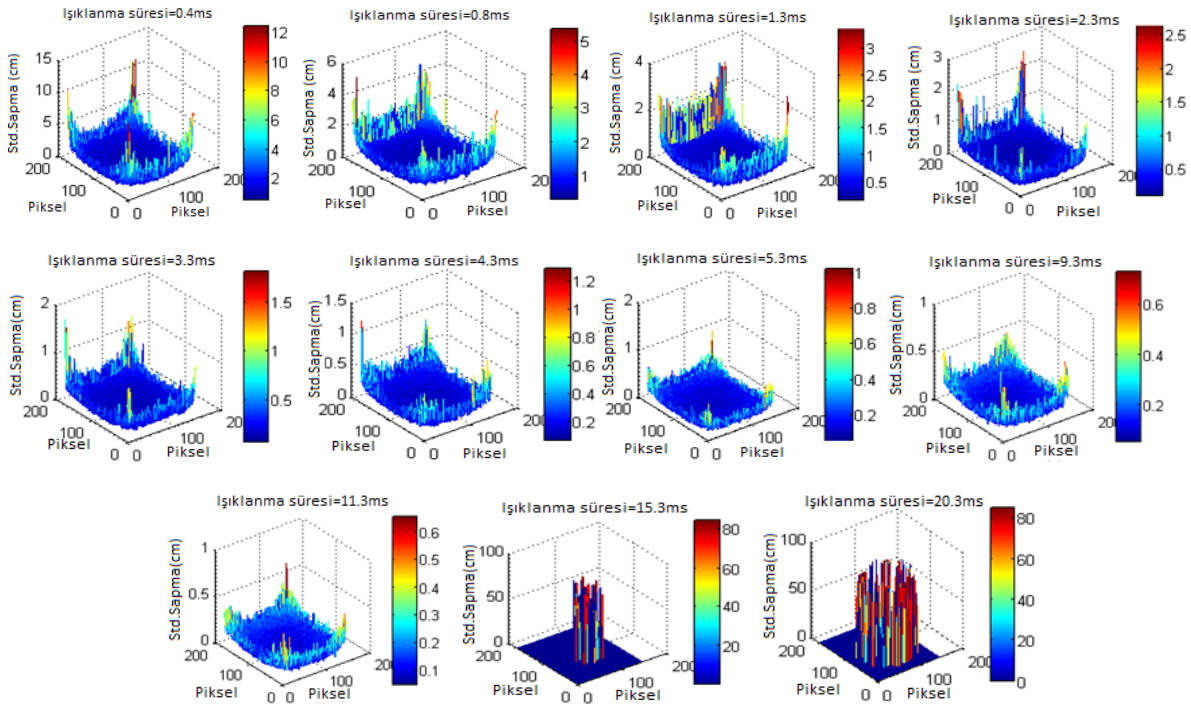
Işıklanma süresinin ölçüler üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla iki ayrı uygulama yapılmıştır. İlk uygulama duvar üzerinde ikincisi spektralon hedef levhası ile yapılmıştır.

Birinci uygulamada kamera beyaz duvardan yaklaşık 167 cm uzakta bir noktaya kurulmuş ve farklı ışıklanma süreleri ile ölçüler yapılmıştır. Işıklanma süresinin her farklı değeri için 30 ölçü kaydedilmiştir. Modülasyon frekansı, SwissRanger tarafından önseçimli olarak 30 MHz değeri ile verilmektedir ve diğer ölçülerde de aynı değer kullanılmıştır.

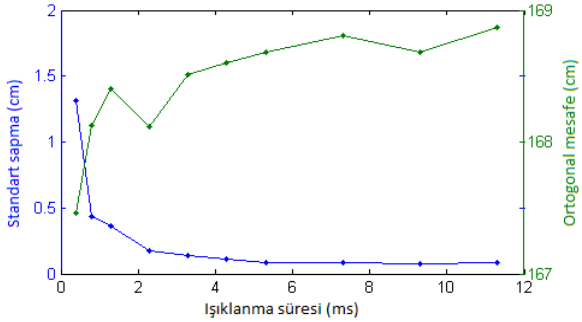
Standart sapma değerleri X,Y koordinat bileşenleri için çok küçük ve önemsiz değerdedir. En büyük etki Z koordinat bileşeninde olmaktadır. Bu çalışmadaki örneklerde Z koordinat bileşenine ait değerler hesaplanmıştır (Şekil 9).

Işıklanma süresi arttıkça ölçü hassasiyeti ve ölçülen mesafe değeri artmaktadır (Şekil 10). Aynı şekilde ışın yansıma şiddeti (amplitude) de artmaktadır (Şekil 11). Koordinat bileşenleri üzerindeki etkisi incelendiğinde ise XY koordinat bileşenleri üzerindeki etkinin Z koordinatına göre oldukça küçük ve önemsiz değerde olduğu görülmektedir (Şekil 12).

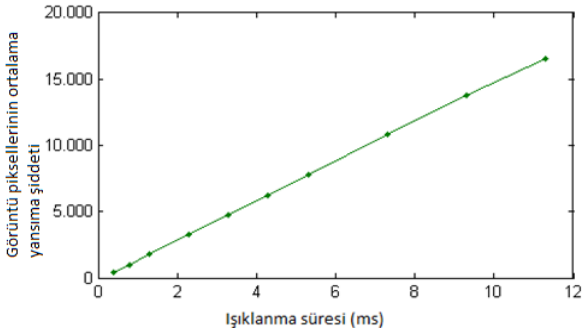
Yüzeyin yansıtma özelliğine göre ışıklanma süresinin ölçülere etkisini belirlemek için ikincin uygulama spektralon hedef ile yapılmıştır. Spektralon hedefler; olabildiğince düşük (siyah) ve olabildiğince yüksek (beyaz) yansıtma değerlerine sahip malzemelerden yapılmışlardır. Beyaz spektralon %99, siyah spektralon ise %10 yansıtma özelliğine sahiptir. Kamera 150 cm mesafeye kurularak siyah ve beyaz spektralon hedefler farklı ışıklanma süreleri ile ölçülmüştür (Şekil 13). Her ışıklanma süresi için 20 ölçü kaydedilmiş ve merkez piksel için standart sapma değerleri hesaplanmıştır (Şekil 14). Ayrıca her iki yüzeyin farklı ışıklanma süreleri ile ölçülen yansıma şiddeti değerleri karşılaştırılmıştır (Şekil 15). Bu ölçme mesafesinde beyaz spektralon ile ışıklanma süresinin 11.3 ms ve daha büyük değerleri için görüntü kaydedilememiştir.



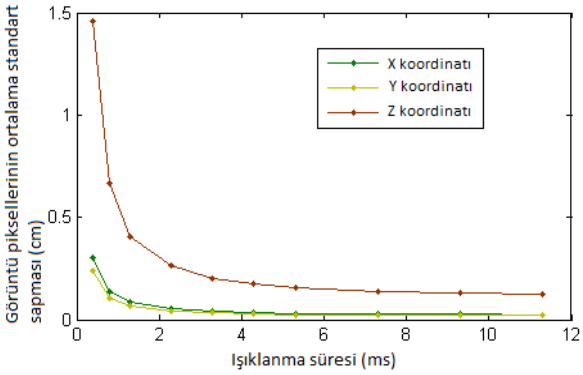
Şekil 9. Beyaz duvarda, farklı ışıklanma süreleri ile yapılan ölçüler için görüntü piksellerinin Z koordinat değerlerinin standart sapması. (Işıklanma süresi 15.3 ms ve 20.3 ms değerleri için görüntü elde edilememiştir. Ölçme mesafesi 167 cm'dir.)



Şekil 10. Merkez pikselde (satır 72, sütun 88) ışıklanma süresi ve ölçü mesafesinin standart sapması arasındaki ilişki



Şekil 11. Işıklanma süresi ve görüntü piksellerinin ortalama yansıma şiddeti arasındaki ilişki

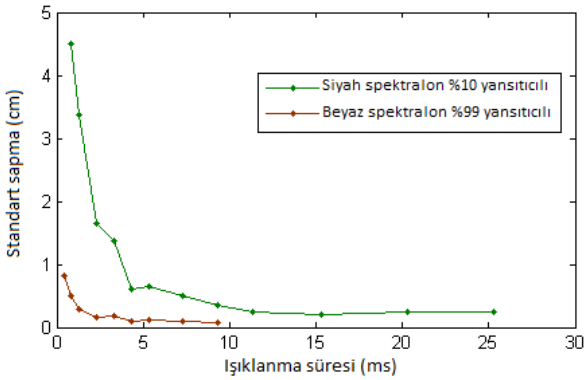


Şekil 12. Işıklanma süresi ve görüntü piksellerinin XYZ koordinatlarının ortalama standart sapma değerleri grafiği

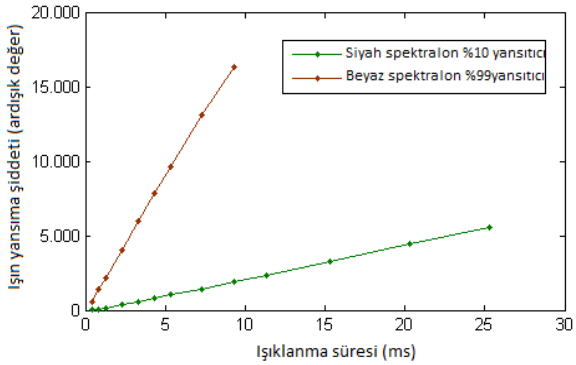
Yüzeyin yansıtma özelliğine göre ışıklanma süresinin ölçülere etkisini belirlemek için ikincin uygulama spektralon hedef ile yapılmıştır. Spektralon hedefler; olabildiğince düşük (siyah) ve olabildiğince yüksek (beyaz) yansıtma değerlerine sahip malzemelerden yapılmışlardır. Beyaz spektralon %99, siyah spektralon ise %10 yansıtma özelliğine sahiptir. Kamera 150 cm mesafeye kurularak siyah ve beyaz spektralon hedefler farklı ışıklanma süreleri ile ölçülmüştür (Şekil 13). Her ışıklanma süresi için 20 ölçü kaydedilmiş ve merkez piksel için standart sapma değerleri hesaplanmıştır (Şekil 14). Ayrıca her iki yüzeyin farklı ışıklanma süreleri ile ölçülen yansıma şiddeti değerleri karşılaştırılmıştır (Şekil 15). Bu ölçme mesafesinde beyaz spektralon ile ışıklanma süresinin 11.3 ms ve daha büyük değerleri için görüntü kaydedilememiştir.

Işıklanma süresinin çok küçük seçilmesi ölçünün standart sapmasında artışa neden olmakta dolayısıyla ölçü hassasiyeti azalmaktadır (Şekil 14). Yansıtma oranları farklı yüzeylerde aynı hassasiyette ölçü yapabilmek için yansıtma oranı düşük olan yüzey için ışıklanma süresi büyük seçilmelidir. Diğer yandan ışıklanma süresi arttıkça kameranın kaydettiği yansıma şiddeti de artmaktadır (Şekil 15).

Şekil 13. Siyah ve beyaz spektralon hedefler ile ölçü



Şekil 14. Spektralon hedef kullanılarak ışıklanma süresi ve ölçü hassasiyeti ilişkisi. (Merkez piksel, ölçme mesafesi=150 cm)



Şekil 15. Işıklanma süresi ve yansıma şiddeti grafiği (Mesafe=150 cm, IS=3.3 ms)

(2) Ölçme mesafesi ve ölçü hassasiyeti ilişkisi

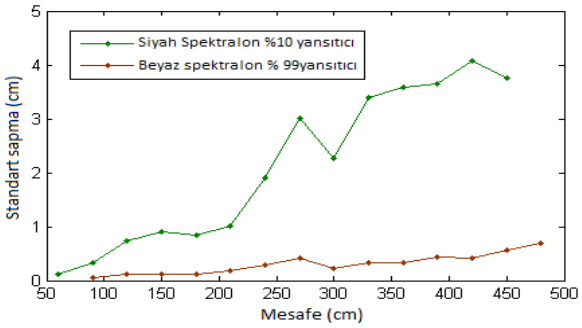
Ölçme mesafesine bağlı olarak kameranın ölçü hassasiyetini değerlendirmek için spektralon hedef ve kamera arasındaki mesafe her seferinde 30cm artırılarak 60 cm den 480 cm'ye kadar olan istasyonlardan ölçüler yapılmıştır. 3.3 ms ışıklanma süresi ile her istasyonda 30 görüntü kaydedilmiş ve (4) bağıntısı ile merkez piksel mesafesinin (Z koordinatı) standart sapması hesaplanmıştır (Şekil 16).

Beyaz spektralon ile yapılan ölçüde 3.3 ms ışıklanma süresi ile 60cm mesafeden ölçü elde edilememiştir. Bu mesafeden ölçü yapılabilmesi için ışıklanma süresi daha küçük olmalıdır. Diğer taraftan, siyah spektralon ile yapılan ölçüde ise 450cm den sonra 3.3 ms ışıklanma süresi ile ölçü yapılamamıştır.

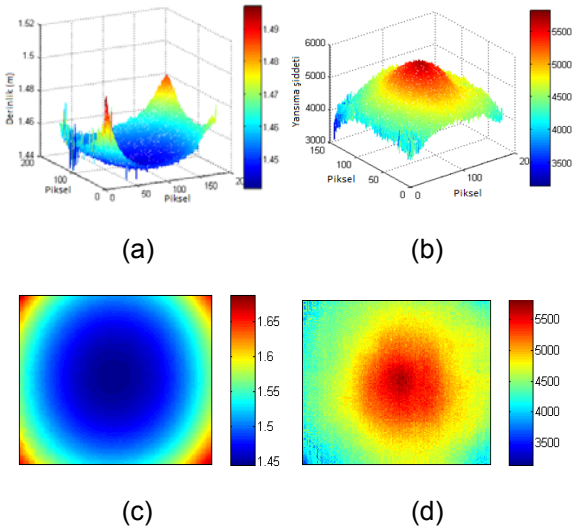
SR4000 kameranın en büyük ölçme mesafesi 5 m dir. Yapılan çalışmada bu değerden daha büyük mesafede görüntü elde edilememiştir. Ölçme mesafesi arttıkça ölçü hassasiyeti (precision) azalmaktadır. Aynı ışıklanma süresi ile yapılan ölçüm sonuçlarına göre yansıtıcı özelliği düşük olan yüzeyin ölçü hassasiyeti de düşük olmaktadır (Şekil 16). Yansıtma oranı düşük yüzeylerde ölçü hassasiyetini artırmak için ışıklanma süresi büyük seçilmelidir.

(3) Ölçü hassasiyeti ve yansıma değerlerinin görüntü üzerinde dağılımı

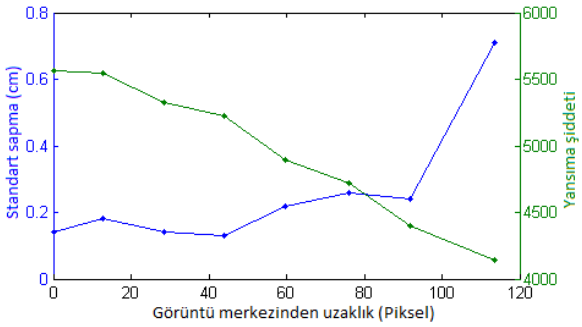
Görüntü üzerinde yansıma şiddeti ve mesafenin standart sapma değerleri arasındaki ilişkinin belirlenmesi için düz duvar 150 cm mesafeden ölçülmüştür. Görüntünün ortasından kenarlara doğru uzaklaştıkça ışının yüzey normali ile yaptığı açı artmakta ve buna bağlı olarak yansıma şiddeti azalmaktadır. Yansıma şiddeti azaldıkça ölçü hassasiyetinin de azaldığı görülmüştür (Şekil 17, Şekil 18).



Şekil 16. Spektralon hedef ile yapılan ölçüde ölçü mesafesi ve ölçü hassasiyeti ilişkisi.
(Merkez piksel, IS=3.3 ms)



Şekil 17. Düz duvarda 150 cm mesafeden 3.3 ms IS ile kaydedilen 30 ölçünün ortalaması ile elde edilen sonuçlar.
(a) Derinlik (Z koordinatı) değerleri,
(b) yansıma şiddeti,
(c) görüntü düzleminde derinlik,
(d) yansıma şiddeti görüntüsü



Şekil 18. Görüntü üzerinde yansıma ve ölçü hassasiyeti ilişkisi

(4) Aynı görüntüde farklı yansıma değerlerine karşılık ölçü hassasiyeti ilişkisi

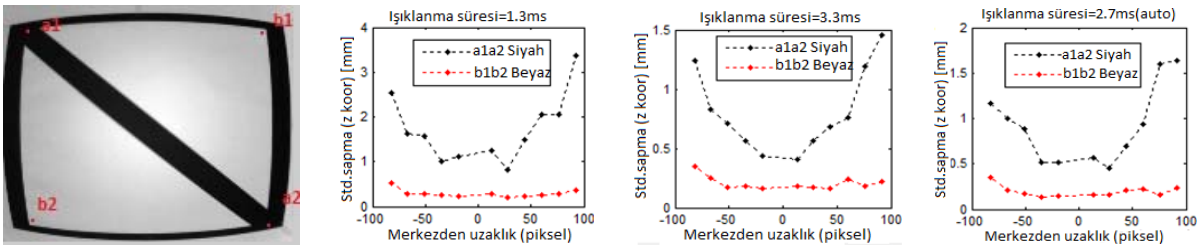
Aynı ölçü değerleri ile ölçü yapıldığında yansıma değeri yüksek ve düşük alanlarda ölçülerin standart sapmaları ve görüntü üzerindeki dağılımları incelenmiştir. Yansıma değerleri farklı yüzeylerden elde edilen standart sapma değerlerinin görüntü merkezinden aynı uzaklıkta noktalara göre dağılımını incelemek için özel bir test şekli oluşturulmuştur (Şekil 19). Oluşturulan şekil duvar üzerine yerleştirilerek 1m mesafeden SR4000 kamera ile ölçülmüştür. Işıklanma süresinin 1.3ms ve 3.3ms değerleri için ölçü yapılmıştır. Ayrıca SR4000 uygulama programı tarafından otomatik olarak hesaplanan ışıklanma süresi ile de ölçü yapılmıştır. Işıklanma

süresi için otomatik seçeneği işaretlendiğinde SR-3D-Viewer programı ışıklanma süresini 2.7ms olarak hesaplamıştır. Işıklanma süresinin her değeri için 30 ölçü kaydedilmiş ve ortalama görüntü dosyası oluşturulmuştur. Daha sonra görüntü üzerinde siyah ve beyaz yüzeylere karşılık gelecek şekilde iki hat (a1a2 ve b1b2) oluşturulmuş ve bu hatlar üzerinde merkezden eşit uzaklıkta noktalar için ortogonal (Z koordinatı) mesafenin standart sapma değerleri hesaplanmıştır. Hesaplanan standart sapma değerleri aynı grafik üzerinde gösterilerek aralarındaki ilişki araştırılmıştır (Şekil 19). Şekilden görüleceği gibi görüntü merkezinden aynı uzaklıktaki noktalarda yansıma değeri yüksek (beyaz) olan yüzeylerin standart sapma değerleri yansıma değeri düşük (siyah) olan yüzeylere göre daha küçüktür.

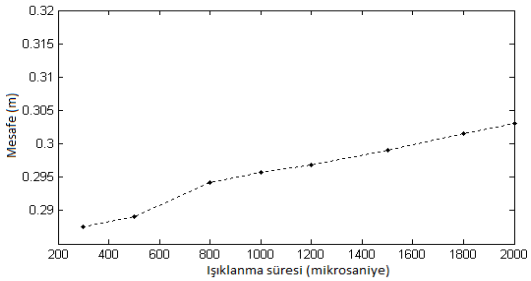
b. CamBoard nano Kamera

CamBoard nano kameranın ölçme hassasiyetini değerlendirmek için kamera beyaz duvardan 30cm uzağa yerleştirilmiş ve farklı ışıklanma süreleri ile ölçüler yapılmıştır. Bu ölçülerden ışıklanma süresi ve ölçü hassasiyeti arasındaki ilişki araştırılmıştır. Işıklanma süresi arttıkça ölçülen mesafenin bir miktar arttığı görülmüştür (Şekil 20). Buna karşılık ölçü hassasiyetinin azaldığı görülmüştür. (Şekil 21).

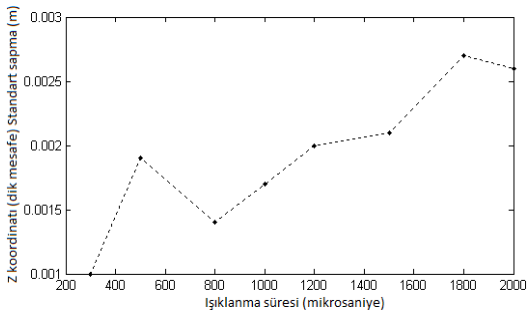
Diğer yandan görüntünün merkezinden uzaklaştıkça yansıma şiddeti ve buna bağlı olarak ölçü hassasiyetinin azaldığı tespit edilmiştir (Şekil 22, Şekil 23).



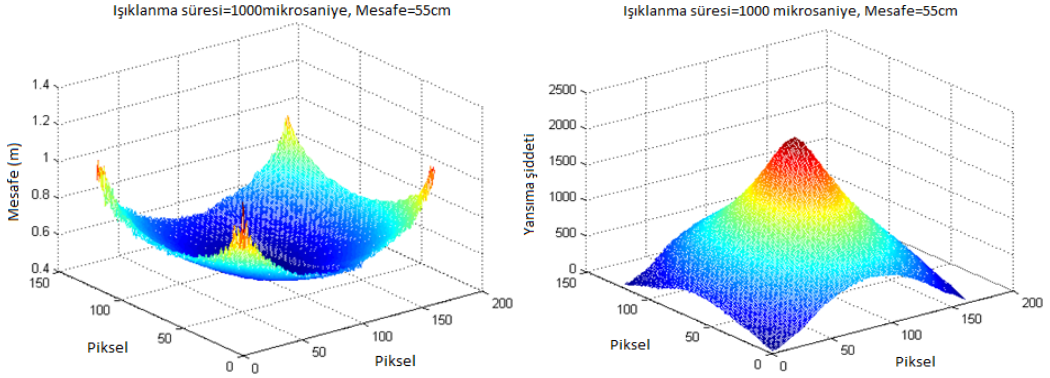
Şekil 19. SR4000 kamerada görüntü merkezinden aynı uzaklıkta farklı yansıma değerli yüzeylerin standart sapma değerleri arasındaki ilişki. (Ölçme mesafesi=100cm)



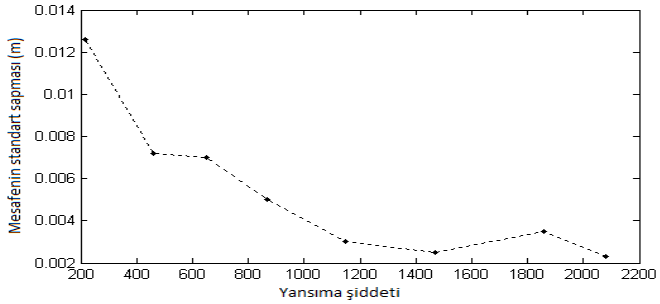
Sekil 20. CamBoard nano kamerada ışıklanma süresi ve ölçülen mesafe ilişkisi (Ölçü mesafesi=30 cm)



Sekil 21. CamBoard nano kamerada ışıklanma süresi ve ölçü hassasiyeti ilişkisi (Ölçü mesafesi=30 cm)



Şekil 22.CamBoard nano kamerada aynı ölçüye ait derinlik (dik mesafe) (solda) ve yansıma şiddeti (sağda) değerleri (IS=1000 µs, mesafe=55 cm)



Sekil 23. Aynı görüntü alanı içinde resmin ortasından kenarlara doğru yansıma şiddeti ve buna bağlı olarak da hassasiyet azalmaktadır (IS=1000 µs, mesafe=55 cm)

5. SONUÇLAR

Bu çalışmada lazerli ölçme kameraları tanıtılmış ve SR4000 ve CamBoard nano kameralarının ölçme hassasiyetlerine ilişkin sonuçlar verilmiştir. LÖK video kayıt hızında ölçü yapmakta, dolayısıyla ölçü esnasında çok sayıda veri kaydedilmektedir. Ölçülerden elde edilen verilerin depolanması ve işlenmesi yeterli bilgisayar kapasitesi gerektirir. Statik ölçmelerde gereğinden fazla görüntü kaydı ortalama ölçü dosyasının hassasiyetini çok fazla etkilememektedir. Bu nedenle fazla görüntü kaydından kaçınılmalıdır. Işıklanma süresi, ölçme yüzeyinin yansıtıcılığı ve ölçme mesafesi kameranın ölçü hassasiyetini doğrudan etkilemektedir. Bu değerlerin ölçülere etkisi en fazla Z koordinat bileşeninde (ortogonal distance) olmaktadır. XY koordinat bileşenlerine etkisi önemsiz derecede çok düşüktür. Işıklanma süresinin ideal değeri yüzeyin yansıtma özelliğine göre değişmektedir. Ölçme anında elde edilen görüntünün netlik durumuna göre uygun ışıklanma süresi seçilmelidir. Genel olarak yansıtma özelliği düşük olan yüzeylerde bu değer daha yüksek seçilmelidir. Uygun kamera ayarları ile yüksek hassasiyette ölçüler yapılabilir. Maksimum ölçme mesafesi (5m) ve piksellerin cisim üzerinde karşılık geldikleri mesafeler (SR4000 kamerada 0.24 derece piksel ışın açıklığı maksimum ölçme mesafesinde 2cm dir) dikkate alındığında SR4000 kamera 3B konum bilgisi ölçmek amacıyla pek çok uygulamada kullanılabilecek özelliktedir. CamBoard nano kameranın ölçme mesafesi çok kısadır. Cisim yada ölçü alanına yakın kurularak derinlik belirleme yada hareket tanımlamak amacıyla kullanılır.

Diğer konum ölçme ve 3B modelleme yöntemleri ile karşılaştırıldığında lazerli ölçme kameralarının şu özellikleri öne çıkmaktadır:

Kısıtlayıcı özellikleri:

- Kısa ölçme mesafesi,
- Ölçülerin renk bilgisi içermemesi nedeniyle detay seçiminde zorluk,
- Ortama göre değişken kamera ayarları,
- Doğrudan güneş ışığında kullanılamamasıdır.

Üstün özellikleri:

- Video çekim hızında ölçme,

- Görüntü alanının koordinat ve yansıma değerlerinin anlık ölçümü,
- Mobil ölçü yapabilme,
- Düşük maliyet,
- Diğer sistemlerle entegre ölçü yapabilme,
- Cisim yüzeyinin yeterli sıklıkta nokta ile ölçülebilmesi

olarak sıralanabilir.

BİLDİRİM VE KABUL

Bu çalışma TÜBİTAK BİDEB 2219 Doktora Sonrası Yurt Dışı Araştırma Burs Programı kapsamında The University of Calgary'de yapılmıştır.

K A Y N A K L A R

Becerro, F.G., (2008), **External-Self-Calibration of a 3D time-of-flight camera in real environments**, Master sciences thesis Erasmus Mundus in Vision and Robotics (VIBOT), 51 pages.

Beringe, A.V., (2012), **Performance Evaluation of a Range Camera SR4000**, Diplomarbeit, Ausgeführt am Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung der Technischen Universitat Wien, 87 pages.

Besl P.J., McKay, N.D., (1992), **A Method for Registration of 3-D Shapes**, IEEE Transsactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 14(2): 239-256.

Boehm, J., Pattinson, T., (2010), **Accuracy of Exterior Orientation for a Range Camera**, International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, 38(5), Newcastle upon Tyne, UK.

Breuer, P., Eckes, C., Muller, S., (2007), **Hand Gesture Recognition with a Novel IR Time-of-Flight Range Camera–A Pilot Study**, A. Gagalowicz and W. Philips (Eds.): MIRAGE 2007, LNCS 4418: 247–260.

Cazorla, M., Viejo, D., Pomares, C., (2010), **Study of the SR4000 Camera**, XI Workshop de Agentes Físicos, Valencia, September.

Centeno, J.A.S., Jutzi, B., (2010), **Evaluation of a range imaging sensor concerning resolution and illumination**, International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences 38(1) (on CD).

Clemente, L., Davison, A., Reid, I., Neira J., Tardos, J.D., (2007), **Mapping Large Loops with a Single Hand-Held Camera, Proc. Robotics**, Science and Systems Conference, Atlanta, June, 8 pages.

Chen, Y., Medioni, G., (1992), **Object Modelling by Registration of Multiple Range Images**, Image and Vision Computing, 10(3): 145–155.

Cui, Y., Schuon, S., Chan, D., Thrun, S., Theobalt, C., (2010), **3D Shape Scanning with a Time-of-flight Camera**, IEEE conference on Computer Vision and Pattern Recognition, San Francisco, CA, 13-18 June: 1173-1180.

Frank, B. Schmedding, R., Stachniss, C., Teschner, M., Burgard, W., (2010), **Learning the Elasticity Parameters of Deformable Objects with a Manipulation Robot**, In Proc. of the IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS), Taipei, Taiwan, 2010. paper (7 pg, pdf).

Gokturk, S.B., Yalcin, H., Bamji, C., (2004), **A Time-Of-Flight Depth Sensor – System Description, Issues and Solutions**, Proceedings of the 2004 IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition Workshops (CVPRW'04), 27-02 June, DOI: 10.1109/CVPR.2004.459, Vol.3, page 35.

Hussmann, S., Ringbeck, T., Hagebeuker, B., (2008), **A Performance Review of 3D TOF Vision Systems in Comparison to Stereo Vision Systems**, Stereo Vision, Ed.by Dr.Asim Bhatti, p.372, November, I-Tech, Vienna, Austria.

Jamtsho, S., (2010), **Geometric Modelling of 3D Range Cameras and Their Application for Structural Deformation Measurement**, Master Sciences Thesis, Department of Geomatics Engineering, Calgary, Alberta, December, 161 pages.

Jamtsho, S., Lichti, D.D., (2010), **Modelling Scattering Distortion in 3D Range Camera, International**, Archives of Photogrammetry,

Remote Sensing and Spatial Information Sciences, 38(5), Newcastle upon Tyne, UK.: 299-304.

Kahlmann, T., (2007), **Range Imaging Metrology: Investigation**, Calibration and Development, PhD Thesis, ETH Zurich, 143 pages.

Kahlmann, T., Remondino, F., Ingensand, H., (2006), **Calibration for Increased Accuracy of the Range Imaging Camera Swissranger**, ISPRS Commission V Symposium 'Image Engineering and Vision Metrology'. IAPRS 36(5), Dresden 25-27 September 2006.

Karel, W., Ghuffar, S., Pfeifer, N., (2012), **Modelling and Compensating Internal Light Scattering in Time of Flight Range Cameras**, The Photogrammetric Record, 27(138): 155–174.

Lahamy, H., Lichti, D.D., (2012), **Towards Real-Time and Rotation-Invariant American Sign Language Alphabet Recognition Using a Range Camera**, Sensors, 12 (11): 14416-14441.

Lange, R., (2000), **3D Time-of-Flight Distance Measurement with Coustom Solid-State Image Sensors in CMOS/CCD-Technology**, PhD thesis, University of Siegen, 2000.

Lichti, D.D., Jamtsho, S., El-Halawany, S.I., Lahamy, H., Chow, J., Chan, T.O., El-Badry, M., (2012a), **Structural Deflection Measurement with a Range Camera**, ASCE Journal of Surveying Engineering. 138(2): 66-76.

Lichti, D.D., Qi, X., Ahmed, T., (2012b), **Range Camera Self-Calibration with Scattering Compensation**, ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 74(2012): 101-109.

Lichti, D.D., Qi, X., (2012), **Range Camera Self-Calibration with Independent Object Space Scale Observations**, Journal of Spatial Sciences, 57(2): 247-257.

Lichti, D.D., Kim, C., Jamtsho, S., (2010), **An integrated bundle adjustment approach to range camera geometric self-calibration**, ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 65(2010): 360-368.

Lichti, D.D., (2008), **Self-Calibration of a 3D Range Camera**, The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences (IAPRS), 37(B5): 927-932.

May, S., Doerschel, D., Holz, D., Fuchs, S., Malis, E., Nüchter, A., Hertzberg, J., (2009), **Three-Dimensional mapping with Time-of-Flight Cameras**, Journal of Field Robotics 26(11–12): 934–965.

Oggier, T., Lehmann, M., Kaufmann, R., Schweizer, M., Richter, M., Metzler, P., Lang, G., Lustenberger, F., Blanc, N., (2004), **An All-Solid-State Optical Range Camera for 3D Real-Time Imaging with Sub-Centimeter Depth Resolution (SwissRanger)**, Proc. SPIE 5249, 534 (2004); doi:10.1117/12.513307.

Oggier, T., Büttgen, B., Lustengerber, F., (2005), **Swissranger SR3000 and First Experiences Based on Miniaturized 3d-tof Cameras**, ETH 1st RIM Days.

Piatti, D. (2010), **Time-of-Flight Cameras: Tests, Calibration And Multi Frame Registration For Automatic 3D Object Reconstruction**, PhD Thesis, Politecnico di Torino Doctoral school of Environment and Territory.

Pirker, K., Rüther, M., Bischof, H., (2010), **An Omnidirectional Time-of-Flight Camera and its Application to Indoor SLAM**, 11th Int. Conf. Control, Automation, Robotics and Vision Singapore, 7-10th December, pp. 988-993.

Rapp, H., (2007), **Experimental and Theoretical Investigation of Correlating TOF-Camera Systems**, Diploma Thesis in Physics, Insitut f˙ur Wissenschaftliches Rechnen (IWR), 71 pages.

Shahbazi, M., Homayouni, S., Saadatseresht, M., Sattari, M., (2011), **Range Camera Self-Calibration Based on Integrated Bundle Adjustment via Joint Setup with a 2D Digital Camera**, Sensors, 11, doi:10.3390/s110908721: 8721-8740.

Sturm, J., Konolige, K., Stachniss, C., Burgard, W., (2010), **3D Pose Estimation, Tracking and Model Learning of Articulated Objects**

from Dense Depth Video using Projected Texture Stereo, Proc. of the Workshop RGB-D: Advanced Reasoning with Depth Cameras at Robotics: Science and Systems (RSS), Zaragoza, Spain.

SR4000 Manual, (2012), **SR4000 User manual**, Version 2. MesaImaging.

Teizer, J., (2008), **3D Range Imaging Camera Sensing for Active Safety in Construction**, ITcon, vol. 13(2008): 103-117.

Tournas, E., Tsakiri, M., (2010), **Distance Error Estimation for Range Imaging Sensors**, International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, 38(5), Newcastle upon Tyne, UK.

URL-1: Fotonic, http://www.fotonic.com/assets/documents/fotonic_P70_20130321.pdf, (Erişim Tarihi: 25 Nisan 2013)

URL-2: Fotonic, http://www.fotonic.com/assets/documents/Fotonic_E-series_20130404.pdf, (25 Nisan 2013)

URL-3: ifm electronic gmbh, http://www.ifm.com/products/aus/ds/O3D201.htm (25 Nisan 2013)

URL-4: MesaImaging, http://www.mesa-imaging.ch/prodview4k.php, (25 Nisan 2013)

URL-5: Optex, http://www.optex.co.jp/e/product/3d.html, (25 Nisan 2013)

URL-6: Softkinetic-optrima, http://72dpi02.cblue.be/SKO/index.php?id=87&sid=102, (25 Nisan 2013)

URL-7: Panasonic, http://www2.panasonic.biz/es/densetsu/device/3DImageSensor/en/product.html, (25 Nisan 2013)

URL-8: Pmd Technologies, http://www.pmdtec.com/fileadmin/pmdtec/downloads/documentation/datenblatt_camcube3.pdf (2 December, 2011), (15 Şubat 2013)

URL-9: Pmd Technologies, http://www.pmdtec.com/solutions/camera_developer.php, (25 Nisan 2013)

URL-10: PrimeSense, http://www.primesense.com/wp-content/uploads/2013/02/PrimeSense_3DsensorsWeb.pdf, (25 Nisan 2013)

URL-11: SoftKinetic, http://www.softkinetic.com/Portals/0/Download/WEB_20120907_SK_DS325_Datasheet_V2.1.pdf, (25 Nisan 2013)

URL-12: pmd (sponsoring) education program, https://www.cayim.com/faq, (25 Nisan 2013)

Topoğrafik Verilerin Hazırlanması ve Sunumu
(Topographic Data Preparation and Presentation)

Mustafa CANIBERK, Abdullah OKUL, Abdullah SAYGILI, Bekir YÜKSEL
Harita Genel Komutanlığı, Fotogrametri Dairesi, Ankara,
mustafa.caniberk@hgk.msb.gov.tr

ÖZET

Ülkemizde; sivil ve askeri tüm kullanıcılara geçmişte basılı haritalar şeklinde sağlanmakta olan klâsik ürün desteği, gelişen bilgisayar teknolojisine paralel olarak modern tekniklerle üretilen sayısal coğrafi ürün desteği haline dönüşmüştür. Bu ürünler; savunma amaçlı olarak kullanılan sistemlerin geniş bir yelpaze içerisinde ihtiyaçlarını karşılamakta, kalkınma amaçlı olarak çeşitli kamu kurum ve kuruluşlarının coğrafi bilgi gerektiren projelerini desteklemektedir.

Sayısal coğrafi bilgiye olan ihtiyaçların devamlı artış eğiliminde olması, üretilen sayısal coğrafi verilerin tekrar gözden geçirilerek; üretimde kullanılan veri modelinin kullanıcı ihtiyaçlarına uygun olarak güncelleştirilmesini ve bu veri modeline uygun olarak coğrafi veri tabanlarının tasarımını gerektirmektedir.

Harita Genel Komutanlığında üretilen coğrafi verileri dosya bazından kurtararak kesintisiz bir yapıya dönüştürebilmek, verilerin gerçek dünyayı en iyi şekilde temsil edebilmesi için uygun modellerle yapılandırabilmek için 1:25.000 Ölçekli Topoğrafik Vektör Veritabanı (TOPO25) kurulmuştur.

Mevcut 1:25.000 ölçekli sayısal harita üretiminde kullanılan coğrafi veriler, sayısal fotogrametrik yöntemle hava fotoğraflarından üretilmekte ve arazide topoğrafik bütünlemesi yapılarak, 1:25.000 Ölçekli Topoğrafik Vektör Veritabanına aktarılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: *Topoğrafik Vektör Veri, Vektör Veritabanı, Coğrafi Bilgi Sistemi.*

ABSTRACT

In our Country; the classical product support which provided in the past with the form of printed maps to civilian and military users, has become digital geographic product support produced with modern techniques parallel with developing computer technology. These products; welcomes the systems used for the purpose of defense needs in a wide range of variety and supports the projects of variety of public agencies and institutions in need of geographic information which is used for development purposes.

Digital geographic information, which needs continuous upward trend, with the produced digital geographic data reviewed again; the data model used in production to be updated in accordance with the user needs and requires the design of the geographical databases according to this data model.

1:25.000 Scaled Topographic Vector Database (TOPO25) has been established to convert the geographic data produced by the General Command of Mapping into a seamless structure by saving the data from file structure and configure the data with best suited models for the best way to represent the real world.

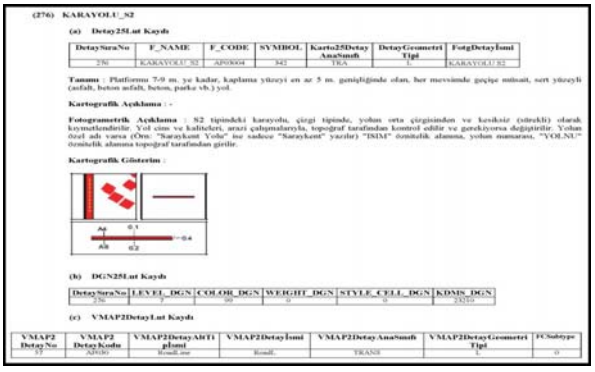
Available geographic data used in the production of 1: 25,000 scaled digital maps, produced from aerial photos using digital photogrametric technique and conveyed in to 1:25,000 Scaled Topographic Vector Database after completed in the field.

Keywords: *Topographic Vector Data, Vektor Database, Geographic Information System.*

1. GİRİŞ

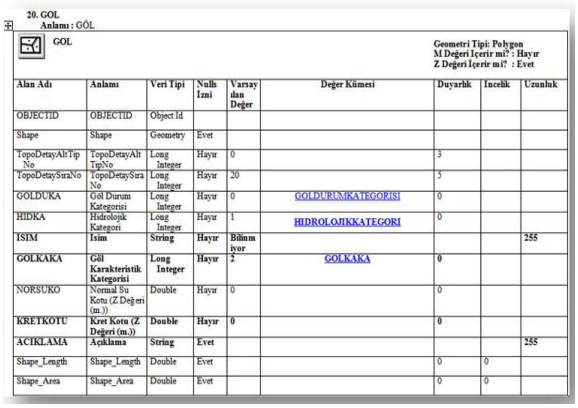
Harita Genel Komutanlığında 1:25.000 ölçekli Topoğrafik Vektör Veritabanı için öncelikle analiz çalışmaları yapılmış, uygun mantıksal veri modeli oluşturulmuş, bu modeli destekleyen veritabanı tasarlanmış, uygun veri toplama sistemi ve kalite kontrol sistemi kurulmuştur.

1:25.000 ölçekli vektör harita üretim sistemi içinde fotogrametrik ve kartografik olarak toplanan detaylar incelenmiş, VMAP (Vector Map) veri modelindeki sınıflardan da faydalanılarak, yeni topoğrafik detay sınıfları ve bu topoğrafik detayların alt tipleri tespit edilmiştir. Tespit edilen bu topoğrafik detayların öznitelikleri ve öznitelik değer kümeleri belirlenmiştir. Yapılan çalışmalar yaklaşık 1000 sayfalık bir analiz dokümanında toplanmıştır (Şekil 1).



Şekil 1. Veri Analizi Dokümanı

Belirlenen topoğrafik detayları, özniteliklerini, alt sınıflarını, değer kümelerini ve dönüşüm tablolarını gösteren UML (Unified Modelling Language) diyagramları hazırlanmıştır. TOPO25 tasarım çalışmalarının sonuçlarını anlaşılır şekilde açıklamak için yaklaşık 200 sayfalık bir veri sözlüğü oluşturulmuştur (Şekil 2). Veri sözlüğü ile detay grupları (feature class), alt tipler (subtypes), değer kümeleri (domains) ve öznitelik alanları açıklanmıştır.



20. GOL
Anlamı : GÖL

GOL

Geometri Tipi: Polygon
M Değeri İçerir mi? : Hayır
Z Değeri İçerir mi? : Evet

Alan Adı	Anlamı	Veri Tipi	Nulls İzni	Varsayılan Değer	Değer Kümesi	Duyarlık	Ölçek	Uzunluk
OBJECTID	OBJECTID	Object Id						
Shape	Shape	Geometry	Evet					
TopoDetayAltTipNo	TopoDetayAltTipNo	Long Integer	Hayır	0		3		
TopoDetaySıraNo	TopoDetaySıraNo	Long Integer	Hayır	20		5		
GOLDUKA	Göl Durum Kategorisi	Long Integer	Hayır	0	GOLDURUMKATEGORISI	0		
HIDKA	Hidrolojik Kategori	Long Integer	Hayır	1	HIDROLOJIKKATEGORI	0		
ISIM	İsim	String	Hayır	Bilinmiyor				255
GOLKAKA	Göl Karakteristik Kategorisi	Long Integer	Hayır	2	GOLKAKA	0		
NORSUKO	Normal Su Kotu (Z Değeri (m.))	Double	Hayır	0		0		
KRETKOTU	Kret Kotu (Z Değeri (m.))	Double	Hayır	0		0		
ACIKLAMA	Açıklama	String	Evet					255
Shape_Length	Shape_Length	Double	Evet			0	0	
Shape_Area	Shape_Area	Double	Evet			0	0	

Şekil 2. Veri sözlüğü

1:25.000 Ölçekli Topoğrafik Veri Tabanı UML Diyagramları VISIO yazılımı ile XML formatında veri şemasına dönüştürülmüştür. Oluşturulan veri şeması, ArcCatalog ara yüzündeki Schema Wizard aracı ile Oracle üzerinde çalışacak bir ArcSDE veritabanına dönüştürülmüştür. Fiziksel olarak ortaya çıkan veri tabanında UML araçları ile tanımlanamayan özellikler ArcCatalog ile tanımlanmıştır (Şekil 3).

Şekil 3. Veri modelinin veritabanına aktarımı

Fotogrametrik yöntemle toplanmış ve arazide bütünlenmiş paftaların, 1:25.000 ölçekli topoğrafik veritabanına yüklenebilecek şekilde yapılandırılması ve kullanıcı gereksinimlerine uygun veri sağlanması amacıyla ESRI ArcGIS/ArcObjects kullanılarak; Veri Ön Düzenleme, Veri Yapılandırma, Veri Dönüşüm, Veri Kontrol, Kullanıcı ve Yetkilendirme İşlemleri ile ilgili toplam 74 adet program hazırlanmıştır.

2. VERİ TOPLAMA VE KALİTE KONTROL SİSTEMİ

a. Veri Ön Düzenleme Çalışmaları

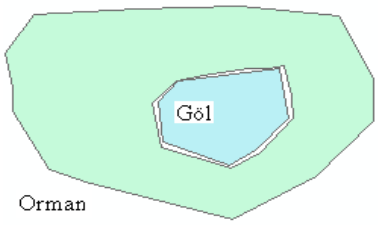
(1) Kapanmayan Alanların Tespiti

Fotogrametrik kıymetlendirme sonrasında DGN formatında veri elde edilmektedir. Bu veri üzerinde bütünleme çalışmalarının yapılabilmesi için kişisel veri tabanı formatına (Personal Geodatabase - MDB) dönüştürülmesi gerekmektedir. DGN formatındaki veri yapısında nokta ve çizgi olmak üzere iki geometri tipi mevcuttur. Alan detaylar başlangıç ve bitiş noktaları aynı olan çizgilerle ifade edilmektedir.

MDB formatındaki veri yapısında ise nokta, çizgi ve alan olmak üzere üç geometri tipi mevcuttur. Bundan dolayı çizgi geometri tipindeki detayların bir kısmı MDB veri yapısına alan detay olarak dönüştürülmektedir. Bu dönüşüm sırasında çizgi olarak toplanmış detaylarda kapanmayan alanlara rastlanılmaktadır. Kapanmayan alan detaylara karşılık gelen DGN formatındaki çizgi detaylar, manuel olarak düzeltilmektedir.

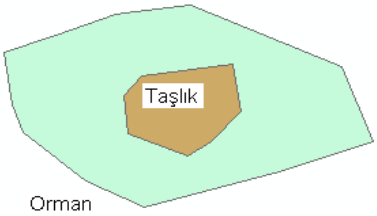
(2) İç İçe Alanların Çıkartılması

Bazı alan detaylar, aralarındaki topolojik ilişkiye göre, ortak alana sahip olamaz. Örneğin "ORMAN" detayı içerisinde "GOL" detayı bulunabilir, fakat "ORMAN" detayı ve "GOL" detayının alanları birbirlerinin üzerinde olamaz (Şekil 4).



Şekil 4. Ortak alana sahip olmayan alanlar

Alan detaylara ilişkin benzer topolojik tutarsızlıklar, hazırlanan "İç İçe Alanların Çıkartılması" programı ile düzeltilir. "ORMAN" – "TAŞLIK" örneğinde ise çıkartılması gereken alan bulunmamaktadır. Çünkü bu alan detaylar arazide ortak alana sahip olabilirler (Şekil 5). Ortak alana sahip olabilecek detaylar veritabanında oluşturulan bir tabloda tanımlanmıştır.



Şekil 5. Ortak alana sahip olan alanlar

(3) UTM Koordinat Sisteminden Coğrafi Koordinat Sistemine Dönüşüm

TOPO25 veritabanında veriler coğrafi koordinatları ile tutulmaktadır. Bu yüzden UTM koordinat sistemi ile üretilen veri "UTM2COG Programı" kullanılarak coğrafi koordinat sistemine dönüştürülmektedir.

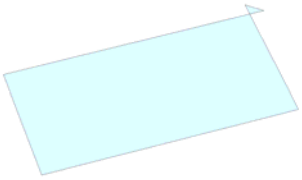
b. Veri Yapılandırma Çalışmaları

(1) Yazı Katmanı Hazırlama

Üretilen haritalar üzerinde gösterilen "İncirlikıran Mevki", "Kuleyeri Tepe" gibi detaya bağlı olmayan coğrafi yer isimlerini veritabanında saklayabilmek için "ANNOTATION" detay sınıfı kullanılmaktadır. Bu detay sınıfına veri girmek ve düzenlemek maksadıyla "Yazı Katmanı Programı" kullanılmaktadır.

(2) Geometri Hatalarının Düzeltilmesi

Verinin üretimi ve düzenleme aşamalarında detay geometrilerinde hatalar oluşabilmektedir. Örneğin "BUYUKTESIS" detayının geometrisinde hatalı küçük bir alan bulunmaktadır (Şekil 6). Bu gibi hataların düzeltilmesi maksadıyla "Geometri Düzeltme Programı" kullanılmaktadır.



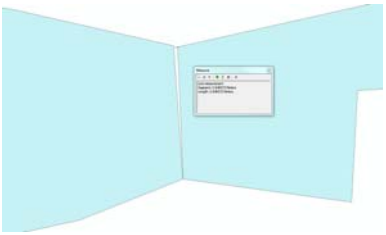
Şekil 6. Geometri hatası

(3) Kot Değerlerinin Kontrolü

Bu denetimle, "MUNHANI" çizgi detayının her düğüm noktasının aynı yükseklik değerinde olması kontrol edilerek gerçekleştirilir. Örneğin 100 metreden geçen "MUNHANI" detayının her düğüm noktasında yükseklik değeri 100 metredir. Bu değerin kontrolü "Kot Kontrol Programı" kullanılarak yapılmaktadır.

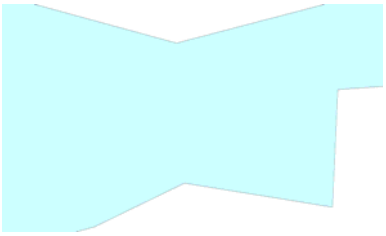
(4) Kenarlaştırma ve Birleştirme İşlemleri

1:25.000 ölçekli topoğrafik verinin, kesintisiz (paftadan bağımsız) bir yapıda veritabanında tutulabilmesi için çizgi ve alan geometri tipindeki ucu açık kalan detaylarda kenarlaştırma işlemi yapılır ve aynı özniteliğe sahip olan detaylar birleştirilerek tek bir detay haline getirilir. Örneğin Şekil 7'de bulunan 2 adet "TARLABAHCE" detayı birbirine 1 metreden daha yakın ucu açık kenarlara sahip oldukları için kenarlaştırma işlemi yapılacaktır (Şekil 8). Eğer öznitelik bilgileri aynı ise detaylar birleştirilip tek detay haline getirilecektir (Şekil 9). Her bir topoğrafik detay için kenarlaştırma işleminde kullanılacak olan kenar mesafeleri veritabanında tanımlanmıştır.



Şekil 7. Kenarlaşacak detaylar

Şekil 8. Kenarlaştırılmış detaylar



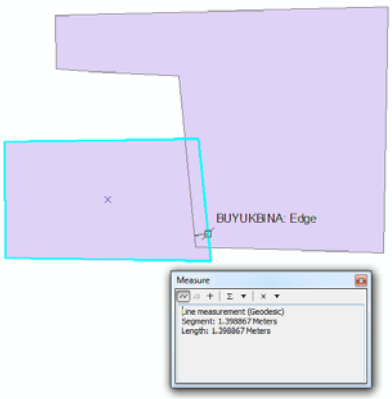
Şekil 9. Birleştirilmiş detaylar

(5) Topoloji İşlemleri

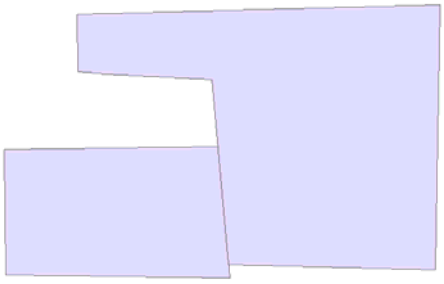
1:25.000 ölçekli vektör verinin gerçek dünyayı en iyi şekilde temsil etmesi için 208 adet topoloji kuralı tanımlanmıştır. Bu kurallar esas olacak şekilde ESRI ArcGIS yazılımının "Topology" aracı kullanılarak gerekli topoloji kontrolleri yapılmaktadır. Kullanılan topoloji kurallarından bir tanesi aşağıdaki örnekte açıklanmıştır.

Aynı İki Detay Üst Üste Çakışmamalıdır: Bu topoloji kuralına göre, iki alan detayının üst üste çakışmaması gerekir. Bu topololojik kurala göre alan detayların sınırları içinde kalan bölgeler üst üste gelmemelidir.

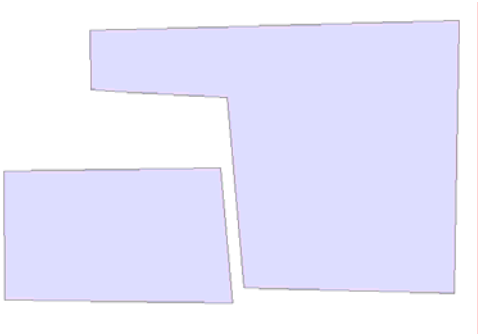
Örneğin BUYUKBINA alanın bittiği bir yerde ya da dışında bir yerde diğer bina alanı başlayabilir fakat BUYUKBINA alanının sınırları bir diğer BUYUKBINA alanının sınırları içerisinde kalan bölgeden başlayamaz. Kıymetlendirme ya da bütünleme aşamasında böyle bir hata Şekil 10'da görüldüğü gibi BUYUKBINA alanlarının sınırları içerisinde kalan bölgelerin kesişmesi şeklinde gerçekleşmiş olabilir. BUYUKBINA alanları, Şekil 11'da görüldüğü gibi sadece sınırları temas edecek şekilde veya Şekil 12'de görüldüğü gibi sınırları dışında bir yerde olacak şekilde bulunabilirler.



Şekil 10. Komşu alanlar (Yanlış)



Şekil 11. Komşu alanlar (Doğru)



Şekil 12. Komşu alanlar (Doğru)

(6) Detay Gösterimine Yönelik İşlemler

Vektör verinin üretimi ve düzenleme aşamalarında veriyi daha okunaklı hale getirmek maksadıyla bir sembol kütüphanesi oluşturulmuştur. Detayların semboller ile gösterimi "Sembol Programı" kullanılarak yapılmaktadır.

(7) Üç Boyutlu Veri Düzenleme İşlemleri

Kenarlaştırma ve birleşme işlemlerinin doğru yapılabilmesi için üçüncü boyut (yükseklik) önem arz etmektedir. Detayların düğüm noktalarında yapıştırma (Snap) işlemi yapılırken kullanılan "Üç Boyutlu Veri Düzenleme Programı" üçüncü boyutun otomatik olarak alınmasını sağlamaktadır.

c. Veri Dönüşüm İşlemleri

TOPO25 veritabanında tutulan veriler, UTM veya coğrafi koordinat sisteminde ve ESRI Personal Geodatabase, ESRI File Geodatabase, shape, coverage, xml, zip, z, sde, txt formatlarında verilebilmektedir. Ayrıca bu veri formatlarından herhangi birine dönüştürme işlemleri de yapılabilmektedir.

Örneğin veritabanından xml formatında yedeklenen bir veri yukarıda bahsedilen formatlardan herhangi birine dönüştürülebilir. Bu maksatlarla "Pafta Yükleme", "Shp2Gdb", "Gdb2Shp", "Veri Yedekleme", "Veri Yükleme", "GDB2Cov", "GDB2Don", "Cog2Utm", "Utm2Cog", "Sde Yükleme", "Veri Kesme", "Geometri Yükleme" programları kullanılmaktadır.

ç. Metaveri İşlemleri

Paftalar veritabanına metaveri bilgileri ile birlikte yüklenmektedir. Veritabanında tutulan metaveri bilgileri ile ilgili örnekler Tablo 1'de gösterilmiştir.

Tablo 1. Metaveri örnekleri

Alan Adı	Örnek Değer
Pafta Adı	*İ29a1*
Bütünleme Tarihi	*09.05.2009*
Bütünleme Operatörü	*Ahmet KOÇ*
Bütünleme Tipi	*Sayısal*
Zorluk Derecesi	*Orta*
Revizyon Nu.	*2*
Revizyon Tarihi	*11.02.2009*
Anahtar Kelimeler	*Aksaray, Tuz Gölü*
İzdüşüm Sistemi	*UTM*
Yatay Datum	*WGS-84*
Düşey Datum	*Ortalama Deniz Seviyesi*
Telif Hakkı	*Her hakkı HGK'ya ait.*
Arşiv Formatı	*GDB*
Açıklama	*Not Düşülecek Bilgiler*

d. Veri Kontrol İşlemleri

(1) Veri Sözlüğü Kontrol İşlemleri

Üretim aşamasında veri sözlüğü (Schema) çeşitli nedenlerden dolayı bozulabilir. Bu bozulmalar nedeniyle veritabanına yükleme işlemi gerçekleştirilemez.

Örneğin detay sınıflarından bir tanesi yanlışlıkla silinmiş ya da değer kümelerinden bir tanesi değiştirilmiş olabilir. Bunların önüne geçmek maksadıyla "Veri Sözlüğü Kontrol Programı" hazırlanmıştır

(2) Veri Doğruluğu Kontrol İşlemleri

Ürün kalitesini belirleyen temel elemanlar; konum doğruluğu, tematik (öznitelik) doğruluk, tamlık (fazlalık, eksiklik) ve mantıksal tutarlılıktır. Üretilen verinin doğruluğundan söz ederken bütün kriterlerin aynı anda sağlanması gerekmektedir.

Örneğin; haritada mevcut bulunan bir okul detayının arazide mevcut olup olmadığı, özniteliklerin doğruluğu, arazide mevcut olan bir detayın haritada bulunup bulunmadığı ve detayların diğer detaylar ile olan ilişkisi (KUCUKENERJITESISI detayının topolojik kurallar gereği ENERJINAKILHATTI detayı ile bağlantısı olması gibi) arazide kontrol edilir.

Arazide veri doğruluğu işlemleri "Arazi Kontrolü", "Coğrafi Doğruluk", "Yükseklik Kontrol", "Yazı Hata Bulma" ve "Zorunlu Öznitelik Kontrolü" programları kullanılarak yapılmaktadır.

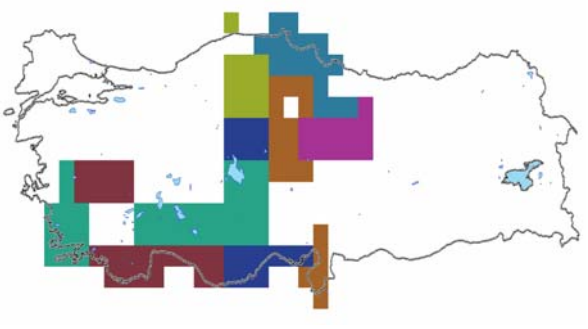
(3) Kullanıcı ve Yetkilendirme İşlemleri

Kullanıcıların ArcGIS/Arcobjects aracılığıyla yazılan programları kullanabilme, TOPO25 veritabanına erişimi ve yetkilendirme işlemleri hazırlanan bir ara yüz ile yönetilmektedir. Böylece kullanıcıların ve operatörlerin veritabanına yetkileri ölçüsünde erişimi sağlanmıştır.

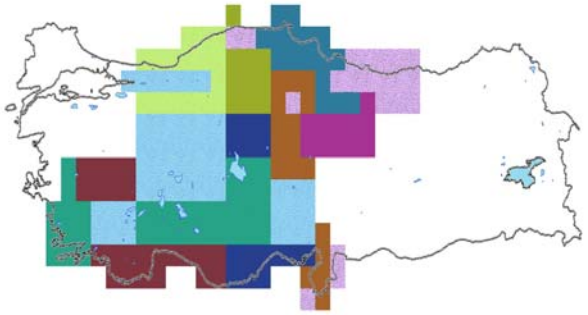
3. TOPOĞRAFİK VERİLERİN SUNUMU

TOPO25 veritabanında Kasım 2013 tarihi itibariyle 1820 adet 1:25.000 ölçekli topoğrafik pafta bulunmaktadır (Şekil 13).

Bu sayının; Şubat 2014 tarihinde 2800 pafta (Şekil 14), Aralık 2014 tarihinde 3700 pafta, Aralık 2015 tarihinde 4700 pafta olacağı değerlendirilmektedir.

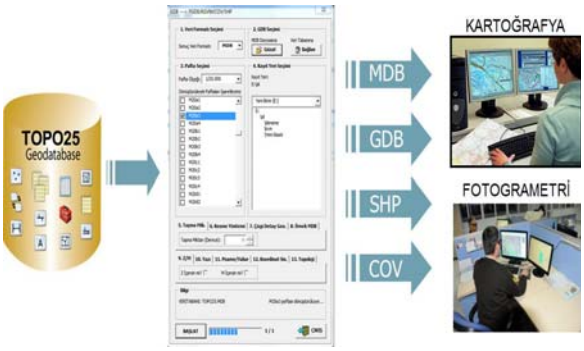


Şekil 13. Kasım 2013 itibariyle TOPO25 verilerinin kapsadığı bölgeler



Şekil 14. Şubat 2014 itibariyle TOPO25 verilerinin kapsayacağı bölgeler

TOPO25 veritabanından temel ölçeklerde (25K, 50K,100K, 250K) ve 4 farklı formatta veri sunumu yapılmaktadır (Şekil15). Bu işlemler için "Veri Dönüşüm" programları kullanılmaktadır.



Şekil 15. TOPO25 veri sunumu

2013 yılı itibariyle TOPO25 veritabanındaki veriler Harita Genel Komutanlığının "Satışa Sunulan Ürünler Listesine" eklenmiştir. www.hgk.msb.gov.tr/urunler/satis.asp adresinden TOPO25 verilerinin fiyat hesaplama aracına ulaşılabilmektedir (URL 1).

TOPO25 verilerinin fiyatlandırılmasında 5 ülkenin (İngiltere, Fransa, Almanya, İtalya ve ABD) emsal verilerinin satış ve sunum politikaları incelenmiştir. Bu incelemenin neticesinde TOPO25 verilerinin; pafta, katman ve detay bazında sunularak satışının yapılmasına karar verilmiştir.

Ücretlendirmede ise 352 topoğrafik detayın ayrı ayrı fiyatlarının belirlenmesi ve talep edilen bölgedeki detay sayısıyla çarpılması ile toplam fiyatın belirlenmesi esas olarak alınmıştır.

Ayrıca, talep edilen alan büyüdükçe, üretim yılına göre ve kullanım maksadına göre toplam fiyatın indirilmesine, farklı veri formatlarındaki taleplerde fiyatın artırılmasına karar verilmiştir. İndirim ve artırım oranları Tablo 2'de sunulmuştur.

Tablo 2. İndirim ve artırım oranları

Alan	4-15 Pafta	%10 İndirim
	46-95 Pafta	%20 İndirim
	96 Paftadan Fazlası	%30 İndirim
Yıl	3-4 Güncellik Yılı	%10 İndirim
	5 Yıl ve Daha Eski	%20 İndirim
Kullanım Amacı	Eğitim Maksatlı	%25 İndirim
Veri Formatı	MDB ve SHP Formatlarında	%10 Artırım

4. SONUÇLAR

1:25.000 Ölçekli Topoğrafik Vektör Veritabanının kurulması ile birlikte; harita üretim sistemi içerisinde coğrafi veri üretiminin etkinliği ve teknolojik gelişmelere uyum yeteneği artmıştır.

Coğrafi veri kullanıcılarına, etkin ve istendiğinde çevrim içi coğrafi veri desteği için gerekli olan veri altyapısı oluşturulmuştur. Aynı zamanda akıllı sistemlerin de kullanabileceği 1:25.000 çözünürlüğündeki referans vektör veri altyapısı sağlanmıştır.

Uzun vadede; internet tabanlı veri sunumu ve genelleştirme yardımıyla herhangi bir bölgenin istenilen ölçekte hızlı bir şekilde haritasının yapılması gibi hizmetlere altlık teşkil edeceği değerlendirilmektedir.

Topoğrafik vektör veri satışına 2013 yılı itibariyle başlanmıştır (URL 2). Veriler; paftanın tamamı, katman ve detay şeklinde satışa sunulmuştur. Veritabanında bulunan 352 detaydan herhangi bir veya birkaçı alınabilecektir (URL 3). Örneğin; i29a1 paftasındaki "KARAYOLU" detay sınıfından sadece "S1" alttipindeki detaylar satın alınabilir. Veri isteği detay sınıflarının gruplandırıldığı "SINIRLAR", "YÜKSEKLİK", "HİDROGRAFYA", "SANAYİ TESİSLERİ", "FİZYOĞRAFYA", "YERLEŞİM", "ULAŞIM", "KOLAYLIK TESİSLERİ", "BİTKİ" katmanlarında da yapılabilecektir.

K A Y N A K L A R

URL 1: http://www.hgk.msb.gov.tr/topo/

URL 2: http://www.hgk.msb.gov.tr/urunler/satis/satis.htm

URL 3: http://www.hgk.msb.gov.tr/urunler/topo25%20bilgi %20notu.pdf

Konumsal Web Servisleri İçin INSPIRE Metaveri Modelinin İrdelenmesi: TUCBS İçin Öneriler

(An Investigation of the INSPIRE Metadata Model for Geospatial Web Services: Proposals for TNGIS)

M. Sabri ŞEHSUVAROĞLU
Harita Genel Komutanlığı, Bilgi Sistem Destek Dairesi Başkanlığı, 06100, Ankara.
sabri.sehsuvaroglu@hgk.msb.gov.tr

ÖZET

Modern CBS ve konumsal veri altyapıları (KVA) incelendiğinde, merkezi ve tekil kullanıcılı yapılardan, dağıtık ve çok kullanıcılı yapılara geçildiği ve çalışma ortamının hızla çevrim içine kaydığı görülmektedir. Konumsal veriye erişim ve paylaşımda ağ ortamının yoğun kullanılmasıyla birlikte, konumsal web servislerinin kullanımı da hızla artmıştır.

Günümüzde mevcut verinin kullanımı ile ilgili en büyük zorluk, veriyi arayıp bulma ve verinin istenilen amaca uygunluğunu tespit etmek için harcanan zaman ve kaynak kaybıdır. Bu noktada yeterli miktarda, doğru ve standart olarak toplanmış metaverilerin önemi ortaya çıkmaktadır. Metaveri, istenilen amaca hizmet edebilecek en uygun veriyi bulmaya, ona ulaşabilmeye ve onu doğru şekilde kullanabilmeye olanak sağlar.

Hızla artan KVA uygulamalarının temel bileşenleri arasında metaveri ve web servisleri bulunmaktadır. Avrupa KVA'sı INSPIRE kapsamında da, üye ülkelerden mevcut konumsal veri setleri ve servisleri için uygun metaverileri toplamaları ve bu metaverileri sürekli güncel tutmaları beklenmektedir. Bunun için üye ülkelerin esas alacağı, ISO standartlarına dayandırılan bir metaveri profili oluşturulmuştur. Ülkemizde de TUCBS ismiyle INSPIRE'ı temel alan ulusal KVA kurma faaliyetleri devam etmektedir.

Bu çalışmada; INSPIRE'ın servis metaverisi profilinin doğru şekilde anlaşılmasını sağlamak ve INSPIRE'da tespit edilen hata ve eksikliklerden hareketle TUCBS için önerilerde bulunmak amaçlanmıştır. Bunun için INSPIRE metaveri modeli irdelenmiş, ISO 19106'da yer alan prensiplere göre ISO 19115 ve 19119 standartlarına uygunluğu ortaya konulmuş, INSPIRE geoportalında bulunan metaveri toplama ve doğruluma araçları incelenerek test edilmiş ve tespit edilen hata ve eksiklikler belirtilmiştir. Ayrıca TUCBS metaveri profili de genel olarak değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda, TUCBS için geliştirilen servis metaveri profili ve kurulacak geoportal için çeşitli önerilerde bulunulmuştur. Çalışmanın tamamında sadece servis tipindeki veri kaynakları esas alınmıştır.

Anahtar Kelimeler: *Metaveri, INSPIRE, ISO 19115, ISO 19119, ISO 19106, Konumsal Web Servisi, TUCBS, UKVA, CBS.*

ABSTRACT

When you examine the modern GIS and spatial data infrastructures (SDI), you see that distributed and multi-user structures are preferred rather than central and single user structures, and also you realize that most of the applications run on the on-line. The utilization of geospatial web services has been increased very much with the concept of accessing and sharing geospatial data on the web.

Today's the most challenging issue about the usage of existing data is the effort and time spent for discovering the appropriate data and evaluating it. In this point, we face with the importance of adequate, accurate and standardized metadata. Metadata enables to discover the data which serves to the users' needs; provides the way how to access and facilitates the usage of it.

One of the main components of the today's rapidly increasing SDI applications are metadata and web services. Within the scope of European SDI -INSPIRE, it is expected from member nations to collect appropriate metadata for their existing dataset and services and keep them up-to-date. For this, an ISO conformant metadata profile has been prepared which the nations have to comply. Nowadays studies for establishing national SDI, named TNGIS, which is based on INSPIRE is going on in our country.

In this study; to help understanding the INSPIRE service metadata profile properly and to make proposals for TNGIS based on the errors and omissions of INSPIRE was aimed. For this, INSPIRE metadata model was examined, the compliance of INSPIRE to ISO 19115 and 19119 according to ISO 19106, were stated. Metadata editor and validator tools of INSPIRE geoportal examined and tested and errors and omissions were presented additionally. And also a general evaluation was made about metadata profile of the TNGIS. At the end of the study, various proposals for the service metadata profile of TNGIS and for its geoportal were made. Just only service resource type has been taken into consideration for this study.

Keywords: *Metadata, INSPIRE, ISO 19115, ISO 19119, ISO 19106, Geospatial Web Services, TNGIS, NSDI, GIS.*

1. GİRİŞ

Coğrafi Bilgi Sistemlerinde (CBS) birlikte çalışabilirlik anlamında en son teknolojik gelişme olan web servisleri, bir ağ ortamında yer alan sistemlerin etkileşimli olarak birlikte çalışabilmelerini sağlamak için tasarlanmış bir yazılım sistemidir. Web servislerinin sağladığı en büyük yenilik yaptıkları işlemler değil, diğer farklı servisler tarafından görülebilir ve erişilebilir olmaları ile verilerin standart bir formatta ve ağ üzerinden tüm kullanıcılara sunumunu sağlamalarıdır. Ağ üzerinden verilerin sunulmasıyla herkesin ortak veriyi kullanarak analizler ve görselleştirmeler yapması, ortak bir dil konuşmak açısından önem kazanmaktadır. Bu kapsamda Açık Coğrafi Bilgi Konsorsiyumu (OGC, Open Geospatial Consortium) tarafından çeşitli web servisleri oluşturulmuştur (Şahin vd. 2010). Konumsal web servisleri ile ilgili standartlaştırma ve kullanımının yaygınlaştırılması çalışmaları OGC tarafından gerçekleştirilmektedir. Web servislerinin kullanımı ile ilgili önemli hususlardan biri de, web servisleri ile ilgili metaverilerin belirli bir standartta sağlanmasıdır. Kullanıcıların metaverileri online olarak sorgulayıp istedikleri verilere/servislere ulaşmasını sağlayan Web Katalog Servisi (CS/W, Catalog Service for Web) ile çalışabilmek için, metaveri dokümanlarının belirlenmiş bir standartta, en azından minimum gereksinimleri (ilgili standartta başka bir ifade ile belirlenen modelde yer alan zorunlu elemanların tümünü) karşılayacak şekilde hazırlanması gerekmektedir. Bu şekilde hazırlanmış servis metaverilerini içeren servis katalogları sayesinde, son kullanıcılar CS/W üzerinden aradıkları web servislerine ulaşabilecekler ve bu servisleri etkin şekilde kullanabileceklerdir.

Metaveri, Uluslararası Standartlar Organizasyonunun (ISO, International Organization for Standardization) 19115-Metaveri standardında "veri hakkında veri" olarak tanımlanmaktadır. Daha geniş bir tanımla metaveri; verilerin kullanıcılar tarafından bulunması, amaca uygunluk açısından değerlendirilmesi, erişilmesi ve kullanılabilmesi için ihtiyaç duyulan tanımlayıcı ve açıklayıcı bilgilerdir. Sayısal ortamda konumsal verinin ifade edilmesi ve erişilip kullanılmasında metaveri en temel gereksinimidir (Aydınoğlu ve Yomralıoğlu 2006). Metaveri ile ilgili günümüzde en yaygın kullanılan standart ISO/TC211 tarafından geliştirilen 19115 numaralı standarttır. Bu standart aynı zamanda OGC tarafından CS/W için katalog bilgi modeli olarak kabul edilmiştir. ISO 19115, metaveriler için UML modellere dayalı bir kavramsal şema ve veri sözlüğü (tanım, değer kümesi, zorunluluk ve çokluk bilgisi) tanımlamaktadır. ISO 19115'de coğrafi veri kaynakları (resource) sınıflandırılmıştır ve her bir sınıf için farklı ihtiyaçlara gereksinim olduğundan, metaverilerin ilgili sınıf temel alınarak toplanması öngörülmüştür. Bu sınıfların en yaygın kullanılanları; "veri seti (dataset), veri seti serisi (series) ve servis (service)" tir. Bu sınıflandırma aynı zamanda hazırlanan metaverinin kapsamını, başka bir ifade ile hiyerarşi seviyesini de göstermektedir. Örneğin servisler için metaveri gereksinimleri, veri setleri için metaveri gereksinimlerinden farklıdır. Bu çalışmada sadece servis tipindeki veri kaynakları esas alınmıştır.

ISO 19115 içerisinde servislere özgü metaveriler yer almamakta, bu bilgi için ISO 19119 standardı referans verilmektedir. ISO 19119 standardı, coğrafi bilgi için kullanılan servis arayüzleri için mimari modelleri tanımlayıp açıklar ve Açık Sistemler Ortam modeli ile aradaki ilişkileri tanımlar (Technical Committee ISO TC/211, 2005). Ayrıca servislere özel metaverileri de SV_ServiceIdentification sınıfı altında UML modellerle detaylı olarak vermektedir. SV_ServiceIdentification sınıfı bir istemcinin servisi çağırmasını olanak sağlayacak düzeyde açıklayıcı bilgi sağlamaktadır. Dolayısıyla servislere özgü metaverilerin ISO 19119 standardından, genel maksatlı diğer metaverilerin ise ISO 19115 standardından alınması gerekmektedir. Servislere özgü metaveriler, servisin genel tanımlamasını yapan temel metaveri kısmı; servisten sunulan veriyi tanımlayan kısım ve servis işlemlerini (operation) tanımlayan kısım olmak üzere üç ana sınıftan oluşmaktadır.

ISO 19115 ve 19119 standartları genel maksatlı standartlar olduklarından, çok fazla sayıda ve oldukça detaylı metaveri içermektedirler. Kurumlar, organizasyonlar ve ülkeler de, ilgi alanlarına göre bu geniş içerikli standartlardan seçim yaparak, bir anlamda daraltarak kendi profillerini oluşturmaktadırlar. Böylece oluşturulan profiller hitap ettiği kullanıcı kesiminin gereksinim duyduğu özel ihtiyaçları karşılarlar. Profillerin temel aldıkları ISO standartları ile çelişmemesi gerekir. Profil yaratma işlemi için ISO 19106 standardı mevcuttur ve bu standart, profillerin nasıl oluşturulması gerektiğini açıklamaktadır. INSPIRE metaveri modeli de bu bağlamda hazırlanmış bir profildir.

ISO 19115 ve 19119 standartları metaverileri tanımlamak için genel amaçlı kavramsal bir model ortaya koyarlar, metaveri içeriğinin gösterimi ve formatı ile ilgili herhangi bir bilgi içermezler. Bunun için hazırlanan ve aslında bir teknik şartname olan ISO 19139 standardı, metaveri elemanlarının bir XML dokümanında nasıl kodlanacağı ile ilgili kuralları ortaya koyar. Başka bir ifade ile ISO 19139, ISO metaveri standartlarının XML şema uygulamasıdır/XML gösterimidir. ISO 19139'a uygun XML formatında kodlanmış metaveri dosyaları sayesinde, kullanıcılar veya sistemler metaveri bilgilerini pratikte, standart şekilde birbirleri ile değişebilmektedirler.

"Birlikte çalışabilirlik" altyapıları olarak tanımlanabilecek olan konumsal veri altyapıları (KVA); kamu kurumları, özel sektör, yerel yönetimler ve konumsal veri ile iş yapan bütün kesimlerin, birbirlerinin "veri" ve "servislerini" kullanabilmeleri vasıtasıyla, işbirliğine olanak tanıyan yapılardır (Cömert vd. 2009). KVA yaklaşımında; coğrafi veriler üretici/sağlayıcı kurumlar tarafından tutulmakta ve güncellenmekte, veriler ve servisler ile ilgili metaveriler bir geoportal üzerinden yayımlanmakta ve ilgili kullanıcılar da ihtiyaç duyduğu veriye web üzerinden etkin ve kısa sürede metaveriler aracılığıyla ulaşmaktadır. Bu nedenle KVA'nın temel öğelerinden biri de metaverilerdir.

Avrupa'da Avrupa KVA (INSPIRE-Infrastructure for Spatial Information in Europe) direktifi kapsamında AB kurumlarında ve ülkelerinde kullanılan coğrafi verinin uluslararası düzeyde birlikte çalışabilirliğe yönelik çalışmalar yürütülmektedir. Avrupa'da herhangi bir kullanıcının gerçek zamanlı olarak güncel konumsal veriye ulaşmasını sağlamayı amaçlayan INSPIRE projesinin yasal altyapısını INSPIRE Direktifi, teknik altyapısını ise INSPIRE Uygulama Esasları dokümanları oluşturmaktadır. Avrupa Parlamentosu tarafından 14 Mart 2007 tarihinde yayınlanan INSPIRE direktifi, birliğe üye tüm ülkeleri, bu direktif içerisinde yer alan teknik ve idari düzenlemelere uyma zorunluluğunu beraberinde getirmektedir (Akıncı ve Cömert 2009). Bu kapsamda AB üye ülkeleri kendi ülkelerinin ulusal konumsal veri altyapılarını (UKVA) kurmuşlardır/kurma çalışmalarına devam etmektedirler. Ülkemizde de Türkiye Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemi (TUCBS) adı altında, Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü sorumluluğunda devam eden UKVA çalışmaları kapsamında INSPIRE modeli ve esasları temel alınmakta, bunun üzerine ulusal ihtiyaçlar entegre edilmeye çalışılmaktadır.

Başta Harita Genel Komutanlığı olmak üzere, birçok kurum OGC standartlarında web servisleri üzerinden kullanıcılara veri sunumu hizmeti sağlamak için gerekli çalışmalar yapmaya başlamışlardır. Bu kapsamda ilgili birimlerin, sundukları web servisleri ile ilişkili metaverileri de uluslararası standartlara uygun olarak toplamaları gerekmektedir. ISO standartları kavramsal düzeyde kaldıklarından, metaveri elemanları farklı yorumlanabilmekte ve uygulamada farklı değerler atanabilmektedir. Ülkemizde bugüne kadar yapılan çalışmalar da incelendiğinde farklı değerlendirmeler ve özellikle yanlış ve standart olmayan tercümeler ile de karşılaşılmıştır. Özellikle TUCBS için; öncelikle INSPIRE yaklaşımının iyi ve doğru olarak anlaşılması, daha sonra bu modelin ISO'ya uygunluğu, başka bir ifade ile ISO standartlarına göre farklılıklarının bilinmesi önem kazanmaktadır.

Bu çalışmada servis metaverileri ile ilgili olarak; INSPIRE metaveri modeli detaylı olarak anlatıldıktan sonra, bu modelin ISO standartlarına uygunluğu ortaya konulmuş, INSPIRE geoportalı ve TUCBS metaveri profili değerlendirilmiş ve TUCBS için oluşturulan metaveri profili ve kurulacak geoportal için bir takım önerilerde bulunulmuştur.

2. INSPIRE METAVERI MODELI

INSPIRE direktifine göre KVA'yı oluşturan beş temel bileşenden birisi metaveridir. Bu bağlamda, INSPIRE metaveri modeli birbirlerine bağlı olarak arka arkaya çıkarılan üç adet dokümanla ortaya konulmuştur. Oluşturulan model, ISO 19106 Uygunluk Sınıfı 2'ye uygun, bir ISO 19115 ve 19119 profili olarak hazırlanmıştır. Aşağıda sıralanan üç adet INSPIRE dokümanı detaylı olarak incelenmiş ve INSPIRE metaveri modeli ile ilgili bilgiler sunulmuştur (Drafting Team Metadata and European Commission Joint Research Centre 2010; European Union 2007 ve 2008):

a. Avrupa Parlamentosu ve Konseyinin 14 Mart 2007 tarih ve 2007/2/EC numaralı INSPIRE Direktifi: Bu direktif ile INSPIRE'ın kurulumu ile ilgili tanımlamalar yapılmış, ihtiyaçlar belirtilmiş ve genel kurallar belirtilmiştir.

b. 2007/2/EC sayılı Direktifin 3 Aralık 2008 tarih ve 1205/2008 numaralı Metaveri Uygulama Dokümanı: Bu doküman ile INSPIRE Direktifinde metaveri ile ilgili ortaya konulan ihtiyaçlar temel alınarak; minimum sayıda hangi metaveri elemanlarının olacağı, bu elemanların zorunluluk

ve çokluk bilgileri, ilgili kısıtlar ile değer kümeleri yani metaveri uygulama kuralları tanımlanarak, metaveri modeli teorik olarak ortaya konulmuştur.

c. 16 Haziran 2010 tarih ve 1.2 sürümlü Metaveri Uygulama Kuralları Teknik Esasları: Bu doküman ile ISO 19115, ISO 19119 ve ISO 19139 standartları temel alınarak, 2.b dokümanının teknik olarak pratikte nasıl uygulanacağı anlatılmıştır.

INSPIRE metaveri modelinde, INSPIRE direktifine uygunluğu sağlayacak minimum sayıda metaveri elemanı tanımlanmıştır. Bu elemanlar veri kaynaklarının bulunmasını (discovery) ve kısmen değerlendirilmesini sağlamaktadır. Kullanıcıların, INSPIRE'a uygunluğu sağlama anlamında, bu metaveri modeline uygun olarak metaveri toplamaları gerekmektedir. Ancak kullanıcılar daha detaylı metaveri; yani daha fazla değerlendirme yapılabilmesi, verinin kullanım amacına uygunluğu ve nasıl kullanıcılığına ve erişileceğine dair daha çok bilgi vermek isterlerse, ISO standartlarına uygun olarak istedikleri metaverileri de ekleyebilmektedirler.

INSPIRE metaveri düzenlemesine göre üye ülkeler, metaveri elemanlarını kendi dillerinde toplayabilmektedirler. Ancak bazı metaveri elemanı değerleri için ortak dil olan İngilizce ifadeler kullanılması gerekmektedir. Bu şekilde olan metaveri elemanları Tablo 1'in Not sütununda belirtilmiştir. Ancak, kullanılabilecek resmi diller arasında, Türkiye'nin AB üyesi olmamasından dolayı Türkçe yer almamaktadır.

INSPIRE kapsamında metaverisi tanımlanacak coğrafi veri kaynakları olarak; veri seti, veri seti serisi ve servis belirlenmiştir. INSPIRE kapsamındaki metaveriler, 2.b dokümanında 10 ana başlık ve her bir ana başlık altında farklı sayılarda alt başlıklar altında sınıflandırılmış ve sınıflandırma numarasına göre de her bir metaveri elemanı için bir referans numarası atanmıştır.

INSPIRE metaveri modeline göre, konumsal web servisleri için toplanması gerekli olan metaveri elemanları Tablo 1'de verilmiştir. Ayrıca INSPIRE metaveri modelinde bulunmayan, ancak ISO 19115 ve 19119 standartlarında yer alan şartlardan dolayı sonuç metaveri dosyasında bulunması gereken bazı metaveri elemanları daha bulunmaktadır. ISO'ya uyum sağlayabilmek için, Metaveri Uygulama Kuralları Teknik Esasları Dokümanının XML Kodlama Bölümünde, bu elemanlar için bazı varsayılan (default) değerler belirlenmiş ve bu değerlerin sonuç XML dosyada yer alması istenmiştir. Bu elemanlara ait bilgiler de Tablo 2'de verilmiştir. Tablolar oluşturulurken yukarıda sıralanan üç doküman detaylı olarak incelenmiş ve bir üretici veya kullanıcının ihtiyaç duyabileceği tüm açıklayıcı ilave bilgiler verilmeye çalışılmıştır. Tablolarda yer alan hususlara (zorunluluk, çokluk, değer kümesi, şartlar ve notlar) riayet etmek, INSPIRE'a uygun servis metaverisi toplamak için yeterli olacaktır.

Tablo 1'de ilk sütun, 2.b dokümanında karşılık gelen madde (referans) numarasını; "Metaveri İsmi" sütunu, metaveri elemanı veya metaveri elemanları grubunun ismini göstermektedir. Metaveri isimleri Türkçe'ye çevrilirken, metaverilerin konumsal servisler için toplandığı varsayımına göre hareket edilmiştir. Bu nedenle veri seti ve veri seti serileri için bazı tercümelerin değiştirilmesi gerekmektedir. "Zorunluluk/Çokluk" sütunu, ilgili metaveri elemanının zorunlu (Z) veya koşullu (K) olduğunu ve en fazla kaç tane değer alabileceğini göstermektedir. Z / 1, zorunlu-bir tane; Z / 1 – n, zorunlu-bir veya daha fazla sayıda; K / 0 – 1, koşullu-sıfır veya bir tane ve K / 0 – n, koşullu-sıfır veya birden fazla sayıda olduğunu ifade etmektedir. "Koşul" sütunu, koşullu elemanların hangi şartta mutlaka toplanması gerektiğini ifade ederken, "Değer Kümesi" sütunu ise o metaveri elemanının alacağı değerin tipini belirtmektedir. Kod listesi, ISO 19115 standardında mevcut, önceden tanımlı ve anlamları belirlenmiş değerler (ifadeler) listesidir. "Not" sütununda metaveri elemanına ait ayrıntılı bilgi ve dikkat edilmesi gerekli hususlar yer almaktadır. "ISO 19115/ISO 19119 Adresi" sütununda, ilgili metaveri elemanının ISO 19115 veya ISO 19119 standartlarında tanımlı kavramsal UML model içerisinde nereye karşılık geldiği gösterilmiştir. Böylece ilgili standartlardan kolaylıkla elemanlara ilişkin daha fazla bilgi edinilebilir. Burada yer alan tüm ifadelerin başında MD_Metadata (ana kök sınıf) sınıfı yer almaktadır. Örneğin; dateStamp için MD_Metadata.dateStamp. Tablo içeriğinin daha sade gözükmesini sağlamak üzere bu sınıfın ismi tablo içerisinde gösterilmemiştir. Bu adres (yol) bilgisi, aynı zamanda ISO 19139 XML kodlama şemasında yer alan hiyerarşik yapı için de kullanılmaktadır. Bildirinin bundan sonraki bölümlerinde metaveri elemanları ile ilgili özel bilgiler verileceği zaman, anlaşılırlığı arttırabilmek maksadıyla, metaveri isminin yanına Tablo 1'de yer alan referans numarası da yazılmıştır. Örneğin; Servisin Türü **(2.2)**.

Tablo 1: Konumsal Web Servisleri İçin INSPIRE Metaveri Modeli

NU.	Metaveri İsmi	Zorunluluk / Çokluk	Koşul (varsa)	Değer Kümesi	ISO 19115/ISO 19119 Adresi (Path)	NOT
1.1	Servisin İsmi	Z / 1	–	Metin	*identificationInfo.SV_ServiceIdentification.citation. CI_Citation.title*	İsim servisin tanınabilmesini sağlayan, yeterince açıklayıcı karakteristik bir ifade olmalıdır.
1.2	Servis İçeriğinin Özeti	Z / 1	–	Metin	*identificationInfo.SV_ServiceIdentification.abstract*	Açık, kısa ve öz ifadelerle servisin içeriği anlatılmalıdır.
1.3	Metaverinin Tanımladığı Veri Kapsamı	Z / 1	–	Kod Listesi (MD_ScopeCode: dataset, series, service)	*hierarchyLevel*	"service" değeri olmalıdır.
1.4	Servise Online Erişim Adresi	K / 0 - n	Servise bağlantı varsa (mümkünse) zorunludur	URL	*distributionInfo.MD_Distribution.transferOptions. MD_DigitalTransferOptions.onLine. CI_OnlineResource.linkage*	Aşağıdakilerden birine bağlantı adresi olabilir: -Servis yeteneklerini anlatan dokümana, -Servis WSDL dokümanına (SOAP bağlama) - Daha fazla bilgiye ulaşılabilecek bir web sayfasına - Servise doğrudan erişebilen bir istemci uygulamasına
1.6	Servise Bağlı Veri Seti	K / 0 - n	Servisin sunduğu veriset(ler)ine bağlantı varsa (mümkünse)	MD_DataIdentification sınıfına referans	*identificationInfo.SV_ServiceIdentification. operatesOn*	Servisin bağlantılı olduğu veri setinin eşsiz (tek) URI bağlantı adresi, operatesOn elemanının xlink:href özniteliği kullanılarak, yani referans verilerek sağlanmalıdır.
2.2	Servisin Türü	Z / 1	–	discovery, view, download, transformation, invoke, other *değerlerinden biri*	*identificationInfo.SV_ServiceIdentification. serviceType*	Değer kümesindeki ifadelerden en uygun olanı seçilir ve ifade tercüme edilmeden İngilizce olarak alınır.
3 **3.1** **3.2**	Anahtar Kelime: *Sözcük* *Sözcüğün kaynağı olan denetimli kelime hazinesinin (kavram dizini) ismi ve tarihi*	Z / 1 - n *Z / 1 - n* *K / 0 -1 (her sözcük grubuna ilişkin)*	Anahtar kelime belirli bir denetimli kelime hazinesinden alınıyorsa, bu kelime hazinesi hakkında bilgi verilmelidir	- 3.1: Metin - 3.2: *kelime hazinesinin ismi* Metin *ve tarihi* Tarih	**3.1:** *identificationInfo.SV_ServiceIdentification. descriptiveKeywords.MD_Keywords.keyword* **3.2:** *identificationInfo.SV_ServiceIdentification. descriptiveKeywords.MD_Keywords. thesaurusName.CI_Citation.title* ve *identificationInfo.SV_ServiceIdentification. descriptiveKeywords.MD_Keywords. thesaurusName.CI_Citation.date.CI_Date.date* (*CI_Date.dateType*="publication" olacak)	1. 1205/2008 numaralı Metaveri Uygulama Dokümanı Bölüm D.4'de yer alan "Servis Sınıflaması" kategori değerlerinden en az bir tanesi olmak zorundadır ve bu değer tercüme yapılmadan İngilizce olarak yer almalıdır. 2. Ayrıca seçimli olarak, önceden tanımlı GEMET, GEOSS ve INSPIRE'ın çeşitli anahtar kelime havuzlarından veya başka bir kelime hazinesinden de anahtar kelime toplanabilir.

4.1	Coğrafi Olarak Kapladığı Alan: •*En batı boylamı* •*En doğu boylamı* •*En güney enlemi* •*En kuzey enlemi*	K / 0 - n • *Z / 1* • *Z / 1* • *Z / 1* • *Z / 1*	Eğer servisin kapsadığı coğrafi alan tanımlı ve açıkça belirli ise zorunludur	Ondalık Derece	*identificationInfo.SV_ServiceIdentification. extent.EX_Extent.geographicElement. EX_GeographicBoundingBox* • *.westBoundLongitude* • *.eastBoundLongitude* • *.southBoundLatitude* • *.northBoundLatitude*	1. Koordinatlar noktadan sonra en az 2 hane hassasiyetinde olmalıdır. 2. Doğu ve kuzey yönleri pozitiftir. 3. Kapsanan alan mümkün olduğunca küçük tutulmalıdır. 4. Koordinatlar Greenwich Meridyenine göre herhangi bir jeodezik koordinat referans sisteminde verilebilir.
5 **5.1** **5.2** **5.3** **5.4**	Zamansal Referans: *Zaman kapsamı* *Yayım tarihi* *Son güncelleme tarihi* *Üretim tarihi*	Z / 1 - n K / 0 - n K / 0 - n K / 0 - 1 K / 0 -1	Dört farklı tarih ifadesinden an az biri sağlanmalıdır	Tarih Saat (YYYY-AA-GGTSS:DD:SS)	**5.1:** *identificationInfo.SV_ServiceIdentification. extent.EX_Extent.temporalElement. EX_TemporalExtent.extent.TimePeriod. beginPosition* ve *TimePeriod.endPosition* **5.2:** *identificationInfo.SV_ServiceIdentification. citation.CI_Citation.date.CI_Date.date* (*CI_Date.dateType*="publication" olacak) **5.3:** 5.2 ile aynı, ancak *CI_Date.dateType*="revision" olacak. **5.4:** 5.2 ile aynı, ancak *CI_Date.dateType*="creation" olacak.	1. ISO 19115'le uyumlu olabilmek için 5.2, 5.3 ve 5.4' den en az biri mutlaka sağlanmalıdır ve eğer uygunsa, 5.3'ün seçilmesi tavsiye edilmektedir. 2. Tarihler miladi takvime ve ISO 8601'e uygun olarak toplanmalıdır. 3. Zaman kapsamı, servis içeriğinin kapsadığı zaman periyodunu tanımlar. Tek bir tarihle ifade edilebileceği gibi, iki tarih (başlangıç-bitiş) aralığı ile veya bunların karışımı ile de ifade edilebilir. 4. Yayım (basım) tarihi birden fazla sayıda olabilirken, son güncelleme ve üretim tarihleri en fazla bir adet olabilir.
6.2	Konumsal Çözünürlük	K / 0 - n	Servis için bir sınırlama varsa belirtilmelidir	–	–	ISO 19119'da konumsal çözünürlük değeri için ayrı bir metaveri tanımlanmadığından, konumsal çözünürlükle ilgili kısıtlar (ölçek, yer örnekleme aralığı vb.) varsa, Servis İçeriğinin Özeti **(1.2)** içerisinde açıklanmalıdır.
7 **7.1** **7.2**	Uygunluk: *Şartname Bilgisi (ismi ve tarihi)* *Uygunluk Derecesi*	Z / 1 – n *Z / 1* *Z / 1*	–	- 7.1: *şartnamenin ismi* Metin *ve tarihi* Tarih - 7.2: true, false *değerlerinden birisi olacak veya* boş bırakılacak	**7.1:** *dataQualityInfo.DQ_DataQuality.report. DQ_DomainConsistency.result.DQ_Conformance Result.specification.CI_Citation.title* ve *specification.CI_Citation.date.CI_Date.date* (*CI_Date.dateType*=publication, revision veya creation olacak) **7.2:** *dataQualityInfo.DQ_DataQuality.report. DQ_DomainConsistency.result.DQ_Conformance Result.pass*	1. Servis birden fazla INSPIRE uygulama dokümanına veya başka herhangi bir teknik şartnameye (yönetmelik/ gerçekleştirim kuralları) uyabilir. 2. Eğer servis, ilgili şartnameye uyuyorsa, yani şartnamede belirtilen kriterleri sağlıyorsa, uygunluk derecesi true (uygun), aksi takdirde false (uygun değil) olacaktır. Eğer şartnameye uygunluk değerlendirilmediyse, bu elemanın değeri boş bırakılacaktır.

8.1	Erişim ve Kullanım ile İlgili Şartlar	Z / 1 - n	–	Metin	*identificationInfo.SV_ServiceIdentification. resourceConstraints.MD_Constraints.useLimitation* veya *identificationInfo.SV_ServiceIdentification. resourceConstraints.MD_LegalConstraints. useLimitation* veya *identificationInfo.SV_ServiceIdentification. resourceConstraints.MD_SecurityConstraints. useLimitation*	1. Servise erişim ve servisin kullanımı ile ilgili geçerli koşul ve hükümler (veya bunların belirtildiği bir URL adresi) belirtilmelidir. 2. Herhangi bir şart yoksa "Özel bir şart yoktur."; şartlar bilinmiyorsa "Şartlar bilinmiyor." ifadesi verilmelidir. 3. Varsa servis erişim ve kullanımına ilişkin ücretler (veya bunların belirtildiği bir URL adresi) belirtilmelidir.
8.2	Genel Erişimi Engelleyen Sınırlandırmalar	Z / 1 - n	–	*Üç farklı değer kümesi vardır:* - Kod Listesi (MD_RestrictionCode) - Metin - Kod Listesi (MD_ClassificationCode	Üç farklı ISO elemanına karşılık gelmektedir. - *identificationInfo.SV_ServiceIdentification. resourceConstraints.MD_LegalConstraints. accessConstraints* - *identificationInfo.SV_ServiceIdentification. resourceConstraints.MD_LegalConstraints. otherConstraints* (*accessConstraints* = "otherRestrictions" olması şartıyla) - *identificationInfo.SV_ServiceIdentification. resourceConstraints.MD_SecurityConstraints. classification*	1. 2007/2/EC Direktifinin 13. maddesine göre servis genel erişime (herkese) açık değilse, bu durum sebebi (kamu güvenliği, milli savunma vb.) ile birlikte açıklanmalıdır. 2. Eğer erişime açık ise "Genel erişimi engelleyen herhangi bir sınırlandırma yoktur" ifadesi verilmelidir 3. Servise ait bir güvenlik seviyesi mevcut (tasnif dışı değilse) ise, bu bilgi *classification* elemanı ile verilmelidir. 4. ISO elemanlarından istenilen ve/veya uygun olanı tercih edilebilir.
9 **9.1** **9.2**	Servisten Sorumlu Kurum: *Kurum adı* *E-posta adresi* *Kurumun görevi*	Z / 1 - n *Z / 1* *Z / 1 - n* *Z / 1*		- 9.1: Metin - 9.2: Kod Listesi (CI_RoleCode)	**9.1:** *identificationInfo.SV_ServiceIdentification. pointOfContact.CI_ResponsibleParty. organisationName* ve *identificationInfo.SV_ServiceIdentification. pointOfContact.CI_ResponsibleParty.contactInfo. CI_Contact.address.CI_Address. electronicMailAddress* **9.2:** *identificationInfo.SV_ServiceIdentification. pointOfContact..CI_ResponsibleParty.role*	Bir servis için farklı kurumların farklı görevleri olabilir.
10.1	Metaveri İçin İrtibat Noktası: •*Kurum adı* •*E-posta adresi* •*Kurumun görevi*	Z / 1 - n •*Z / 1* •*Z / 1 - n* •*Z / 1*	–	- Kurum adı ve E-posta adresi: Metin - Kurumun görevi: Kod Listesi (CI_RoleCode)	• *contact.CI_ResponsibleParty.organisationName* • *contact.CI_ResponsibleParty.contactInfo. CI_Contact.address.CI_Address. electronicMailAddress* • *contact.CI_ResponsibleParty.role*	1. Metaveriyi toplamaktan ve idame ettirmekten sorumlu olan kurum veya kurumlardır. 2. Kurumun görevi = "pointOfContact" olmalıdır.
10.2	Metaveri Toplama Tarihi	Z / 1	–	Tarih Saat (YYYY-AA-GGTSS:DD:SS)	*dateStamp*	1. Metaveri kaydının oluşturulduğu veya güncellendiği tarihi belirtir. 2. Tarih bilgisi ISO 8601'e uygun olmalıdır.
10.3	Metaverinin Dili	Z / 1	–	Kod Listesi (http://www.loc.gov/ standards/iso639-2/)	*language*	Dil ismi olarak, ISO 639-2'de tanımlanan üç harfli kısaltmalar kullanılmalıdır.

3. INSPIRE METAVERİ MODELİNİN ISO STANDARTLARINA UYGUNLUĞU

INSPIRE metaveri modeli oluşturulurken, INSPIRE Direktifinde belirlenen metaveri gereksinimleri dikkate alınmış, ihtiyaç duyulan metaveri elemanları ISO standartlarından seçilerek belirlenmiş ve özelleştirilerek uygulanmıştır. Ancak bu durumda sadece ihtiyaç duyulan elemanlar seçildiğinden, ISO standartlarıyla kısmen uyum sağlanmıştır. Burada uyumdan kasıt, ilgili ISO standardında belirtilen gereksinimlerin, ISO 19106'da tanımlı profil oluşturma kuralları çerçevesinde INSPIRE metaveri modeli içerisinde karşılanmasıdır. Aynı şekilde sadece ISO 19115 temel (core) metaveri elemanlarına sahip olmak da INSPIRE metaveri modeline uyumu sağlamamaktadır (Drafting Team Metadata, 2010). Bu nedenle INSPIRE metaveri modelinin ISO standartlarına uygunluğunun ortaya konulması önem arz etmektedir. Bu amaçla; INSPIRE modeli ve ilgili ISO standartları (ISO TC/211 2003, 2005 ve 2007), ISO 19106'da tanımlı profil oluşturma kuralları çerçevesinde karşılaştırılmıştır.

ISO 19106'ya göre bir profilin geçerliliği için aşağıdaki soruların cevapları test edilmelidir (Technical Committee ISO TC/211, 2004):

- Temel alınan ISO standartlarında tanımlı Zorunlu elemanların tamamı, profilde aynı şekilde Zorunlu olarak yer alıyor mu?
- Temel alınan ISO standartlarında yer alan Koşullu elemanlar için tanımlanan koşullar sağlanıyor mu? Sağlanıyorsa koşul yerine getirilmiş mi?
- Temel alınan ISO standartlarında tanımlı Seçimli elemanlardan hangileri, ne şekilde profile alınmış? Seçim işlemi doğru şekilde gerçekleştirilmiş mi?
- Profile alınan tüm elemanlar için, ISO standartlarında tanımlı Değer Kümesi ve Çokluk Bilgisi doğru şekilde uygulanmış mı?
- Profilde, ISO standartlarına uygun olmayan ilave bir koşul/kısıt tanımlanmış mı?
- Temel alınan ISO standartlarında yer alan ilişkiler ve elemanlardan yapılan özelleştirmeler ilgili ISO standardı ile uyumlu yapılmış mı? Yapılan özelleştirme, ilgili ISO standardı için halen geçerli mi (doğru mu)?
- Profil için yapılan eklentiler, temel alınan ISO standardının herhangi bir uygulamasını geçersiz kılıyor mu?

INSPIRE modelinin, ISO 19115 ve 19119 standartlarıyla olan farklarını ve modelin ISO'daki genel çerçeve içerisinden nasıl özelleştirilerek oluşturulduğunu bilmek önemlidir. Bu bilgiler INSPIRE profiline uygun metaveriler ile ISO standartlarını temel alan başka kurumsal, ulusal veya uluslararası profillere uygun metaveriler arasında dönüşüm yaparken kolaylık sağlayacaktır. İki model arasındaki farkları (hangi elemanların seçildiği, seçilmiş elemanların zorunluluk/çokluk bilgileri ve değer kümeleri, belirlenen kısıtlar) bilmek, modeller arası dönüşüm işleminde elemanların profillere uygun olarak eşleştirilmesini kolaylaştıracaktır.

Bu kapsamda yapılan karşılaştırmada; INSPIRE metaveri modeli için seçilmiş elemanlar, bu elemanlar için tanımlanmış kısıtlar, zorunluluk/çokluk bilgileri ve değer kümeleri, yapılan özelleştirmeler ve eklentiler ISO standartlarında yer alan UML modeller ve tanımlamalar ile kıyaslanmıştır. Yani yapılan karşılaştırmada, ISO 19106'da belirtilen profil oluşturma gereksinimleri aranmıştır. Tespit edilen farklılıklar ile INSPIRE için yapılan özelleştirmeler belirlenerek aşağıda sıralanmıştır:

a. ISO 19115 ve ISO 19119'da zorunlu olan metaveri elemanlarından bazıları INSPIRE metaveri modelinde yer almamaktadır. Bu metaveri elemanları şunlardır:

(1) Metaverinin Tanımladığı Veri Kapsamının İsmi *(MD_Metadata.hierarchyLevelName)*; servisler için zorunludur.

(2) Veri Kalitesi Bilgisinin Tanımlandığı Kapsamın Açıklaması *(dataQualityInfo.DQ_DataQuality.scope.DQ_Scope.levelDescription)*; servisler için zorunludur.

(3) Dağıtım Formatı *(distributionInfo.MD_Distribution.distributionFormat.MD_Format.name)*

(4) Dağıtım Formatının Versiyonu *(distributionInfo.MD_Distribution.distributionFormat.MD_Format.version)*

(5) Metaverinin Karakter Seti *(MD_Metadata.characterSet)*; utf8 değilse zorunludur.

3.a.(2) maddesindeki eleman, Uygunluk **(7)** elemanı toplandığı zaman; 3.a.(3) ve 3.a.(4) numaralı elamanlar ise Servise Online Erişim Adresi **(1.4)** toplandığı zaman, ISO 19115'in modeli ve model içerisinde bulunan kısıtlardan dolayı zorunlu olmaktadır.

b. ISO 19115 ve ISO 19119'da zorunlu olan metaveri elemanlarından bazıları INSPIRE metaveri modelinde yer almamakla beraber, bu elemanların sonuç XML metaveri dosyasında belirlenen varsayılan değerler ile birlikte yer alması istenerek ISO standartlarına uyum sağlanmıştır. Bu elemanlar Tablo 2'de verilmiştir.

c. 2008 yılında yapılan değişiklikle, ISO 19119 servis metaveri modeline eklenti yapılmıştır. Bu kapsamda eklenen iki metaveri elemanı (veri setiyle bağlantı tipi *(couplingType)* ve servise bağlı veri seti *(coupledResource)*) ile birlikte metaveri modelini etkileyen yeni bir kavram girmiştir: Servisle veri seti arasındaki bağlantı tipinin şekli. Veri setiyle bağlantı tipi üç farklı şekilde olabilmektedir. Gevşek (loose), sıkı (tight) ve karışık (mixed). Gevşek bağlı olanlar belirli, sabit bir veri seti ile doğrudan ilişkili/bağlantılı olmayanlar, sıkı bağlı olanlar ise doğrudan ilişkili/bağlantılı olanlardır. Bu kapsamda, SV_ServiceIdentification sınıfı altında bulunan coupledResource, extent **(4.1)** ve operatesOn **(1.6)** elemanlarının kullanımı servisin bağlantı tipine göre değişmektedir. extent ve operatesOn elemanları, veri setiyle bağlantı tipi sıkı veya karışık (gevşek değil ise) ise zorunlu, coupledResource elemanı ise sadece sıkı bağlı servisler için geçerli olmaktadır. INSPIRE metaveri modelinde, ISO 19119'dan farklı olarak bu kavramlar ve şartlar yer almamaktadır.

ç. Güncelleme **(5.3)** ve üretim tarihi **(5.4)** elemanlarının tekrarlama sayısı 1 ile sınırlandırılmıştır.

d. Sorumlu birim bilgisi **(9.1** ve **10.1)** için; ISO 19115'de CI_ResponsibleParty sınıfı içerisinde yer alan ve en az bir tanesi zorunlu olarak seçilmesi gereken kişi, kurum ve görev isimlerinden, INSPIRE için kurum ismi seçilmiştir.

e. İrtibat bilgisi **(9.1** ve **10.1)** için; ISO 19115'de CI_Contact sınıfı içerisinde yer alan seçimli; telefon numarası, faks numarası, posta adresi, e-posta adresi, web sayfası bilgilerinden, INSPIRE için sadece e-posta adresi **(9.1** ve **10.1)** seçilmiş ve bu eleman zorunlu olarak belirlenmiştir.

f. INSPIRE'da, Servise Bağlı Veri Seti **(1.6)** elemanı bilgisinin sadece MD_DataIdentification sınıfına referans şeklinde verilmesi istenmektedir.

g. Veri kaynağının coğrafi konum bilgisi için ISO 19115'de bulunan; Çevreleyen Poligon *(EX_BoundingPolygon)*, Çevreleyen Kutu *(EX_GeographicBoundingBox)* ve Coğrafi Yer ifadesi *(EX_GeographicDescription)* alt sınıflarından INSPIRE için sadece Çevreleyen Kutu (Coğrafi Olarak Kapladığı Alan **(4.1)**) sınıfı seçilmiştir.

ğ. Servis üzerindeki mevcut kısıtların ifadesi için, SV_ServiceIdentification sınıfı içerisinde yer alan restrictions elemanı yerine, SV_ServiceIdentification sınıfının resourceConstraints rolü tercih edilmiştir.

Tablo 2: Konumsal Web Servisleri İçin INSPIRE Metaveri Modelinde Bulunmayıp, Sonuç XML Metaveri Dosyasında Olması İstenen Metaveri Elemanları

Metaveri İsmi	Zorunluluk	Değer Kümesi	ISO 19115/ISO 19119 Adresi (Path)	NOT
Veri Kalitesi Bilgisinin Tanımlandığı Kapsam	Uygunluk **(7)** bilgisi toplandığı zaman zorunlu olmaktadır.	Kod Listesi (MD_ScopeCode)	*dataQualityInfo.DQ_Data Quality.scope.DQ_Scope.level*	"service" değeri almalıdır.
Uygunluk Sonucunun Açıklaması	Uygunluk **(7)** bilgisi toplandığı zaman zorunlu olmaktadır.	Metin	*dataQualityInfo.DQ_Data Quality.report.DQ_Domain Consistency.result.DQ_Conformance Result.explanation*	Varsayılan değer olarak "See the referenced specification" tavsiye edilmektedir.
Veri Setiyle Bağlantı Tipi	Servisler için zorunludur.	Kod Listesi (SV_CouplingType)	*identificationInfo. SV_ServiceIdentification. couplingType*	loose, tight, mixed değerlerinden birisi seçilmelidir.
İçerdiği İşlemler	Servisler için zorunludur. Birden fazla olabilir.	SV_OperationMetadata sınıfı	*identificationInfo. SV_ServiceIdentification. containsOperations*	operationName= "unknown" DCP = "WebServices" connectPoint = **(1.4)** elemanın değeri

h. ISO 19115'de, veri kalitesi değerlendirme sonucunu *(dataQualityInfo.DQ_DataQuality. report.DQ_Element.result)* ifade etmek için; bir şartnameye uygunluğu ifade eden DQ_ConformanceResult ve nicel (sayısal) bir sonucu gösteren DQ_QuantitativeResult olmak üzere iki farklı sınıf (yöntem) bulunmaktadır. INSPIRE modeli için bu sınıflardan sadece DQ_ConformanceResult **(7)** seçilmiştir.

ı. Metaverinin Dili **(10.3)** elemanının değer kümesi ISO 19115'e göre metin iken, INSPIRE'da bir kod listesi ile sınırlandırılmıştır.

i. Servisin Türü **(2.2)** metaveri elemanının değer kümesi ISO 19119'a göre GenericName iken, INSPIRE'da 1205/2008 numaralı Metaveri Uygulama Dokümanı Bölüm D.3'de tanımlanan 6 adet ifade ile sınırlandırılmıştır.

j. Teknik Şartnameye Uygunluk Derecesi **(7.2)** elemanı için tanımlanan değer kümesinde yer alan "Değerlendirilmemiştir (notEvaulated)" değeri, yani bu elemanın değerinin boş bırakılması uygulaması, ISO 19115 ve ISO 19139 standartlarında yer almamaktadır.

k. ISO'da seçmeli olan; Metaverinin Dili **(10.3)**, Servisten Sorumlu Kurum **(9)**, Anahtar Kelime **(3)**, Erişim ve Kullanım ile İlgili Kısıtlar **(8.1)**, Genel Erişimi Engelleyen Sınırlandırmalar **(8.2)** ve Uygunluk **(7)** elemanları INSPIRE metaveri modelinde zorunlu yapılmıştır. Bu elemanlardan Anahtar Kelime **(3)** için ISO 19119 Servis Tasniflendirmesine (1205/2008 numaralı Metaveri Uygulama Dokümanı Bölüm D.4'de belirtilen) uygun en az bir tane değer seçilmesi mecburi tutulmuştur. Ayrıca ISO'da koşullu olan Metaverinin Tanımladığı Veri Kapsamı **(1.3)** elemanı da INSPIRE'da zorunlu yapılmıştır.

l. ISO'da seçmeli olan; Servise Online Erişim Adresi **(1.4)** ve Coğrafi Olarak Kapladığı Alan **(4.1)** elemanları INSPIRE metaveri modelinde koşullu yapılmıştır.

m. Zaman Kapsamı **(5.1)** elemanının değer kümesi ISO 19115'e göre soyut TM_Primitive sınıfıdır. INSPIRE metaveri modelinde, bu sınıfın somut gerçekleştirimi olarak sadece TimePeriod sınıfı seçilmiştir.

n. Servisin ilgili INSPIRE şartnamesine uygunluğu değerlendirildikten sonra, veri kalitesi değerlendirme sonucunu **(7)** ifade etmek için, soyut DQ_Element sınıfının 15 somut alt sınıfından birisinin seçilmesi gerekmektedir. INSPIRE'da bu alt sınıflardan DQ_DomainConsistency sınıfı standart olarak kullanılmaktadır. Eğer daha hassas bir kalite ölçüm kriteri yoksa, bu alt sınıfın kullanılması tavsiye edilmektedir.

o. INSPIRE metaveri modeli, Uygunluk **(7)** metaveri elemanı için veri kaynağının tümünü esas almaktadır. Yani bu metaveri elemanı ile bildirilen veri kalitesi bilgisi servisin tüm kapsamı için ifade edilmektedir. Örneğin "Uygunluk Derecesi = true" demek, servisin sunduğu tüm veriler için ilgili şartnameyi sağlaması demektir.

4. INSPIRE GEOPORTALI

Kullanıcıların INSPIRE'a giriş kapısı olarak Avrupa Konumsal Portalı işletilmektedir. INSPIRE'a uygun metaveri işlemlerini yapabilmek için bu geoportal üzerinde üç adet arayüz bulunmaktadır. Bunlar; metaverileri sorgulayarak coğrafi veri ve servislere ait bilgilere erişimi sağlayan Sorgulama Arayüzü (Discovery/Viewer); metaverileri INSPIRE'a uygun toplayan, toplanmış metaverileri düzenleyen ve metaverileri ISO 19139'a uygun XML formatına aktaran Metaveri Toplama Aracı (metadata editor) ile metaverilerin INSPIRE'a uygunluğunu denetleyen Doğrulama Aracı (validator)'dır (INSPIRE geoportal, 2013). Bu çalışmada sorgulama arayüzü inceleme kapsamı dışında tutularak, metaveri toplama aracı ile doğrulama aracı incelenmiş ve çeşitli örnek metaveriler ile farklı testler yapılmıştır. Sonuçta bir takım tespitlerde bulunulmuş ve bazı hatalar ile eksiklikler belirlenerek aşağıda sunulmuştur:

a. Metaveri toplama aracı sayfasındaki New sekmesinden, metaverisi toplanacak veri kaynağı seçilebilmektedir. Bu seçim sayesinde, Metaverinin Tanımladığı Veri Kapsamı **(1.3)** elemanının değeri otomatik olarak atanmakta ve bu değer de metaveriler XML formatına aktarılırken kullanılmaktadır.

b. Aşağıda listelenen elemanlar, kullanıcıdan bilgi alınmadan yanlarında belirtilen varsayılan değerler ile birlikte sistem tarafından otomatik olarak kaydedilip XML formatına aktarılmaktadır.

(1) fileIdentifier (Metaveri Dosya Kimliği) = Sistemin XML dosyaya verdiği dosya ismini alır.

(2) metadataStandardName (Esas Alınan Metaveri Standardının İsmi) = "ISO19115"

(3) metadataStandardVersion (Esas Alınan Metaveri Standardının Versiyonu) = "2003/Cor.1:2006"

(4) Kurumun Görevi (**10.1**, *contact. CI_ResponsibleParty.role*) = "pointOfContact"

(5) Sözcüğün kaynağı olan denetimli kelime hazinesinin ismi ve tarihi **(3.2)**; thesaurusName.CI_Citation.title = "ISO - 19119 geographic services taxonomy" ve CI_Citation.date.CI_Date.date = "2010-01-19" ve CI_Date.dateType = "publication"

(6) distributionInfo.MD_Distribution. distributionFormat.MD_Format.name = "unknown" ve MD_Format.version = "unknown"

(7) dataQualityInfo.DQ_DataQuality. scope.DQ_Scope.level = "service"

(8) dataQualityInfo.DQ_DataQuality. report.DQ_DomainConsistency.result.DQ_ ConformanceResult.explanation = "See the referenced specification" (Buradaki cümle INSPIRE tarafından tavsiye edilen ifadedir.)

İlk üç eleman INSPIRE metaveri modelinde bulunmadığı halde, XML formatındaki metaveri dosyasında yer almaktadır. Ancak 2 ve 3 numaralı elemanların değeri yanlış aktarılmaktadır. Servisler için esas alınan standart ISO 19115:2003/Cor.1:2006 yerine ISO 19119:2005/Amd.1:2008 olması gerekmektedir. 4 ve 5 numaralı elemanlar INSPIRE metaveri modeline göre sabit değerler alması gerektiğinden, geoportal bu bilgileri kullanıcıdan ayriyeten istemeden kendisi XML'e aktarmaktadır. 6, 7 ve 8 numaralı elemanlar da INSPIRE modelinde yer almamaktadır. Ancak bu elemanlar ISO 19115'de belirlenen kurallar çerçevesinde olması gereken zorunlu elemanlardır. Uygunluk **(7)** bilgisi toplandığı zaman, Tablo 2'de de mevcut olan, 7 ve 8 numaralı elemanlar ISO 19115'e göre zorunlu olmakta ve toplanmaları gerekmektedir. Aynı şekilde Servise Online Erişim Adresi **(1.4)** toplandığı zaman da 6 numaralı eleman zorunlu hale gelmektedir. Bu şekilde 6, 7 ve 8 numaralı elamanlar için kullanıcıdan bilgi girişi talep etmek yerine, belirlenen varsayılan değerler otomatik olarak XML'e aktarılarak ISO'ya uyulmaktadır. Dolayısıyla 4, 5, 6, 7 ve 8 numaralı elemanlar için kullanıcıya kolaylık sağlanmakta, ancak 6 ve 8 numaralı elemanlar için kullanıcının vermek isteyebileceği özel bilgiler ihmal edilmektedir.

c. Doğrulama aracı Uygunluk **(7)** metaveri elemanı için iki farklı şekilde çalışmaktadır. INSPIRE kapsamında, servisler ve veri temalarının tümü için uygulama dokümanları henüz tamamlanmadığından, Uygunluk **(7)** elemanı toplanmamışsa, INSPIRE Direktifinin Ek 1'inde yer alan veri temaları ile ilgili veri setleri için hata, diğer veri setleri ve servislerin tümü için ise sadece uyarı vermektedir.

ç. Geoportal metaveri toplama aracı bazı metaveri elemanları için hazır değerler sunmakta, böylece kullanıcılara seçme şansı tanıyarak kolaylık sağlamaktadır. Bu metaveri elemanları şunlardır: Anahtar sözcükler **(3.1)** ve sözcüklerin kaynağı olan denetimli kelime hazineleri **(3.2)**; erişim ve kullanım ile ilgili şartlar **(8.1)** ve genel erişimi engelleyen sınırlandırmalar **(8.2)** için bazı hazır ifadeler; uygunluk değerlendirmesi yapılabilecek şartnameler **(7.1)**. Ayrıca, değer kümesi kod listesi olan elemanların alabileceği değerler için listeli giriş kutuları (combobox) hazırlanmıştır.

d. Metaveri editörü sayfalarında bazı metaveri elemanları için "(*)" işareti vardır ve bu işaret o metaveri elemanının zorunlu olduğunu göstermek için kullanılmaktadır. Ancak editörde bazı elemanlar için yazım hatası yapılarak, bu işaret eksik veya fazladan konulmuştur: Metaveri Toplama Tarihi **(10.2)**, Uygunluk **(7)**, Şartnamenin İsmi **(7.1)** ve Zaman Kapsamında **(5.1)** Başlangıç ve Bitiş Tarihleri için eksik; koşullu olan Coğrafi Olarak Kapladığı Alan **(4.1)** için fazladan konulmuştur. Bununla birlikte, bu elemanlar için doğrulama aracı hatasız çalışmaktadır.

e. INSPIRE modeline göre Yayım Tarihi **(5.2)** birden fazla sayıda olabilirken, geoportal bu imkânı sağlamamaktadır.

f. Tarih tipindeki Zamansal Referans **(5)** ve Metaveri Toplama Tarihi **(10.2)** elemanları için zaman bilgisi (SS:DD:SS; saat, dakika ve saniye) girilememektedir. Geoportal bu bilgiyi de girmek isteyen kullanıcılara bu imkânı tanımamakta, sadece yıl-ay-gün (YYYY-AA-GG) girişine izin vermektedir.

g. Classification sekmesinden girilen Servisin Türü **(2.2)** ile Keyword sekmesinden girilen ISO 19119 Coğrafi Servisler Tasniflendirmesine uygun Anahtar Sözcükler **(3.1)** arasında mantıksal olarak tutarlılık olması gerekmektedir. Bu kontrol geoportal üzerinde yapılmamaktadır. Örneğin Servisin Türü = "Discovery" iken, Anahtar Sözcük = "spatialOrthorectification Service" seçilebilmektedir.

ğ. Metaveri editörü sayfalarında, bazı metaveri elemanları için kırmızı renkle, ikaz işareti yanında o elemanın zorunlu olduğu ikazı

(This field is mandatory) yapılmaktadır. Ancak bu uyarı bazı metaveri alanları için ekrana gelmemesi gerekirken yanlışlıkla gelmekte veya gelmesi gerekirken gelmemektedir. Bu durum kullanıcıları yanlış yönlendirebilmektedir. Bu nedenle bu mesaj dikkate alınmayıp, sadece doğrulama aracının mesajları dikkate alınmalıdır.

h. Zamansal Referans **(5)** için, eğer Üretim Tarihi **(5.4)** metaveri toplama aracı üzerinden girilmemiş ve diğer tarihlerden biri sağlanmışsa, geoportal tarafından o günün tarihi kullanıcının onayı alınmadan Üretim Tarihi **(5.4)** olarak atanıp XML formatına aktarılmaktadır. Böylece kullanıcının istemediği yanlış bir bilgi paylaşımı olmaktadır.

ı. Servise Bağlı Veri Seti **(1.6)** metaveri elemanı için metaveri doğrulama aracı ve XML formatına aktarım programı hatalı çalışmaktadır. Zorunlu olmayan bu eleman için bir değer girilmediği zaman, doğrulama aracı "The metadata element "Coupled Resource" is missing, empty or incomplete but it is required" şeklinde yanlış hata vermektedir. Ayrıca metaveri toplama aracı üzerinden veri girişi yapıldığı zaman da, bu veri XML'e yanlış aktarılmakta (Örneğin; <srv:operatesOn href="">http://hgk.msb.gov.tr/resources/hrtdatasetmetadataiso.xml#ccm2.1_2000</srv:operatesOn>) ve bu nedenle doğrulama aracı tekrar hata vermektedir.

i. Identification sekmesinde servisler için tanımlı olmamasına rağmen, Eşsiz Tanıtıcı Sözcük (**1.5**, Unique Resource Identifier) metaveri alanı kullanıcının karşısına zorunlu olarak (* işareti ile) gelmektedir. Bu metaveri alanının servisler için metaveri toplayan kullanıcının karşısına gelmemesi gerekmektedir.

j. Eğer XML dosya içerisinde sadece Zaman Kapsamına **(5.1)** ait bilgi olursa; bu durum INSPIRE direktifine uygun olmakla birlikte doğrulama aracınca "The metadata element "Temporal Reference (at least one among Date of Creation, Date Of Publication, Date Of Last Revision, Temporal Extent)" is missing, empty or incomplete but it is required." şeklinde hata olarak gelmektedir. Oysa ki kullanıcı burada Temporal Extent **(5.1)** bilgisini girmiştir. Burada istenen ISO 19115 ile uyumlu olabilmek adına; yayım **(5.2)**, güncelleme **(5.3)** ve üretim tarihlerinden **(5.4)** en az birisinin yer alması gerekliliğidir. Bu nedenle doğrulama aracı tarafından verilen hata mesajının düzeltilmesi gerekmektedir.

k. Genel Erişimi Engelleyen Sınırlandırmalar **(8.2)** elemanı, Tablo 1'de de belirtildiği gibi, ISO standartlarına uygun olarak üç farklı şekilde ifade edilebilmektedir. Bu üç farklı elemanının ISO açısından farklı değer kümeleri ve farklı anlamları vardır. Kullanıcı vermek istediği bilgiye en uygun olanı tercih etmek durumundadır. Ancak metaveri toplama aracı sadece bir tanesine *(MD_LegalConstraints.otherConstraints)* olanak vererek kullanıcıyı kısıtlamaktadır.

l. Metaveri toplama aracı üzerinden girilen Genel Erişimi Engelleyen Sınırlandırmalar **(8.2)** elemanı, XML'e eksik (accessConstraints = "otherRestrictions" bilgisi yer almadığından) aktarılmaktadır. Bu nedenle de doğrulama aracı tarafından hata mesajı gelmektedir.

m. Metaveri aracı, Tablo 2'de yer alan ve servisler için zorunlu olan Veri Setiyle Bağlantı Tipi (couplingType) ve İçerdiği İşlemler (containsOperations) metaverilerini, varsayılan değerleri ile birlikte XML dosyaya aktarmamaktadır.

n. Doğrulama aracı, Tablo 2'de yer alan Veri Kalitesi Bilgisinin Tanımlandığı Kapsam ve Uygunluk Sonucunun Açıklaması metaveri elemanlarının kontrolünü gerçekleştirmekte ve bu elemanları sonuç XML metaveri dosyasında bulamaz ise, XML şema hatası vermektedir. Ancak aynı kontrolü Tablo 2'de yer alan diğer iki eleman için gerçekleştirmemektedir. Ayrıca 3. bölüm a maddesinde listelenen ve ISO standartlarına uyum için gerekli olan 5 tane zorunlu elemanın varlığını da kontrol etmemektedir.

5. TUCBS METAVERİ PROFİLİ

TUCBS metaveri profili, Çevre Şehircilik Bakanlığı Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü'nün yetki ve sorumluluğunda, TÜRKSAT yükleniciliğinde, İTÜ Arı Teknokent A.Ş. alt yüklenicisi tarafından hazırlanmış ve 14 Aralık 2012 tarihinde yayımlanmıştır Söz konusu profil; ISO 19115 temel metaveri elemanları ile INSPIRE metaveri modeline dayandırılmış ve mevcut ulusal uygulamalar ile ulusal ihtiyaçlar dikkate alınarak hazırlanmıştır (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2012).

TUCBS metaveri profili, servis metaverisi açısından incelenmiş ve aşağıda sıralanan sorunlar ile karşılaşılmıştır. Tespit edilen hususlar TUCBS profilinin, ilgili ISO standartları ve INSPIRE modeli ile uyumlu bir profil olmadığını ortaya koymaktadır. Çalışmanın konusu TUCBS

profilinin değerlendirilmesi olmadığından, tespit edilen hata ve eksiklikler detaya inilmeden, sadece genel olarak ifade edilmiştir. Değerlendirmeler yapılırken bu çalışmanın 2 ve 3. bölümlerinde ifade edilen hususlar esas alınmıştır:

a. Doküman içerisinde çok fazla sayıda tercüme hatası ve yanlış/eksik bilgiler bulunmaktadır. Örneğin; TUCBS metaveri bileşenleri arasında yer alan "Metaverinin Güncellendiği Tarih" isimli eleman, INSPIRE modelinde ve hiç bir ISO standardında yer almamaktadır. İngilizcesi *lineage.statement* olan eleman için seçilen "Verinin Kökeni" tercümesi uygun bir çeviri değildir.

b. TUCBS metaveri dokümanında ISO 19119 standardından hiç bahsedilmemektedir. Sadece dokümanın *3.8.2.2* alt maddesinde, servis tiplerinin 19119 standardında tanımlandığı ifadesi geçmektedir. Ayrıca; doküman içerisinde *Tablo-6* olarak verilen TUCBS metaveri bileşenleri incelendiğinde, servislere özgü olarak sadece Servis Tipi elemanının yer aldığı görülmüştür. Bu nedenlerle, TUCBS profili detaylı ve doğru bir servis metaveri modeli içermemektedir.

c. TUCBS metaveri dokümanı içerisinde, servis metaverileri için INSPIRE modeli *Şekil-4'de* tanımlanmıştır. Ancak bu şekilde yer alan tablo incelenip, Tablo 1 ve Tablo 2 ile karşılaştırıldığında yanlış ve eksik bilgiler içerdiği görülmektedir.

ç. Dokümanda ISO 19115 ve INSPIRE metaveri modeli karşılaştırması *Tablo-2'de* verilmiştir. Ancak ISO 19119 ile ilgili herhangi bir karşılaştırma yapılmamıştır. Ayrıca *Tablo-2'nin* de, temel metaveri elemanları bağlamında Tablo 1 ve Tablo 2 ile karşılaştırıldığında yanlış ve eksik bilgiler içerdiği ortaya çıkmaktadır.

d. TUCBS metaveri profili içerisine seçilen elemanların ilgili ISO standartlarındaki karşılıkları verilmediğinden ve tercüme hataları da olduğundan elemanlar yanlış yorumlanmaktadır. Örneğin "Coğrafi Grid Bölgesi" elemanı ile tanımlanan bilginin, ISO'daki hangi elemana karşılık geldiği anlaşılamamaktadır.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yukarıdaki bölümlerde anlatılanların ışığında; INSPIRE metaveri profilinin ISO standartlarına tam uyum sağlamadığı ve içerik olarak da yeterince zengin olmadığı sonucuna varılmıştır. Ayrıca TUCBS Metaveri profili de incelendiğinde, söz konusu profilin ilgili ISO standartlarına ve INSPIRE modeline uygun hazırlanmadığı görülmüştür. Bu bağlamda, INSPIRE'ı temel alan TUCBS için oluşturulan servis metaveri profili ve kurulacak geoportal ile ilgili olarak aşağıdaki bölümlerde önerilerde bulunulmuştur. Bu öneriler dikkate alındığı zaman elde edilecek ISO 19139 uyumlu XML formatındaki metaveri dosyası, sadece bölüm 6.a'da yer alan (4) ve (8) maddelerinde önerilen değişiklikler dışında INSPIRE uyumlu olmaya devam edecektir. Bu farklılıklar hazırlanacak bir ara program vasıtasıyla değiştirilerek, INSPIRE'a tam uyumlu bir XML metaveri dosyası elde edilebilecektir.

TUCBS profili için aşağıda sıralanan önerilerin yanı sıra, öncelikle ISO 19106 esaslarına göre ISO ve INSPIRE modellerine uyum sağlanmalı ve de 5. bölümde bahsedilen hatalar ve eksiklikler giderilmelidir.

a. INSPIRE Metaveri Modelinde Yapılması Gereken Değişiklikler

3. bölümde yapılan karşılaştırma sonuçları ve modelin sunduğu metaveri zenginliği dikkate alındığında, INSPIRE modelinin mevcut hali üzerinde bir takım değişikliklerin yapılmasının gerektiği değerlendirilmektedir. Bu kapsamda öngörülen değişiklik ve geliştirmeler aşağıda sıralanmıştır:

(1) Servise Online Erişim Adresi **(1.4)** elemanı koşullu yerine zorunlu yapılarak, web servisin URL adresi veya servisle ilgili daha fazla bilgiye ulaşılabilecek bir link adresi mutlaka sağlanmalıdır.

(2) ISO 19115'de yer alan tanımlar incelendiğinde, Erişim ve Kullanım ile İlgili Şartların (8.1) ifadesi için en uygun olan ISO elemanının MD_LegalConstraints sınıfı altında yer alan useLimitation elemanı olduğu görülmektedir. Bu nedenle Erişim ve Kullanım ile İlgili Şartlar metaverisi için sadece MD_LegalConstraints sınıfı kullanılmalıdır.

(3) INSPIRE modelinde yer alan Servise Bağlı Veri Seti (1.6, coupledResource) metaveri elemanının ismi, olası bir anlam karışıklığını önlemek üzere, Servisin Sunduğu Veri Seti (Dataset Operated by the Service) olarak değiştirilmelidir. Çünkü ISO 19119'da SV_ServiceIdentification sınıfı altında coupledResource ismiyle ayrı bir tanıma sahip, farklı bir eleman daha bulunmaktadır.

(4) Teknik Şartnameye Uygunluk Derecesi (7.2) elemanı değer kümesinde yer alan "Değerlendirilmemiştir (notEvaulated)" değeri, yani bu elemanın değerinin boş bırakılması uygulaması, ISO 19115 ve ISO 19139 standartlarına uymadığından kullanılmamalıdır. Bunun yerine, bir şartnameye uygunluğun test edilmediği durumlarda metaveri dosyası içerisinde Uygunluk **(7)** metaveri elemanının yer almaması daha doğru olacaktır.

(5) Tablo 2'de yer alan metaveri elemanlarından; Veri Kalitesi Bilgisinin Tanımlandığı Kapsam (DQ_Scope.level) elemanı dışındaki üç eleman, XML'e dönüşüm esnasında toplanmamalı ve ayrı birer eleman olarak model içerisinde yer alarak, üreticiler tarafından uygun olan değerler ile toplanması sağlanmalıdır.

(6) ISO 19119 standardına yapılan son değişiklikle birlikte, servisle veri seti arasındaki bağlantı tipinin şekline göre bazı şartlar eklenmiştir. INSPIRE metaveri modelinde yer almayan bu şartlar (3.c maddesinde belirtilmiştir) model içerisine eklenmelidir.

(7) İrtibat bilgisi (9.1 ve 10.1) için; e-posta adresinin yanı sıra ISO 19115'de CI_Contact sınıfında yer alan seçimli; telefon numarası, faks numarası, posta adresi ve web sayfası bilgileri de model içerisine yine seçimli olarak eklenmeli, böylece sorumlu kurum ve kişilere farklı ulaşım olanakları ile ilgili bilgiler de sağlanmalıdır.

(8) Gerçekleştirilecek sorgulamalarda istenilen servise ulaşılmasını kolaylaştırmak için; Servisin Türü (2.2) metaveri elemanının değer kümesi olarak INSPIRE'da belirlenen 6 adet ifade yerine, servisin OGC sınıflandırmasına göre olan türü (örneğin; WMS) kullanılmalı ve bu 6 adet ifadeden uygun olanı Anahtar Kelime (3) olarak metaveride yer almalıdır.

(9) Coğrafi Olarak Kapladığı Alan (4.1) metaveri elemanı için verilen koordinatların Greenwich Ana Meridyenine göre herhangi bir jeodezik koordinat referans sisteminde olması istenmektedir. İfade edilen koordinatlarda standart sağlamak maksadıyla, koordinatların WGS84 datumuna göre sağlanması şartı yer almalıdır.

b. TUCBS Metaveri Profiline İlave Edilmesi Önerilen Metaveri Elemanları

INSPIRE metaveri modeli için belirlenen metaveri elemanlarının; katalog servisler tarafından daha zengin sorgulamalar yapılabilmesi, konumsal servislerin daha etkili kullanımının sağlanması ve ISO standartlarıyla tam uyum sağlanması açılarından yetersiz olduğu değerlendirilmektedir. Bu nedenle, mevcut modeli zenginleştirmek ve ISO standartlarına tam uyum sağlayabilmek amacıyla, TUCBS için oluşturulan metaveri profiline aşağıdaki elemanların ilave edilmesinin faydalı olacağı değerlendirilmektedir. Aşağıdaki listede eklenmesi önerilen elemanlar ile ilgili detaylı bilgi yerine sadece en temel bilgiler verilmiştir. Listede önce elemanın Türkçe ismi, daha sonra parantez içerisinde ISO 19115/ISO 19119 adresi ve son olarak da eleman için teklif edilen zorunluluk/çokluk bilgisi (S harfi elemanın seçimli (optional) olduğunu göstermektedir) belirtilmiştir.

(1) Metaveri Dosya Kimliği (fileIdentifier) - Z / 1

(2) Metaveri Dosyasının Karakter Seti (characterSet) - Z / 1

(3) Esas Alınan Metaveri Standardının İsmi (metadataStandardName) - Z / 1

(4) Esas Alınan Metaveri Standardının Versiyonu (metadataStandardVersion) - Z / 1

(5) Metaverinin Tanımladığı Veri Kapsamının İsmi (hierarchyLevelName) - Z / 1

(6) Servisin Üretim/Hazırlanma Süreci (dataQualityInfo.DQ_DataQuality.lineage. LI_Lineage.statement) - Z / 1

(7) Uygunluk Sonucunun Açıklaması (dataQualityInfo.DQ_DataQuality.report. DQ_DomainConsistency.result. DQ_ConformanceResult.explanation) - Z / 1

(8) Sayısal Değerlendirme Sonucu (dataQualityInfo.DQ_DataQuality.report. DQ_Element.result.DQ_QuantitativeResult) - S / 0 – n

(9) Servisin Bakım ve Güncellenme Sıklığı (identificationInfo.SV_ServiceIdentification. resourceMaintenance.MD_MaintenanceInformation.maintenanceAndUpdateFrequency) - Z / 1

(10) Servisin Bakım ve Güncellenmesi ile İlgili Not (identificationInfo.SV_ServiceIdentification.resourceMaintenance.MD_MaintenanceInformation.maintenanceNote) - S / 0 – 1

(11) Servisin Durumu (identificationInfo. SV_ServiceIdentification.status) - S / 0 – 1

(12) Servisin Oluşturulma Amacı (identificationInfo.SV_ServiceIdentification. purpose) - S / 0 – 1

(13) Servisin Coğrafi Kapsamını Tanıtan Yer İsimleri (identificationInfo.SV_Service Identification.extent.EX_Extent.geographic Element.EX_GeographicDescription.geographic Identifier.MD_Identifier.code)- S / 0– n

(14) Servisin Kullanımı ile İlgili Genel Sınırlamalar (identificationInfo.SV_Service Identification.resourceConstraints.MD_Constraints. useLimitation) - S / 0 – n

(15) Servisin Kullanımı ile İlgili Yasal Kısıtlamalar (identificationInfo.SV_Service Identification.resourceConstraints.MD_Legal Constraints.useConstraints) - S / 0 – n

(16) Verinin Dağıtım Formatı (distributionInfo.MD_Distribution.distribution Format.MD_Format.name) - Z / 1 – n

(17) Veri Dağıtım Formatının Versiyonu (distributionInfo.MD_Distribution.distribution Format.MD_Format.version) - Z / 1 – n

(18) Serviste Kullanılan Referans Sistem(ler)i (referenceSystemInfo.MD_Reference System.referenceSystemIdentifier.MD_Identifier. code) - S / 0 – n

(19) Telefon numarası, faks numarası, posta adresi ve web sayfası bilgileri (CI_ResponsibleParty.contactInfo.CI_Contact) - S / 0 – n

(20) Servis Türünün Versiyonu (identificationInfo.SV_ServiceIdentification. ServiceTypeVersion) - S / Z – 1

(21) Veri Setiyle Bağlantı Tipi (identificationInfo.SV_ServiceIdentification. couplingType) - Z / 1

(22) İçerdiği İşlemler (identificationInfo. SV_ServiceIdentification.containsOperations. SV_OperationMetadata) - Z / 1 – n

(23) Servise Bağlı Veri Seti (identificationInfo.SV_ServiceIdentification.coupled Resource.SV_CoupledResource) - S / 0 – n

(24) Ayrıca, ISO 19115 ve 19119 standartlarında yer alan şartlardan dolayı zorunlu olan ve değeri her zaman için sabit olduğundan metaveri modeli içerisinde yer almasına gerek olmadan, XML kodlama esnasında toplanabilecek metaveriler de bulunmaktadır. Aşağıda sıralanan bu elemanlar da oluşturulan profil içerisinde yer almalıdır.

(a) Veri Kalitesi Bilgisinin Tanımlandığı Kapsam (dataQualityInfo. DQ_DataQuality.scope.DQ_Scope.level); bu elemanın değeri Metaverinin Tanımladığı Veri Kapsamı **(1.3)** elemanının değerine eşitlenmelidir.

(b) Veri Kalitesi Bilgisinin Tanımlandığı Kapsamın Açıklaması (dataQualityInfo.DQ_DataQuality.scope.DQ_Scope. levelDescription); servisler için zorunlu olan bu elemanın değeri Metaverinin Tanımladığı Veri Kapsamının İsmi (Bölüm 6.b, madde (5)) metaveri elemanının değerine eşitlenmelidir.

c. Kurulacak TUCBS Geoportalında Dikkate Alınması Gereken Hususlar

Kurulacak TUCBS geoportalı için, INSPIRE geoportalı metaveri toplama ve doğrulama araçları temel alınarak, mevcut yeteneklere ve özelliklere ilave ve değişiklik olarak, aşağıdaki geliştirmelerin yapılması faydalı olacaktır.

(1) 4. Bölüm d, e, f, g, ğ, h, ı, i, j, k, l, m, n maddelerinde ifade edilen INSPIRE geoportalının çalışması ile ilgili hatalar düzeltilmeli, eksiklikler giderilmelidir.

(2) Türkçe metaveri toplama imkânı sağlanmalıdır.

(3) Her bir metaveri dosyasına ayrı bir kimlik (Bölüm 4.b.(1)) verilmelidir ve bu kimlik bilgisi evrensel olarak eşsiz/tek olan UUID (Universally Unique Identifier) numarası olmalıdır. UUID numarası sistem tarafından otomatik olarak yaratılmalı ve kullanıcıya gösterilmelidir.

(4) Geoportal, TUCBS için belirlenecek ilave tüm metaveri elemanlarını da içermelidir.

(5) Geoportal üzerinde yer alacak yardım sayfasında, her bir metaveri elemanı için çeşitli gerçekçi örnek değerler kullanıcılara sunulmalıdır.

(6) Kullanıcıdan bilgi almadan geoportal tarafından otomatik olarak XML'e aktarılacak elemanlar şunlar olmalıdır:

(a) Metaveri Dosya Kimliği (fileIdentifier); sistemin otomatik olarak oluşturacağı bir UUID numarası ile,

(b) Metaveri İçin İrtibat Noktası (10.1) elemanına ait Kurumun Görevi; "pointOfContact" sabit değeri ile,

(c) Bölüm 6.b, madde (24)'de yer alan metaveri elemanları.

KAYNAKLAR

Akıncı H., Cömert Ç., (2009), **TUCBS ve INSPIRE teknik mimarisi,** TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 12. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, Ankara

Aydınoğlu A.Ç., Yomralıoğlu T., (2006), **AB sürecinde Türkiye'de bölgesel-yerel ölçekte konumsal veri kalitesinin irdelenmesi,** TÜİK İstatistik Araştırma Sempozyumu Bildiriler Kitabı

Cömert Ç., Ulutaş D., Akıncı H., Kara G., (2009), **Ulusal konumsal veri altyapılarının gerçekleştirimi için semantik web servisleri**, TMMOB Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, (2012), **TUCBS Metaveri İlke ve Esaslarının Belirlenmesi**, Versiyon 1.1.0

Drafting Team Metadata and European Commission Joint Research Centre, (2010), **INSPIRE Metadata Implementing Rules: Technical Guidelines based on EN ISO 19115 and EN ISO 19119 v1.2**, European Commission Joint Research Centre Publisher

INSPIRE geoportal, (2013), **http://inspire-geoportal.ec.europa.eu,** [Erişim 31 Mart 2013]

European Union, (2007), **Directive 2007/2/EC of the European Parliament and of the Council of 14 March 2007 establishing an Infrastructure for Spatial Information in the European Community (INSPIRE),** Official Journal of the European Union, L 108/1

European Union, (2008), **Commission regulation (EC) No 1205/2008 of 3 December 2008 implementing Directive 2007/2/EC of the European Parliament and of the Council as regards metadata,** Official Journal of the European Union, L 326/12

Şahin H., Erbaş M., Arslanoğlu M., (2010), **Mühendislik ölçmelerinde sanal küre uygulamaları,** Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, Mühendislik Ölçmeleri STB Komisyonu 5. Ulusal Mühendislik Ölçmeleri Sempozyumu, Zonguldak

Technical Committee ISO TC/211, (2003), **ISO 19115:2003, Geographic information – Metadata with ISO 19115/Cor.1:2006 - Technical Corrigendum 1**

Technical Committee ISO TC/211, (2004), **ISO 19106:2004, Geographic information – Profiles**

Technical Committee ISO TC/211, (2005), **ISO 19119:2005, Geographic information – Services with ISO 19119:2005/Amd 1:2008, Extensions of the service metadata model**

Technical Committee ISO TC/211, (2007), **ISO 19139:2007, Geographic information – Metadata - XML Schema Implementation**

YAZIM ESASLARI

1. Harita Dergisinde Yayımlanabilecek Yazılar

a. Haritacılık bilim dalları (Jeodezi, fotogrametri, kartografya, astronomi, jeofizik, kamu ölçmeleri ve mühendislik ölçmeleri) ve haritacılık ile ilgili diğer disiplinlerde (yerbilimleri, uzay teknolojileri, temel bilimler vb.) alanlarda olmak üzere, bir araştırma çalışmasını bulgu ve sonuçlarıyla yansıtan orijinal bilimsel makaleler; yeterli sayıda bilimsel makaleyi tarayarak, konuyu bugünkü bilgi düzeyinde özetleyen, değerlendirme yapan, bulguları karşılaştırarak eleştiren bilimsel derleme yazılar; orijinalliği ve bilimsel değeri bakımından çok önemli yabancı dilden çeviri bilimsel makaleler Harita Dergisi'nde yayımlanabilir.

b. Harita Genel Komutanlığı tarafından yılda iki kez (Ocak-Temmuz) yayımlanan hakemli bir dergidir. Yayımlanan yazılardaki fikirler yazarlarına aittir. Harita Genel Komutanlığını ve dergiyi sorumlu kılmaz. Dergideki yazı ve resimlerin her hakkı saklıdır.

c. Harita Dergisinde yayımlanmak üzere gönderilen yazılar, değerlendirme ve seçme işlemine esas olmak üzere, konularında uzman en az üç Bilim Kurulu Üyesi tarafından incelenir. Bilim Kurulunca "yetersiz" bulunan yazılar, dergide yayımlanmaz.

2. Harita Dergisine Yazı Hazırlama Esasları

a. Sayfa büyüklüğü A4 (210x297 mm) standardında olmalı; her sayfanın sağ kenarından 2 cm diğer kenarlarından 3'er cm boşluk bırakılmalıdır. Yazı toplam 15 sayfayı geçmemelidir. Yazı, bilgisayarda Microsoft Word formatında Arial Türkçe fontu bir satır aralığı ile yazılmalıdır.

b. Makale adı, Türkçe ve İngilizce olarak kelimelerin ilk harfleri büyük olacak şekilde 12 punto büyüklüğünde sayfanın üst ortasına gelecek şekilde yazılmalı ve iki satırı geçmemelidir. Makale adı, makale içeriğini en fazla ölçüde yansıtmalı; makale içeriğinde anlatılan konuların büyük çoğunluğu, makale adı ile doğrudan ilgili olmalıdır. Makale adından sonra bir satır boşluk bırakıp ortalayarak yazar adı ve soyadı koyu (bold) ve 10 punto harf büyüklüğünde yazılmalıdır (Soyadı büyük harflerle). Yazar adının altına ortalayarak adres ve elektronik posta adresi 9 punto harf büyüklüğünde yazılır.

c. Yazı; Özet, Anahtar Kelime, Abstract (İngilizce özet), Key Words (İngilizce anahtar kelimeler), Giriş, Bölümler, Sonuç ve Kaynaklar şeklindeki ana bölümlerden oluşur. Bu bölümlerin tamamı sayfada iki sütün olacak şekilde yazılır. Sütunlar arasında 0,5 cm boşluk bırakılır. Her ana bölüm ve alt bölüm başlığı öncesi ve sonrası bir satır boşluk bırakılır.

Özet bölümünde, yapılan çalışma tanıtılarak kullanılan yöntemler ve sonuçlar kısaca belirtilmeli; abstract bölümü, özetin doğru ve eksiksiz tercümesini içermelidir. Giriş bölümünde, çalışmanın amacı ve konuyla ilgili diğer çalışmalar anlatılmalıdır. Ara bölümlerde, kullanılan yöntemler ve veriler açıklanmalı; sonuç bölümünde, bulgular başka araştırmacıların bulguları ile karşılaştırılmalı, yazarın yorumu belirtilmeli ve ayrıca bulgulardan çıkan sonuçlar ve varsa öneriler yazılmalıdır. Özet, abstact, anahtar kelimeler ve key words, 9 punto büyüklüğünde italik harflerle yazılmalıdır. Diğer bölümler 10 punto harf büyüklüğünde normal yazılır.

Ana bölüm başlıkları büyük harflerle koyu (bold) olarak ve alt bölümlerin başlıkları kelimelerin ilk harfleri büyük diğerleri küçük ve sadece birinci düzey alt bölümlerin başlıkları koyu (bold) olarak yazılmalıdır. Yazının geri kalan kısmı normal baskıda yazılmalı, italik ya da altı çizgili karakterler kullanılmamalıdır. Özet, Anahtar Kelime, Abstract (ingilizce özet), Key Words (İngilizce anahtar kelimeler) ve kaynaklar ana bölümleri dışındaki ana bölüm başlıkları 1., 2., 3.; alt bölüm başlıkları a., b., c.; (1), (2), (3); (a), (b), (c); (ı), (ıı), (ııı); (aa), (bb), (cc) şeklinde hiyerarşik düzeyde numaralandırılmalı; ardışık düzeylerin numaraları arasındaki dikey fark 0.5 cm olmalıdır. Numaralandırılan bölümlerin başlıkları, numaralarının başlangıç hizasından 0.5 cm içeriden; bir alt satıra devam eden bölüm başlıkları sayfa başından; tüm paragraflar sayfanın 0.5 cm içerisinden başlamalıdır.

Noktalama ve imlâ için Türk Dil Kurumu tarafından en son yayımlanan İmlâ Kılavuzu ve Türkçe sözlüğüne, Haritacılık ile ilgili Yönetmeliklerde kullanılan deyimlere uyulmalıdır. İfadelerde üçüncü şahıs kullanılmalı; her sembol ilk geçtiği yerde tanımlanmalı; her kısaltma ilk geçtiği yerde parantez içinde yazılmalı (örneğin, Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS)); kelime ikiye bölünmemelidir. Noktalama işaretlerinden sonra bir karakter boşluk bırakılmalı; sayfa numaralama yapılmamalıdır.

ç. Tablo isimleri, tablonun üstüne sol üst köşesinden itibaren yazılmalı (örneğin, Tablo 1. Karesel ortalama hatalar.); şekil isimleri, şeklin altına ortalanarak yazılmalı (örneğin, Şekil 1. CBS tasarımı.); tablo isimlerinden ve şekillerden önce, şekil isimlerinden ve tablolardan sonra bir satır boşluk bırakılmalı; tablolar ve şekiller sayfaya ortalanmalıdır. Tablolar ve şekillerin boyutu tek sütundan büyük olduğu durumlarda, sayfanın tamamına ortalı olarak yazılabilir.

d. Denklemlere verilen numaralar, kendi hizalarına ve sayfa sağ kenarına çakışacak şekilde parantez içinde (1),(2),(3),… şeklinde yazılmalıdır. Metin içerisindeki denklemlerin kendi aralarında ve metin ile aralarında bir satır boşluk bırakılır.

e. Kaynaklardan yapılan alıntılar, metin içinde geçtikleri her yerde, kaynak hakkında ( ) parantez içinde bilgi verilir. Parantez içine yazılacak bilgiler sırası ile kaynağı kaleme alan yazarın soyadı, yazarın ilk adı/adlarının baş harfleri ve kaynağın basım tarihidir (Yılmaz, 1997), birden fazla yazar için (Arpat, vd., 1975). Kaynaklar sıralanırken numaralandırma yapılmaz ve kaynaklar arası bir satır boşluk bulunur. Özet ve abstract bölümlerinde kaynak atıfı yapılmamalıdır.

f. Kaynaklar ana bölümü başlığı birer aralıklı büyük harflerle koyu (bold) ve sayfa ortalanarak yazılmalıdır. Kaynaklar yazar soyadına göre alfabetik sırada sıralanır. Aynı yazarın birden fazla yayını varsa önce yeni tarihli kaynaktan başlanır. Kaynaklar sayfasında yazarın soyadı ve adı 0,5 cm. asılı olarak sol taraftan başlayarak yazılır. Basım tarihi, yazar isminden hemen sonra gelir, parantez içerisinde ve sadece yıl olarak yazılır. Kitap veya yayının ismi koyu harflerle yazılır. Yabancı yazarların isimleri belirtilirken Latin imlâ kurallarına uyulur. (Örneğin; MİTTAG yerine MITTAG). İnternetten alınan kaynakların gösteriminde web adresinden sonra mutlaka kaynağın bu adresten alındığı tarih yazılır.

g. Makaleler, "MAKALE ÖRNEĞİ"nde sunulan boşluk ve yapılandırmalara uyularak; Şekil, Tablo ve Denklemler tek sütunda olacak ise metin aralarına konularak; iki sütuna yayılan bir bütün halindeki metin bloğundan sonra veya önce sayfanın alt veya üstünde olacak ve okuma akıcılığını bozmayacak şekilde yazılır.

3. Makalelerin Gönderilmesi

Makaleler, "haritadergisi @ hgk.msb.gov.tr" adresine e-posta ile gönderilir.

1.25 cm

3 cm

(MAKALE ÖRNEĞİ)

Xxxxxxxx Xxxxxxxxx Xxxxxx (Makale Başlığı-Türkçe)

(Xxxxxx Xxxxxxxxx Xxx) (Makale Başlığı- İngilizce)

(1 satır boşluk)

Xxxx XXXX (Yazar ismi)

Xxxxx Xxxx Xxxx, Xxxxx Xxxxx (Adres)

xxxxxxxx@xxxxxx (e-posta)

(1 satır boşluk)

0.5 cm
0.5 cm
0.5 cm
0.5 cm

ÖZET

(1 satır boşluk)

Xxxxxxxx xxxxx xxxxx xxxxxxxxxxx; xxxxxx xxxx xxxxxxxxx xxxxxxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxxxxxxx xxxxxx.

(1 satır boşluk)

***Anahtar Kelimeler**: xxxxxxxx xxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxxx xxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxx*

(1 satır boşluk)

ABSTRACT

(1 satır boşluk)

Xxxxxxxx xxxxxxx xx xxxxxxxxxxxxxx. Xxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxxxx xxxxxxxxx xxxxxxxx xxxx xxxx.

(1 satır boşluk)

***Keywords**: xxxxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxxx xxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxx.*

(1 satır boşluk)

3 cm

0.5 cm

1. GİRİŞ

(1 satır boşluk)

Xxxxxx xxxxxxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxxx xxx xx xxxx xxxxxx /1/.

(1 satır boşluk)

a. Xxxxx xxxxxx xxxxxxxx xxxxxxxx xxxxx xxxx xxxx xxxxxx xxxx xxxxxx xxxxx xxxx xxxx

(1 nci düzey alt bölüm)

(1 satır boşluk)

Xxxxxxxx

(1) Xxxxxxx Xxx Xxxx Xxxxxxxxx Xxxxxxx Xxxx Xxxxx Xxxxx Xxxx.

(2 nci düzey alt bölüm)

(1 satır boşluk)

2. XXXXX XXXXX XXXX (Ana bölüm başlığı)

(1 satır boşluk)

a. Xxxxxxxxxxx Xxxxxx Xxxxx Xxxxxxxx Xxxxxxxx

(1 inci düzey alt bölüm başlığı)

(1 satır boşluk)

Xxxxxx xxx xxxxxxxxxxxx xxx xxxxxxxxxxxx xxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx.

(1 nci düzey alt bölüm 1 inci paragraf)

(1 satır boşluk)

(1) Xxxxx Xxxxxx Xxxxxx Xxxx Xxxxxxx Xxxxxx Xxxxxxxx

(2 nci düzey alt bölüm başlığı)

(1 satır boşluk)

Xxxxxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxx xxxx xxxxxx xxxxxxxx xxxxxx.

(2 nci düzey alt bölüm 1 nci paragraf)

(1 satır boşluk)

(a) Xxxxx Xxxxxx Xxxxxx Xxxx

(3 üncü düzey alt bölüm başlığı)

(1 satır boşluk)

Xxxx xxxxx xx xxxxx xxxxxx xxxxx xxxxxx xxxx xxxxxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxxx xxxxxxx xxxxxx xxxxx xxxxxxxxxx xxxx xxxxxxx xxxxxx xxxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxx xxxxx xxxx xxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxxxxx.

(1 satır boşluk)

(b) Xxxxx Xxxxxx Xxxxxx Xxxx

(3 üncü düzey alt bölüm başlığı)

(1 satır boşluk)

Xxxxxxxxx xxxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxx xxxxxxx xxxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxxx xxxxxxx xxxxxx xxxxx xxxxxxxxxx xxxx xxxxxxx xxxxxx xxxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxx xxxxx xxxx xxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxx xxxxx xxxx xxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxxxxxxx x xxxxxxxxxxxxxx.

2 cm

(1 satır boşluk)

(I) Xxxxx Xxxxxx Xxxxxx Xxxx xxxxx xxxxx xxxxxxxx xxxxxxxx

(4 üncü düzey alt bölüm başlığı)

(1 satır boşluk)

Xxxxxxxxx xxxxxxxx xxxxx xxxxxx xxxxxxxx xxxxxxx xxxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxxx xxxxxxx xxxxxx xxxxx xxxxxxxxxx xxxx xxxxxxx xxxxxx xxxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxx xxxxx xxxx xxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx

(1 satır boşluk)

(aa) Xxxxx Xxxxxx Xxxxxxxx

(5 üncü düzey alt bölüm başlığı)

(1 satır boşluk)

Xxxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxxxx xxxxx xxxxxx xxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxx xxxxxxx xxxxxx xxxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxx xxxxx xxxx xxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx.

(1 satır boşluk)

3 cm

1.25 cm

(MAKALE ÖRNEĞİ)

b. Xxxxxxxxxx Xxxxxx

(1 inci düzey alt bölüm başlığı)

(1 satır boşluk)

Xxxxxx xx xxx xxxxxxxxxxx xxx xxxxxx xxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxxxxxxxxx.

(1 nci düzey alt bölüm 1 inci paragraf)

(1) Xxxxx Xxxxxx Xxxxxx Xxxxxxxxx.

(2 nci düzey alt bölüm başlığı)

(1 satır boşluk)

Xxxxxxxx xxxxx xxxxx xxxxxx xXxxxxxxx xxxx xxxxxx xxxxxxx xxxxx xxxxxx.

(2 nci düzey alt bölüm 1 nci paragraf)

(1 satır boşluk)

(a) Xxxxx Xxxxxx Xxxxxx Xxxx

(3 üncü düzey alt bölüm başlığı)

(1 satır boşluk)

Xxxxxxxx xxxxxxx xxxxxxxx xxxxxxxx xxxx xxxxxx xxxxxxx xxxxxxx xxxxxxx xxxxxxxx xxxxxxx xxxx xxxxxx xxxxxxx xxxxxxxxx xxxxxxxxx xxxxxxxx xxxxx xxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxx xxxxxxxxx xxxxxxxxx xxxx xxxxxxx xxxxxx xxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxx xxxxxxxxx xxxxxxx xxxx xxxx xxxx xxxxxxxxx xxxxxxxxx x xxxxxxxxxxxxxx.

(1 satır boşluk)

(b) Xxxxx Xxxxxx Xxxxxx Xxxx

(3 üncü düzey alt bölüm başlığı)

(1 satır boşluk)

Xxxxxxxx xxxxx xxxxx xxxxxx xxxxxxx xxxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxx xxxxx xxxxxx xxxxxxxx xxxxxxxxx xxxxx xxxxxxxx xxxxx xxxxxxx xxxxxxxxxxx xxxx xxxxxxx xxxxxx xxxxx xxxxx xxxx xxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxx xxxxxxx xxxxx xxxx xxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxx xxxxx xxxxxxxxxx x xxxxxx xxxxxxxx xxxxx xxxxx.

(1 satır boşluk)

(I) Xxxxx Xxxxxx Xxxxxx Xxxx

(4 üncü düzey alt bölüm başlığı)

(1 satır boşluk)

Xxxx xxxxx xx xxxxx xxxx xxxxxxx xxxxxx xxxxxxx xxxx xxxxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxx xxxxxx xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxxxx xxxxx xxxxxx xxxxxxxx xxxxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxx xxxxxx xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx xxxxxxxxx xxxxx xxxxxx xxxxxxxx xxxxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxx xxxxxx xxxxxxxx xxxxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxx xxxxxxxx xxxxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxxxxxx xxxxxx xxxxx xxxxxx xxxxxxxx xxxx xxxxxx xxxxxxxx xxxxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxxxxx xxxx xxxxxx xxxxxxxx xxx xxxx.

(1 satır boşluk)

Tablo 1. Xxxx xxxxxxxxxxxx xxxxxxx xxxxxx

(1 satır boşluk)

(1 satır boşluk)

Xxxxxxx xxxxx xxxx xxxxx xxxxxxxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxx xxx xxxxx xxxxx xxxxxx.

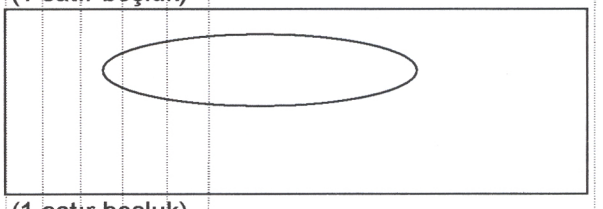
(1 satır boşluk)

$$KOH = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} x_i - x_{i(RASAT)}}{n}} \qquad (1)$$

(1 satır boşluk)

Xxxxxx xxxxx xxxx xxxxx xxxxxxxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxx xxx xxxxx xxxxx .

(1 satır boşluk)



(1 satır boşluk)

Şekil 1. Xxxxxx xxxx xxxxxxxx xxxxxx

(1 satır boşluk)

Xxxxxxx xxxxxx xxxxx xxxxxx xxxxx xxxxxx xxxxxxx xxxxxxxx xxxxx xxxxxx xxxx xxxxxxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxx xxxxxxx xxxxxxx xxxxxx xxxx xx xxxxx xxxxxxxxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxxxxxx xxxxxx xxxx.

(1 satır boşluk)

3. SONUÇ

(1 satır boşluk)

Xxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxxxxxx xxxx xxxx xxx xxxxxxxxxxxxx xxxxx xxxxxx xxxxx xxxxx.

(1 satır boşluk)

K A Y N A K L A R

(1 satır boşluk)

Soyad, A., Dergi Basım Yılı, Bildiri Adı, Dergi Adı, Cilt:16, Sayı: 116, Sayfa Aralığı.

(1 satır boşluk)

Soyad1, A., Soyad2, B., Kitap Basım Yılı, Kitap Adı, Yayımcı Adı, Yayım Yeri, ISBN: xxxxxxx.

(1 satır boşluk)

URL-1 : http://xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx.xxx

Erişim Tarihi.

SATIŞ BÜROSUNDAN SATIŞI YAPILAN TASNİF DIŞI KÂĞIT BASKI HARİTALARIN
2014 YILI SATIŞ FİYAT LİSTESİ

S. NU.	ÖLÇEK	CİNSİ	BOYUT (cm x cm)	BASKI TARİHİ	ÖZELLİKLERİ	FİYATI (TL)	
						KDV HARİÇ	KDV DÂHİL
1	1:250.000	TÜRKİYE KARA (JOG-G) TOPOĞRAFİK	46 x 53	MUH.	PAFTA	12,29	14,50
2	1:250.000	TÜRKİYE HAVA (JOG-A) TOPOĞRAFİK	46 x 53	MUH.	PAFTA	12,29	14,50
3	1:250.000	TÜRKİYE ALÇAK İRTİFA ÖZEL HAVA (TFC) TOPOĞRAFİK	46 x 53	MUH.	PAFTA	12,29	14,50
4	1:500.000	TÜRKİYE KARA (1404 SERİSİ) TOPOĞRAFİK	70 x 60	MUH.	PAFTA	13,14	15,50
5	1:500.000	TÜRKİYE ÖZEL HAVA HARİTASI	70 x 60	MUH.	PAFTA	13,14	15,50
6	1:1.000.000	TÜRKİYE MÜLKİ İDARE BÖLÜMLERİ (81 İL)	174 x 90	2009	3 PARÇA	8,05	9,50
7	1:1.800.000	TÜRKİYE MÜLKİ İDARE BÖLÜMLERİ (81 İL)	96.5 x 50	2009	TEK PARÇA	5,93	7,00
8	1:1.000.000	TÜRKİYE FİZİKİ	174 x 90	2009	3 PARÇA	8,05	9,50
9	1:1.800.000	TÜRKİYE FİZİKİ	96.5 x 50	2009	TEK PARÇA	5,93	7,00
10	1:3.500.000	TÜRKİYE VE ÇEVRE ÜLKELER SİYASİ	194 x 134	2010	4 PARÇA	8,47	10,00
11	1:3.500.000	TÜRKİYE VE ÇEVRE ÜLKELER FİZİKİ	194 x 134	2010	4 PARÇA	8,47	10,00
12	1:3.000.000	TÜRKİYE VE ÇEVRE ÜLKELER FİZİKİ	224 x 96	2009	4 PARÇA	19,07	22,50
13	1:1.500.000	KAFKASLAR SİYASİ	98 x 68	2009	1 PARÇA	10,59	12,50
14	1:1.500.000	KAFKASLAR FİZİKİ	98 x 68	2009	1 PARÇA	10,59	12,50
15	1:1.800.000	ORTADOĞU SİYASİ	77 x 111	2006	2 PARÇA	8,90	10,50
16	1:1.800.000	ORTADOĞU FİZİKİ	77 x 111	2006	2 PARÇA	8,90	10,50
17	1:30.000.000	DÜNYA SİYASİ	91 x 136	2011	2 PARÇA	10,59	12,50
18	1:30.000.000	DÜNYA FİZİKİ	91 x 136	2012	2 PARÇA	10,59	12,50
19	1:42.500.000	DÜNYA SİYASİ	82 x 49	2011	TEK PARÇA	5,93	7,00
20	1:42.500.000	DÜNYA FİZİKİ	82 x 49	2011	TEK PARÇA	5,93	7,00
21	1:3.000.000	OSMANLI İMPARATORLUĞU	190 x 131	1993	4 PARÇA	6,36	7,50
22	1:12.000.000	OSMANLI İMPARATORLUĞU	95 x 65	1993	TEK PARÇA	3,39	4,00
23	1:1.200.000	BALKANLAR SİYASİ	65,5 x 74	2009	TEK PARÇA	5,93	7,00
24	1:1.200.000	BALKANLAR FİZİKİ	65,5 x 74	2009	TEK PARÇA	5,93	7,00
25	1/9.000.000	AVRUPA SİYASİ	77 x 58	2013	TEK PARÇA	6,78	8,00
26	1/9.000.000	AVRUPA FİZİKİ	77 x 58	2013	TEK PARÇA	6,78	8,00
27	1/1.800.000	TÜRKİYE COĞRAFİ BÖLGELER HARİTASI (FİZİKİ)	96,5 x 50	2011	TEK PARÇA	5,08	6,00
28	1/800.000	BOSNA HERSEK-KOSOVA SİYASİ HARİTASI	98 x 68	2012	TEK PARÇA	10,17	12,00
29	1/800.000	BOSNA HERSEK-KOSOVA FİZİKİ HARİTASI	98 x 68	2012	TEK PARÇA	10,17	12,00
30	1 / 2.500.000	AFGANİSTAN SİYASİ HARİTASI	98 x 68	2012	TEK PARÇA	10,17	12,00
31	1 / 2.500.000	AFGANİSTAN FİZİKİ HARİTASI	98 x 68	2012	TEK PARÇA	10,17	12,00
32	1/1.000.000	LÜBNAN VE SURİYE SİYASİ HARİTASI	70 x 50	2013	TEK PARÇA	6,36	7,50
33	1/1.000.000	LÜBNAN VE SURİYE FİZİKİ HARİTASI	70 x 50	2013	TEK PARÇA	6,36	7,50

(www.hgk.msb.gov.tr/urunler/satis/satis.htm)

SATIŞ BÜROSUNDAN SATIŞI YAPILAN TASNİF DIŞI PLASTİK KABARTMA HARİTALARIN

2014 YILI SATIŞ FİYAT LİSTESİ

S. NU.	ÖLÇEK	CİNSİ	BOYUT (cm x cm)	BASKI TARİHİ	ÖZELLİKLERİ	FİYATI (TL)	
						KDV HARİÇ	KDV DÂHİL
34	1:250.000	TÜRKİYE KARA (JOG SERİSİ) TOPOĞRAFİK	55 x 47	MUH.	PAFTA	46,19	54,50
35	1:1.000.000	TÜRKİYE FİZİKİ	172 x 90	2009	3 PARÇA	143,22	169,00
36	1:1.850.000	TÜRKİYE FİZİKİ	96 x 50	2007	TEK PARÇA	30,93	36,50
37	1:3.500.000	TÜRKİYE FİZİKİ	26 x 49	2004	TEK PARÇA	8,05	9,50
38	1:1.000.000	TÜRKİYE VE ÇEVRE ÜLKELER FİZİKİ	354 x 218	2007	16 PARÇA	742,80	876,50
39	1:3.000.000	TÜRKİYE VE ÇEVRE ÜLKELER FİZİKİ	224 x 96	2007	4 PARÇA	186,02	219,50
40	1:4.250.000	TÜRKİYE VE ÇEVRE ÜLKELER FİZİKİ	164 x 114	2007	4 PARÇA	186,02	219,50
41	1:1.800.000	ORTADOĞU FİZİKİ	115 x 81	2007	2 PARÇA	93,22	110,00
42	1:24.000.000	DÜNYA FİZİKİ	83 x 164	2010	3 PARÇA	138,98	164,00
43	1:42.500.000	DÜNYA FİZİKİ	96 x 51	2012	TEK PARÇA	30,93	36,50
44	1:2.000.000	KAFKASLAR FİZİKİ	77 x 54	2010	TEK PARÇA	21,19	25,00
45	1:2.700.000	BALKANLAR FİZİKİ	57 x 63	2010	TEK PARÇA	21,19	25,00

(www.hgk.msb.gov.tr/urunler/satis/satis.htm)