

3B COĞRAFI VERİ TABANININ GÜNCELLENMESİ İÇİN ORTO GÖRÜNTÜ VE SYM VERİLERİNİN BİRLİKTE KULLANILDIĞI WEB TABANLI BİR MODEL ÖNERİSİ

O.Eker, M.S.Şehsuvaroğlu, A.yılmaz, Y.S.Şengün

Harita Genel Komutanlığı, 06590 Çankaya Ankara, Turkey - (oktay.eker; sabri.sehsuvaroglu; altan.yilmaz; yavuzselim.sengun)@hgk.msb.gov.tr

ANAHTAR KELİMELER: Ortofoto, Orto Görüntü Gerçek Ortofoto, Gerçek Orto Görüntü LiDAR, Sayısal Yüzey Modeli (SYM), Güncelleme Modeli, WMS, WCS, WFS

ÖZET:

2000'li yıllarda Google firmasının geliştirdiği ve uygulamaya koyduğu web uygulamalarıyla coğrafi verilerin web aracılığıyla sunumu ve kullanıcılara ulaştırılması coğrafi veri üreten kurum ve kuruluşlar için yeni bir sayfa açmıştır. Bunun akabinde Açık Sokak Haritası (Open Street Map-OSM) gibi uygulamalar bu hizmetleri bir adım daha yukarı taşıyarak verilerin sadece kullanıcılara ulaştırılmasını değil aynı zamanda kullanıcılara veri ekleme ve düzenleme olanaklarını da sağlamışlardır. Bu bağlamda çeşitli kurum ve kuruluşlardan oluşan Open Geospatial Consortium (OGC), coğrafi veriler için Web Harita Servisi (WMS), Web Detay Servisi (Web Feature Service- WFS), Web Katman Servisi (Web Catalog Service-WCS) standartlarını oluşturarak CBS araçlarının birlikte çalışabilirliğine olanak sağlamaktadır. Ulusal haritacılık kuruluşları veya ulusal boyutta genellikle stereo fotogrametrik yöntemlerle ürettikleri çeşitli coğrafi verileri web üzerinden sağladıkları web servisleri ile kullanıcılarına ulaştırma çabası içerisindeyler. Üretilen verilerin kullanıcıya ulaştırılması problemi bu şekilde çözümlenirken birlikte bu coğrafi verilerin sürekli olarak doğru, tam ve güncel tutma ihtiyacını gidermek için üreticilerin ekonomik, hızlı ve etkin çözüm yolları bulmaları gerekmektedir. Bu çalışmada söz konusu soruna çözüm yolu olarak bir güncelleme modeli önerilmektedir. Önerilen güncelleme modelinde coğrafi veri tabanında mevcut olan ve WFS ile sunulan coğrafi verilerin hızlı bir şekilde üretilen ve sırasıyla WMS ve WCS ile sunulan orto görüntüler ve sayısal yüzey modellerinden (SYM) yararlanarak 3B olarak güncellenmesi hedeflenmiştir. Böylelikle stereo fotogrametrimin getirdiği yazılım ve donanım maliyetlerinin önüne geçilmesi ve verilerin uzaktan birden fazla kullanıcı tarafından anında güncellenerek verilerin yaşatılması amaçlanmıştır.

KEY WORDS: Orthophoto, Ortho Image, True Orthophoto, True Ortho Image, Digital Surface Model (DSM), Updating Model, WMS, WCS, WFS

ABSTRACT:

Google opened an era for the geospatial data producing institutions by making use of the web applications that serve geospatial data to the end users by web in 2000's. Following this development, the geospatial applications like Open Street Map (OSM) went further by allowing users adding and editing the data. At this point, Open Geospatial Consortium made cooperation of Geographic Information Sciences (GIS) tools by putting forward the standards for Web Map Service (WMS), Web Feature Service (WFS) and Web Catalogue Service (WCS) for geospatial data. National mapping agencies are trying to provide geospatial data generally produced by stereo photogrammetric methods via web services. Although the problem of providing data to the user has been solved by web services, the producers have to find economic, fast and effective means to keep the data accurate, complete and up-to-date. An updating model for geospatial data has been suggested in this paper. 3D updating of geospatial data by using orthoimages and digital surface models released via respectively WFS, WMS and WCS has been targeted. Thus, the expenses of stereo photogrammetry's software and hardware needs can be eliminated and the simultaneous updating of geospatial data by multi users on site is realized.

1. GİRİŞ

Google firmasının 2001 yılında GoogleEarth ve 2005 yılında GoogleMaps uygulamalarını hizmete sunması, coğrafi verilerin paylaşımı ve sunumu konusunda bir çığır açmıştır. Sayısal coğrafi veriler web aracılığıyla kullanıcılara çevrimiçi ortamda hızlı ve etkin bir şekilde ulaştırılmaya başlanmıştır. Kullanıcılar web tarayıcıları veya kullandıkları Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) yazılımları üzerinden kolaylıkla ve hızlı şekilde kurumların en güncel verilerine ulaşmaya başlamışlardır. Ayrıca daha sonraları hizmete giren Açık Sokak Haritası (Open Street Map-OSM) gibi uygulamalarla kullanıcılara kendi ürettikleri verileri sunma ve sunulan verileri güncelleme olanakları sağlanmıştır.

Web üzerinden farklı tipteki coğrafi verilerin paylaşımı ve sunumu için Açık Coğrafi Veri Konsorsiyumu (Open Geospatial Consortium-OGC)'nun Web Harita Servisi (Web Map Service-WMS), Web Detay Servisi (Web Feature Service-WFS), Web Katman Servisi (Web Coverage Service-WCS) ve Web Hücre Servisi (Web Tile Service-WTS) gibi farklı web servisleri bulunmaktadır.

Günümüzde mevcut sayısal coğrafi verilerin, topoğrafik haritaların ve coğrafi veri tabanlarının çok büyük bir kısmının verisi genellikle stereo fotogrametrik yöntemlerle üretilmiştir. Ulusal haritacılık kuruluşları veya ulusal boyutta çeşitli coğrafi veri üreten kurumlar bu yöntemle ürettikleri mevcut verilerini

web üzerinden sağladıkları web servisleri ile kullanıcılarına ulaştırma çabası içerisindeyler. Üretilen verilerin kullanıcıya ulaştırılması problemi bu şekilde çözülmekle birlikte üretici kurumların günümüzde yaşadığı bir diğer problem ise arşivlerindeki büyük miktardaki coğrafi veriyi sürekli olarak doğru, tam ve güncel tutma ihtiyacıdır. Kurumlar bu ihtiyacı gidermek için ekonomik, hızlı ve etkin çözüm yolları araştırmaktadırlar.

Bu çalışmada yukarıda bahsedilen soruna çözüm yolu olarak bir güncelleme modeli önerilmekte ve bu modelin uygulanabilirliği araştırılmaktadır. Önerilen güncelleme modelinde coğrafi veri tabanında mevcut olan ve WFS ile sunulan coğrafi verilerin hızlı bir şekilde üretilen ve sırasıyla WMS ve WCS ile sunulan orto görüntüler ve sayısal yüzey modellerinden (SYM) yararlanarak 3B olarak güncellenmesi hedeflenmiştir. Böylelikle stereo fotogrametrinin getirdiği yazılım ve donanım maliyetlerinin önüne geçilmesi ve verilerin uzaktan birden fazla kullanıcı tarafından anında güncellenerek verilerin yaşatılması amaçlanmıştır.

Bu motivasyonla; ilk önce araştırmaların yapıldığı test bölgesi ve verileri tanıtılmış, ikinci olarak orto görüntüler ile SYM verilerinden üretilen 3B vektör verilerin stereo modellerden elde edilenler kadar geometrik doğruluklarda olup olmadığı araştırılmıştır. Üçüncü olarak çevrim dışı olarak gerçekleştirilen bu araştırmalardan sonra önerilen modelin web tabanlı olarak çevrimi içi bir uygulaması gerçekleştirilmiştir. Bu uygulama ile test alanının orto görüntüsü WMS, SYM verisi WCS ve vektör verileri ise WFS ile sunularak coğrafi veri güncellemesinin yetki verilen kullanıcılar tarafından web üzerinden yapılmasına çalışılmıştır. Sonuç bölümünde elde edilen sonuçlar tartışılmıştır.

2. TEST ALANI VE KULLANILAN VERİLER

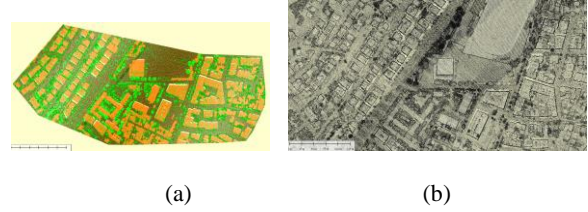
Bu çalışmada, test alanı olarak Bergama/İzmir bölgesinde orta eğimli bir topoğrafya yapısına sahip 0.16 kilometrekarelik yerleşim yeri kullanılmıştır (Şekil 1).



Şekil 1. Test alanı

SYM verisi olarak Bakanlıklararası Harita İşlerini Koordinasyon ve Planlama Kurulunun (BHİKPK) Bilimsel Araştırma ve Koordinasyon Komisyonu (BARKOK) tarafından 20-21 Ekim 2014 tarihlerinde bu bölgede Optech firmasının Pegasus HA-500 LiDAR sistemi ile gerçekleştirilen test uçuşlarında elde edilen LiDAR verisi kullanılmıştır (Şekil 2 (a) ve (b)). Test uçuşlarına ait teknik bilgiler Tablo 1'de sunulmuştur (Kayı vd., 2014).

Görüntü verisi olarak ise Harita Genel Komutanlığı tarafından 2013 yılında çekilen 30 cm çözünürlüğe sahip hava fotoğrafı çifti kullanılmıştır.



Şekil 2. (a) 1200 metre yükseklikten çekilen LiDAR verisi
(b) 2600 metre yükseklikten çekilen LiDAR verisi

Uçuş Yüksekliği	Tarama Açısı +/-	Uçuş Hızı (knots)	Yoğunluk (nokta/m ²)	Kolon Sayısı	Bindirme
2600 m	20°	150	≥ 2	18	%50
1200 m	35°	150	≥ 8	32	% 25

Tablo 1. Test uçuşuna ait teknik bilgiler

LiDAR verilerinin ve hava fotoğraflarının yöneltme işlemlerinde kullanılan yer kontrol noktalarının yükseklikleri elipsoit yüksekliği olarak alınarak veri setinde homojenlik sağlanmıştır. İki farklı yükseklikten alınan LiDAR verilerinden test alanına giren birer adet veri seti oluşturulmuştur. Oluşturulan veri setlerinin özellikleri Tablo 2'de verilmiştir. Bu tabloda 1200 metreden yapılan uçuştan oluşturulan örnekte, noktalar arası mesafe daha sık olmasına rağmen, diğer veri setine göre daha az nokta olduğu görülmektedir. Bunun iki nedeni vardır. Birincisi bu veri seti diğerine göre daha az yer kaplamaktadır. Diğer nedeni ise bu veri seti oluşturulurken yalnız bir geçişte alınan veriler kullanılmıştır. 2600 metreden alınan verilerde kolon bindirmeleri dikkate alınmıştır. O yüzden bindirme olan bölgelerde gidiş-dönüş olacak şekilde çift geçiş gerçekleştirilmiş ve nokta sayısı artışı sağlanmıştır.

Test Alanı LiDAR Verisi				
Veri Kümesi	Nokta Sayısı	Noktalar Arası Mesafe (m)	Z Min (m)	Z Max (m)
1200	1,551,672	0.317	86.06	151.38
2600	2,185,166	0.343	85.79	167.00

Tablo 2. Test alanı LiDAR verisi özellikleri

Çalışmada test alanı için seçilen hava fotoğrafı çiftinden oluşturulan stereo modelden kıymetlendirilen 3B vektör veriler, karşılaştırmalarda referans verisi olarak kullanılmıştır.

WMS için bu hava fotoğraflarından oluşturulan orto görüntü, WFS için Harita Genel Komutanlığınca üretilen 1:25.000 ölçekli J18-d3 paftasına ait 3B vektör veriler, LiDAR nokta bulutundan oluşturulan SYM verisi ise WCS için kullanılmıştır.

3. SYM VE ORTOFOTO ÜRETİMİ

3B vektör verilerin güncellenmesi için önerilen modelde en önemli husus, orto görüntüler ve sayısal yükseklik modeli verisi kullanılarak sayısallaştırılan vektör verilerin, stereo modeller

kullanılarak elde edilen vektör verilerin geometrik doğruluğuna erişip erişemeyeceğinin veya bu doğruluğa erişmek için yeter şartların neler olduğunun belirlenmesidir. Bu kapsamda öncelikle test alanının yeterli geometrik doğruluğa sahip bir orto görüntüsünün ve bu orto görüntü üzerinden sayısallaştırılacak verilere yeterli doğrulukta bir yükseklik değeri atanabilmesi için gerekli sayısal yükseklik modeli verisinin oluşturulması gerekmektedir.

Orto görüntülerin kalitesi; görüntünün çözünürlüğüne, kamera kalibrasyonu ve yönelmesinin doğruluğuna ve sayısal yükseklik modeli verisinin doğruluğuna bağlıdır (Barazetti vd., 2008). Test verilerini ele aldığımızda ilk ikisini elemek mümkündür çünkü görüntüler 30 cm çözünürlüğüne sahip olup, yönelme parametreleri blok dengeleme ile hesaplanmıştır. Geriye elde edilecek sayısal yükseklik modeli verilerinin doğruluğu ve kalitesi kalmaktadır.

Orto görüntülerin bina ve köprü gibi topoğrafya üzerinde yüksekliği olan objeler üzerinde sınırlamaları mevcuttur. Bu objelerin sadece topoğrafyaya ait yükseklikleri içeren sayısal yükseklik modeli (buna sayısal arazi modeli de diyebiliriz) verileri üzerinde modellenmediği durumlarda oluşturulan orto görüntülerde gerçek konumlarından farklı bir konumda bulunmaktadırlar. Rölyef kaymalarından kaynaklanan bu konum farklılıkları özellikle stereo modellerden kıymetlendirilen vektör veriler ile orto görüntüler üst üste bindirildiğinde ortaya çıkmaktadır. Bunun önüne geçilebilmesi için sayısal arazi modeli verilerinin insan yapısı detayları da içerecek şekilde modellenmesi gerekmektedir. Bu şekilde oluşturulan sayısal yükseklik modeli verisine ise sayısal yüzey modeli (SYM) diyebiliriz (Şehsuvaroğlu vd., 2013). SYM ile üretilen orto görüntüler bu kısıtlamaların önüne geçilmesine olanak sağlar (Braun, 2003).

SYM yüksek doğrulukta orto görüntülerin üretilmesinde anahtar role sahiptir (Braun, 2003). SYM kullanarak doğru orto görüntülerin oluşturulması ilk defa Amhar vd., tarafından 1998'de "Gerçek Ortofoto" terimi kullanılarak ortaya konmuş ve daha sonra bir çok ticari yazılım firması tarafından gerçek orto görüntü üretecek uygulamalar geliştirilmiştir. Teorik olarak gerçek orto görüntü üretiminin klasik orto görüntü üretiminden çok belirgin bir farkı yoktur. En karmaşık kısmı bina çatılarının modellenmesidir (Schickler, 1998). Gerçek ortofoto üretiminde eğer uygun doğrulukta ve çözünürlükte SYM seçilmezse orto görüntüdeki bina çatılarının sınırları düzgün bir hat şeklinde olmayabilirler (Barazetti vd., 2008). Buna ek olarak binaların gölgesinde kalan ve görüntü bilgisi olmayan boş alanların görüntü bilgisi ile doldurulması/kaplanması da gerçek ortofoto üretiminde ortaya çıkan bir diğer sorundur. Eğer tek bir görüntü ile çalışılıyorsa bu alanların doldurulması mümkün değildir. Bazı yazılım paketlerinde görüntü içerisindeki başka bir parça ile bu alanlar doğru olmayan bir şekilde doldurulmaktadır. Buna "Hayalet Görüntü" etkisi adı verilmektedir (Braun, 2003). Bu sorunun tek çözümü farklı açılardan çekilmiş farklı görüntülerden bu alanların doldurulmasıdır (Rau vd., 2002, Biasion vd., 2004).

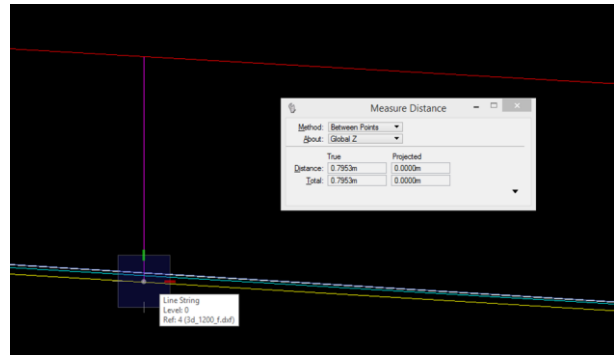
LiDAR verisinden elde edilen SYM ile gerçek ortofoto üretimi konusunda bir çok farklı yaklaşım mevcuttur (Haala vd.,1998, Kim vd.,2006).

Stereo modele yakın bir planimetrik doğruluk elde etmek için gerçek bir orto görüntü oluşturmak gerekmektedir. Gerçek orto görüntü LiDAR'dan elde edilen SYM ile otomatik olarak oluşturulabilir ve söz konusu SYM verisini oluşturmak için

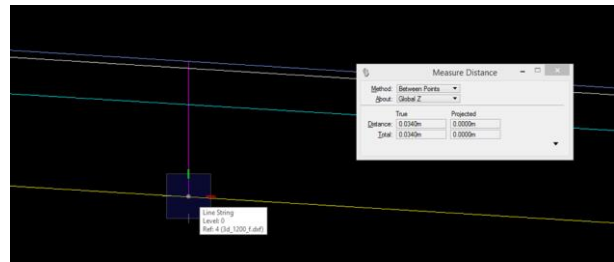
LiDAR dalgasının ilk ve son dönüşleri kullanılabilir (Günay vd., 2007).

Doğru bir gerçek orto görüntü oluşturmak için öncelikle en doğru SYM'nin elde edilmesi gerekmektedir. Bu amaçla test alanının iki LiDAR veri seti için hem ilk dönüşler hem de son dönüşler ayrı ayrı ele alınarak her bir set için ikişer ayrı SYM verisi oluşturulmuştur. 1200 metreden alınan verilerden oluşturulan SYM'ler 15 cm çözünürlüğünde, 2600 metreden alınan verilerden ise 40 cm çözünürlüğünde üretilmiştir. Veri yoğunlukları birbirine çok yakın olduğundan SYM çözünürlüğünün de gerçek orto görüntü oluşumuna etkisini gözlemlemek amacıyla 1200 metreden alınan verilerin nokta aralıklarının yarısı, diğerinde ise nokta aralığı kadar çözünürlükte SYM üretimine karar verilmiştir. Bu veri setleri 1200 metrelik uçuş için 1200_İlk_Dönüş ve 1200_Son_Dönüş, 2600 metreden gerçekleştirilen uçuş için ise 2600_İlk_Dönüş ve 2600_Son_Dönüş olarak isimlendirilmiştir. Her bir SYM ile 30 cm çözünürlüğünde (orijinal görüntü çözünürlüğü) gerçek orto görüntüler elde edilmiştir.

Stereo model kullanarak kıymetlendirilen bina ve yol detayları referans alınarak söz konusu detayların planimetrik geometrileri gerçek orto görüntüler ile yükseklikleri ise SYM'lerden elde edilen yükseklikler ile karşılaştırılmıştır. Gerçek orto görüntü kalitesine etki eden bir detay olması nedeniyle bina detayı, topoğrafyaya en yakın insan yapısı detay olması nedeniyle de yol detayı değerlendirme için seçilmiştir.



(a)



(b)

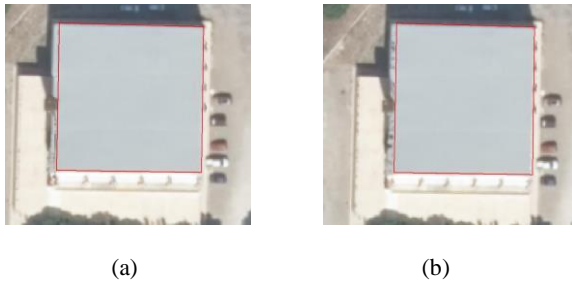
Şekil 3. (a) Yol detayının stereo modelden elde edilen yüksekliği ile her bir SYM'den elde edilen yükseklikler ile karşılaştırılması (b) SYM'lerden elde edilen yüksekliklerin kendi aralarında karşılaştırılması

Yol detayına ilişkin gerçekleştirilen karşılaştırmalarda referans verisiyle; planimetrik farklar 1 metrenin altında bulunmuştur. Yükseklik farkları da aynı şekilde 1 metrenin altında ortalama 0.80 metre civarında tespit edilmiştir. Şekil 3(a)'da kırmızı çizgi

referans yol verisini göstermektedir. Diğer renkteki veriler ise LiDAR verisinden üretilen farklı SYM'lerden yol için elde edilen yükseklikleri göstermektedir. Şekil 3(b)'de farklı SYM'lerden elde edilen yol yüksekliklerinin karşılaştırılması görülmektedir. Bunlar arasındaki en büyük fark yaklaşık 3 cm olarak bulunmuştur.

Referans bina verisinin her bir SYM ile elde edilen gerçek orto görüntüler üzerine bindirilmesi ile elde edilen sonuçlar Şekil 4 ve Şekil 5'te gösterilmiştir. 1200 metre ve 2600 metre için de benzer sonuçlar alınmış olup elde edilen farklar 1 metre civarındadır. Bina sınırları düz bir doğru şeklinde görülmektedir. 1200 metrede görüntüler birbirine benzemektedir. 2600 metrede ise son dönüş verileriyle elde edilen SYM ile üretilen orto görüntüde bina sınırı ilk dönüşten elde edilene göre daha keskindir. Bu sonuç, Günay vd.,lerinin elde ettiği sonucu doğrulamaktadır. Son dönüşler kullanılarak elde edilen SYM'lerden üretilen gerçek orto görüntülerde bina sınırları daha keskin ve düz olmaktadır.

Test alanının stereo modelden görüntü eşleme yöntemi ile de otomatik olarak 30 cm çözünürlüğünde SYM verisi ve gerçek orto görüntüsü üretilmiş ve karşılaştırmaya dahil edilmiştir (Şekil 6). Bu şekilde elde edilen gerçek orto görüntü de bina sınırları düz ve keskin olmakla birlikte referans verisine göre bina detaylarında ki planimetrik konum farklarının LiDAR'dan elde edilenlere göre daha fazla olduğu görülmektedir. Tek bir stereo çiftinin kullanılması ve perspektif iz düşümün etkilerinin tam olarak giderilememesinin bu farka neden olduğu düşünülmektedir. Daha fazla görüntü kullanılması ve daha fazla ışının keşitirilmesi ile yığın eşleme algoritmalarının kullanılması durumunda bu hatanın azaltılabileceği değerlendirilmektedir (Şehsuvaroğlu vd.,2014). Yol detaylarındaki planimetrik hataların ise çok az olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4. (a) 1200 metre ilk dönüş (b) 1200 metre son dönüş



Şekil 5. (a) 2600 metre ilk dönüş (b) 2600 metre son dönüş

Şekil 4 ve Şekil 5'te görülen bina detayı ele alınarak sayısallaştırılan vektör verinin her köşesinde ki yükseklikler referans veri ile karşılaştırılmıştır.



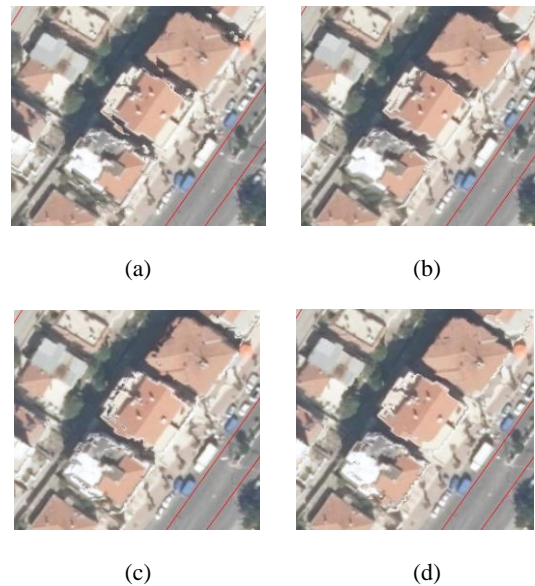
Şekil 6. Görüntü eşleme ile oluşturulan SYM kullanılarak oluşturulan orto görüntü

Tablo 3'de elde edilen sonuçlar görülmektedir. Referans veriye en yakın sonuçlar, ilk dönüşlerden elde edilen SYM'lerden elde edilmiştir. En iyi sonuç 2600 metre ilk dönüş SYM'sinden alınmıştır fakat 3 ve 4'üncü köşeler arasında bir tutarsızlık söz konusudur. 1200 metre daha iyi çözünürlüğe sahip olmasına rağmen 2600 metreye göre daha kötü sonuçlar vermiştir.

Her ne kadar yükseklikler referans veriye yakın olsa da ilk dönüşlerden elde edilen SYM'ler kullanılarak oluşturulan orto görüntülerde binaların kenarları son dönüşlerden üretilenlere göre daha zikzaklı bir görüntü vermektedir (Şekil 7). Bu yüzden araştırmalara 4 grup veriyle devam edilmesine karar verilmiştir.

SYM	Bina Köşe Nokta Yükseklikleri (metre)			
	1	2	3	4
Referans (Stereo)	103.03	103.03	106.21	106.21
1200 İlk Dönüş	96.63	101.46	103.25	105.89
1200 Son Dönüş	92.06	94.00	99.79	101.78
2600 İlk Dönüş	101.86	101.88	103.75	105.87
2600 Son Dönüş	99.14	97.38	100.92	105.69
Görüntü Eşleme	94.43	93.26	93.77	96.62

Tablo 3. Bina detayı köşelerinde SYM'lerden elde edilen yüksekliklerin referans yükseklikler ile karşılaştırılması



Şekil 7. (a) 1200 metre ilk dönüş (b) 1200 metre son dönüş (c) 2600 metre ilk dönüş (d) 2600 metre son dönüş

LiDAR doğası gereği çok homojen bir veri sağlamamaktadır. Köşelerdeki tutarsızlığın giderilmesi ve veride homojenlik sağlanması amacıyla SYM verileri filtrelenmiştir. İlk dönüşlere yüksek veriye sahip olduklarından median filtresi, son

dönüşlere ise yere daha yakın verileri ve dönüşleri içerdiğinden maksimum filtresi uygulanmıştır. Her iki filtreleme farklı derecelerde uygulanarak sonuçlara etkisi araştırılmıştır. 1200 metre verisine uygulanan filtreleme işlemleri sonucunda elde edilen bulgular Tablo 4'de, 2600 metreninkiler ise Tablo 5'de sunulmuştur. Her iki veri grubunda da en iyi sonuçlar son dönüşlerden elde edilen SYM'lere maksimum 9x9 filtresinin uygulanmasıyla alınmıştır.

1200 ve 2600 metre arasındaki karşılaştırmada ise 2600 metrenin sonucunun daha iyi olduğu tespit edilmiştir. Bunun 4 nedeninin olabileceği düşünülmektedir. Birincisi 2600 metreden çekilen veride birden fazla geçiş olması, ikincisi 2600 metrenin SYM'sinin çözünürlüğünün daha büyük ve görüntü çözünürlüğüne yakın olması, üçüncüsü ise 1200 metreden alınan verilerdeki noktalar arasındaki mesafe yaklaşık 30 cm iken bu veriden 15 cm çözünürlüğünde SYM üretilmesi veya uygulanan filtresinin daha yüksek çözünürlükteki verideki homojenliği sağlaması için filtre matrisinin düşük çözünürlüktekinden daha yüksek tutulması gerekliliği olabilir.

Elde edilen veri ile referans verisi arasında yaklaşık 1m 'lik bir fark mevcuttur. Bunun da LiDAR verisinin yönlendirilmesinde ve görüntülerin yönlendirilmesinde farklı yer kontrol noktalarının kullanılmasından kaynaklanmış olabileceği değerlendirilmektedir. Test alanında yeterli sayıda denetleme noktası bulunmadığından bu konu araştırılamamıştır.

SYM	Bina Köşe Nokta Yükseklikleri (metre)			
	1	2	3	4
Referans (Stereo)	103.03	103.03	106.21	106.21
1200 İlk Dönüş	96.63	101.46	103.25	105.89
1200 İlk Median 2x2	94.80	101.39	105.34	105.88
1200 İlk Median 5x5	95.24	100.02	104.26	105.81
1200 İlk Median 9x9	92.78	98.95	104.87	105.70
1200 Son Dönüş	92.06	94.00	99.79	101.78
1200_Son_Max_2x2	92.06	97.22	103.86	101.89
1200_Son_Max_5x5	95.89	101.79	105.74	105.46
1200_Son_Max_9x9	100.62	101.92	105.79	105.95

Tablo 4. 1200 metreden çekilen LiDAR verisine uygulanan filtreler sonucunda bina detayı köşelerinde elde edilen yüksekliklerin referans yükseklikler ile karşılaştırılması

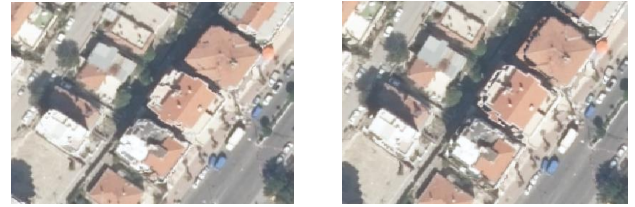
SYM	Bina Köşe Nokta Yükseklikleri (metre)			
	1	2	3	4
Referans (Stereo)	103.03	103.03	106.21	106.21
2600 İlk Dönüş	101.86	101.88	103.75	105.87
2600 İlk Median 2x2	101.76	101.84	105.57	105.87
2600 İlk Median 5x5	100.77	101.12	104.64	105.71
2600 İlk Median 9x9	98.82	97.94	104.14	105.48
2600 Son Dönüş	99.14	97.38	100.92	105.69
2600_Son_Max_2x2	99.15	99.58	103.73	105.82
2600_Son_Max_5x5	101.95	101.95	105.54	105.82
2600_Son_Max_9x9	102.00	102.05	105.82	105.82

Tablo 5. 2600 metreden çekilen LiDAR verisine uygulanan filtreler sonucunda bina detayı köşelerinde elde edilen yüksekliklerin referans yükseklikler ile karşılaştırılması

2600 metrede son dönüşlerden elde edilen SYM'nin maksimum 9x9 filtresinden geçirilmesinden sonra oluşturulan gerçek orto görüntü Şekil 8'de verilmiştir. Yükseklik doğruluğunun yanı sıra planimetrik doğruluğun da iyileştiği görülmektedir. Ayrıca farklı seviyelerde uygulanan filtrelerin orto görüntüye etkileri de araştırılmıştır. Bu amaçla görüntünün farklı alanındaki bina sınırları kontrol edilmiştir. Sonuçlar 9x9 seviyesinin diğer seviyelere göre daha iyi olduğunu göstermektedir. Örnek olarak Şekil 9'daki bina sınırları gösterilmiştir.



Şekil 8. 2600 metreden son dönüşten elde edilen SYM'nin maksimum 9x9 filtresinden geçirildikten sonra oluşturulan gerçek orto görüntü



(a)

(b)



(c)

Şekil 9. (a) Maksimum 2x2 filtresi (b) Maksimum 5x5 filtresi (c) Maksimum 9x9 filtresi sonucunda elde edilen gerçek orto görüntüdeki bina sınırları.

Her ne kadar 2600 metreden elde edilen sonuçlar 1200 metreden elde edilenlerden daha iyi olsa da her iki veri grubunun sonuçları 1:25.000 ölçekli veri toplama ve güncelleme için yeterli görünmektedir.

4. WEB SERVİSLERİ İLE 3B VERİ GÜNCELLEME

Coğrafi Bilgi Sistemlerinin (CBS)'nin Web 2.0 ile birleşmesi, harita sunum teknolojilerinin her zaman ve her yerden ulaşılabilen bir servis olmasını sağlamıştır. Bu bağlamda çeşitli kurum ve kuruluşlardan oluşan Open Geospatial Consortium (OGC), coğrafi veriler için çeşitli standartlar önermekte ve CBS araçlarının birlikte çalışabilirliğine olanak sağlamaktadır. Web Harita Servisi (WMS), Web Detay Servisi (Web Feature Service- WFS), Web Katman Servisi (Web Catalog Service- WCS) OGC'nin sağladığı ilgili standartlardan bazılarıdır.

WMS Standardı, http arayüzü üzerinden koordinatlandırılmış, harita görüntülerinin coğrafi veri tabanlarından elde edilmesini sağlamaktadır. WMS isteği içerisinde coğrafi katmanlar ve coğrafi alan sınırı tanımlanabilmektedir. Yapılan isteğe gelen yanıt ise web tarayıcısı tarafından görüntülenebilecek JPEG, PNG vb formatlarda koordinatlandırılmış harita görüntüleridir. Http arayüzü aynı zamanda isteğe yanıt olarak gönderilen görüntülerin saydamlığını da destekleyebilmektedir. Bu sayede birden fazla katman birbirinin üzerine kapatmadan görüntülenebilmektedir.

WCS Standardı, coğrafi veri tabanlarından koordinatlandırılmış kaplama verilerinin (Örn.yükseklik) http arayüzü üzerinden web ortamında elde edilmesini sağlamaktadır. Statik haritaların sunumu için kullanılan WMS'den farklı olarak, veriyi detaylı açıklamalarıyla birlikte ve orijinal semantiğiyle birlikte sunmakta, zengin coğrafi kısıtlar ve sorgu ölçütleri içermektedir. Örneğin WMS'de sadece renk bilgileri sunulabilirken, WCS ile yükseklik gibi bilgiler de sunulabilmektedir.

WFS Standardı ise vektör veriye erişim ve keşif için kullanılan OGC arayüz standardıdır. WFS-T (Transactional) ise WFS'in sağladığı imkânların üzerine vektör veriyi yaratma, silme ve güncelleme için kullanılmaktadır.

4.1 WMS ve WCS'nin Kurulması

Güncelleme için kullanılacak orto görüntüler ile kullanıcılara koordinatlı resmin sağlanması amaçlandığından orto görüntülerin sunumu için WMS servisinin kurulması hedeflenmiştir.

WMS servisi ilk olarak açık kaynak kodlu Geoserver üzerinde denenmiştir. Geoserver 2.2 sürümünde WMS servisi çalışmasına rağmen WCS servisinde sınırlı formatları desteklemesi nedeniyle problem yaşanmıştır. Geoserver'in en güncel versiyonu 2.7 kurulmuş, bu versiyonun da kararlı çalışmadığı tespit edilmiştir. Çalışmalar bu aşamadan itibaren ArcGIS üzerinde gerçekleştirilmiştir.

Test alanının orto görüntüsü ArcGIS Server üzerinden WMS servisi olarak sunulmuştur. Servisin kullanıcı tarafında daha hızlı çalışabilmesi için 5 seviye görüntü bellekte (cache) oluşturulmuştur. Yayın yapılan adres kullanıcılar ile paylaşılmış, CBS yazılımlarına eklenmiş, hızlı şekilde görüntülendiği tespit edilmiştir.

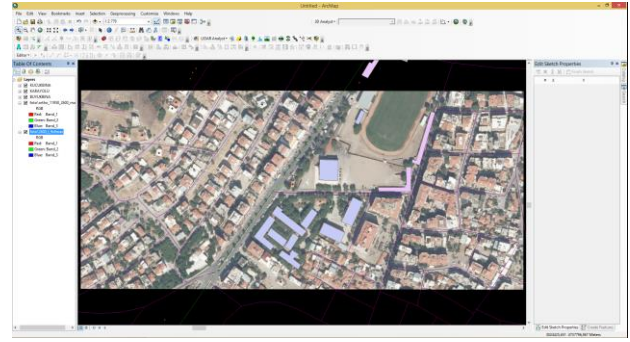
Orto görüntülerin kapsadığı test alanına ait SYM verisi için ise ArcGIS Server üzerinde WCS servisi oluşturulmuştur. Oluşturulan servisin WMS'de olduğu şekilde adresi paylaşılmış, CBS yazılımında bu servis yardımıyla yükseklik verilerinin değerlerini okumak mümkün olmuştur.

4.2 WFS-T'in Kurulması

Vektör verilerin görüntülenmesiyle birlikte, güncellenmesini yapılabilmesi için WFS-T'nin kurulmasına ihtiyaç vardır. Bu amaçla WFS-T Servisinin ArcGIS Server üzerinden kurulması hedeflenmiştir. WFS-T üzerinden aynı anda tek bir veritabanı üzerinde çoklu düzenlemenin yapılabilmesini sağlamak için enterprise bir veritabanına ihtiyaç duymaktadır. Bu amaçla, ArcGIS Server'ın bağlantı kurabileceği, verilerin içerisinde depolanabileceği bir enterprise veritabanına gereksinim duyulmuştur. Enterprise veritabanlarından SQL Server ile açık kaynak kodlu POSTGRESQL ile denenmiş, bu veri

tabanlarında WFS-T servisinin oluşturulmasında problem yaşanmıştır. ORACLE veri tabanında yapılan uygulamada ise WFS-T servisi oluşturulabilmiş ve test alanını içeren 1:25.000 ölçekli J18-d3 paftasına ait 3B vektör veriler sunulmuştur.

Oluşturulan WMS, WCS ve WFS-T servisleri ArcGIS ortamında açılarak 1:25.000 ölçekli J18-d3 paftasına ait 3B vektör veri tabanı 3B olarak güncellenebilmiştir. Güncelleme kapsamında yeni veriler eklenebilmiş, eski veriler ise silinebilmiş ve değiştirilebilmiştir. Şekil 10'de yazılımın arayüzü görülmektedir.



Şekil 10. 3B olarak eklenen vektör veriler.

Stereo modellerden kıymetlendirilen 1:25.000 ölçekli J18-d3 paftasına ait 3B vektör veriler Harita Genel Komutanlığınca klasik orto görüntülerin sunulduğu WMS servisi kullanılarak kontrol edilmiştir. Klasik orto görüntüler oluşturulurken sayısal arazi modeli kullanıldığından ve insan yapısı detaylar bu veride modellenmediğinden konum kayıklıkları tespit edilmiştir (Şekil 11). Aynı verilerin test alanının gerçek orto görüntüsü üzerindeki görüntü üzerinde kontrolü yapıldığında ise herhangi bir konum kayıklığı tespit edilmemiştir (Şekil 12).



Şekil 11. J18-d3 paftasının verilerinin klasik orto görüntü üzerindeki görünüşü.



Şekil 12. J18-d3 paftasının verilerinin gerçek orto görüntü üzerindeki görünüşü.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Ulusal haritacılık kuruluşları veya coğrafi veri üreticileri en büyük sorunlarından biri de coğrafi veri tabanlarındaki verilerin nasıl güncel olarak tutacaklarıdır.

Bu çalışmada söz konusu soruna çözüm yolu olarak bir güncelleme modeli önerilmiş ve bu modelin uygulanabilirliği araştırılmıştır. Önerilen güncelleme modelinde öncelikle LiDAR verilerinden yararlı üretilmiş SYM'nin oluşturulması ve daha sonra bu SYM'leri kullanarak otomatik olarak gerçek orto görüntülerin oluşturulması hedeflenmiştir. Yapılan araştırmada gerçek orto görüntünün istenen doğruluk ve kalitede üretilmesi için uygun SYM'nin üretilmesi gerekmektedir. LiDAR bu amaç için kullanılacak araçlardan birisidir. Araştırma sonucunda doğru ve kaliteli bir gerçek orto görüntü üretimi için LiDAR verisinden elde edilecek SYM verisi için dikkat edilmesi gereken şu hususlar tespit edilmiştir:

- SYM için son dönüşlerin kullanılması bina sınırlarının doğru bir hat şeklinde görünmesine yardımcı olmaktadır.
- Homojenliğin sağlanması için SYM'lere uygun filtrelerin uygulanması faydalı olmaktadır.
- SYM çözünürlüğünün orto görüntünün çözünürlüğüne eşit veya en düşük yarısı kadar olması orto görüntünün kalitesini olumlu yönde etkilemektedir.
- LiDAR uçuşlarının gidiş dönüş şeklinde olması SYM'nin kalitesini artırmaktadır.

Önerilen modelin web tabanlı olarak çevrimiçi bir uygulaması da gerçekleştirilmiştir. Bu uygulama ile test alanının orto görüntüsü WMS, SYM verisi WCS ve vektör verileri de WFS-T ile paylaşarak/sunularak coğrafi veri güncellemesinin yetki verilen kullanıcılar tarafından yapılmasına olanak sağlanmıştır.

Küçük bir test alanı için bu model yeterli bir çözüm sunmuştur. Modelin geçerliliğini, coğrafi verilerin veri modelleri ve detay çıkarma kılavuzları etkilemektedir. Çünkü stereo görüntünün orto görüntüye göre detay belirleme konusunda avantajlı olduğu ama aynı zamanda veri toplama maliyetlerinin de yüksek olduğu açıktır.

KAYNAKLAR

Amhar, F., Jansa, J., Ries, C., 1998. The Generation of the True-Orthophotos Using a 3D Building Model in Conjunction with a Conventional DTM, The Int. Archive of Phot. and R.S., Vol.32, Part 4, Stuttgart, Almanya, sayfa 16-22.

Barazetti, L., Brovelli, M., Scaioni, M., 2008. Generation of True -Orthophotos With LIDAR High Resolution Digital Surface Models, The Photogrammetric Journal of Finland, Vol.21, No.1, sayfa 26-36.

Biasion, A., Dequal, S., Lingua, A., 2004. A New Procedure for the Production of True Orthophotos, The Int. Archive of Phot. and R.S., Vol.35, Part 2, İstanbul, Türkiye, sayfa 538-543.

Braun, J., 2003. Aspects on True-Orthophoto Production, Photogrammetric Week '03, H.Wichmann Verlag, Heidelberg, Almanya, sayfa 205-214.

Günay, A., Arefi, H., Hahn, M., 2007. True Orthophoto Production Using LIDAR Data, IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium, IGARSS 2007, Barcelona, İspanya, sayfa 2873-2876.

Haala, N., Brenner, C. and Anders, K., 1998, 3D Urban GIS from Laser Altimeter and 2D Map Data, [Online], http://www.ifp.uni-stuttgart.de/publications/1998/ohio_laser.pdf

Kayı, A., Erdoğan, M., Eker O., 2015. Optech HA-500 ve Riegl LMS-Q1560 ile Gerçekleştirilen LiDAR Test Sonuçları, Harita Dergisi Sayı 153, sayfa 42-46.

Kim, Changjae., Ghanma, Mwafag. and Habib, A., (2006) Integration of Photogrammetric and LIDAR Data for Realistic 3D Model Generation, [Online], http://regard.crg.ulaval.ca/proceedings/13-kim_et_al.pdf.

Rau, J.Y., Chen, N.Y., Chen, L.C., 2002. True Orthophoto Generation of Built-Up Areas Using Multi-View Images, PE&RS, Vol.68, No.6, sayfa 581-588.

Schickler, W., 1998. Operational Procedure for Automatic True Orthophoto Generation, The Int. Archive of Phot. and R.S., Vol.32, Part 4, Stuttgart, Almanya, sayfa 527-532.

Şehsuvaroğlu, M.S., Eker, O., Erdoğan, M., Yıldız, F., 2014. Sayısal Yüzey Modeli Üretiminde Fotogrametri mi, LiDAR mı?, Harita Dergisi Sayı 151, sayfa 1-10.