

MEKANSAL VERİNİN KALİTESİ: KONUM VE YÜKSEKLİK DOĞRULUĞU

M.T. Özlüdemir¹, R.N. Çelik¹, H. Kutoğlu², R. Deniz¹

¹İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Fak., Jeodezi ve Fotogrametri Müh. Böl., İstanbul, tozlu@itu.edu.tr, celikn@itu.edu.tr, denizr@itu.edu.tr

²Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Mühendislik Fak., Jeodezi ve Fotogrametri Müh. Böl., Zonguldak, kutoglu@hotmail.com

ÖZET

Büyük ölçekli/yüksek çözünürlüklü mekansal bilginin kalitesinin önemli parametrelerinden biri konum ve yükseklik doğruluğudur. Konum ve yükseklik doğruluğu; verinin üretim maliyetini doğrudan etkiler ve uygulanabilirliğini belirler.

Türkiye’de büyük ölçekli mekansal bilginin üretimi, Büyük Ölçekli Harita ve Harita Bilgileri Üretim Yönetmeliğinin (BÖHHBÜY) yasal standartlarına göre yapılmaktadır. Bu yönetmelikte, farklı doğruluk derecelerinde mekansal bilgilerin üretilmesi için minimum doğruluk sınırları verilmektedir. Ancak bu sınırlardan daha yüksek doğruluklarda da üretimlerin yapılması olanaklıdır. Yönetmelikteki doğruluklar üretimin gereği olarak hiyerarşik ağ yapısına göre, yani bir üst derece ağa göre verilmektedir.

Büyük ölçekli mekansal verinin kullanılabilirliği ve analizi için bu verilerin ağ doğruluklarının (mutlak doğruluk, datuma göre doğruluk) belirlenmesi gerekmektedir. Mevcut büyük ölçekli mekansal verinin mutlak konum ve yükseklik doğrulukları ve yönetmeliğe göre hiyerarşik yapıda üretilen mekansal verinin mutlak konum ve yükseklik doğrulukları nasıl belirlenmelidir? Bunun otomasyonu nasıl sağlanabilir?

Bu çalışmada, ISO/TC211, Open GIS tarafından verilen ve ABD’nin federal kamu organı Federal Coğrafi Veri Komitesi (FDGC) tarafından da uygulanan mutlak konum ve yükseklik doğruluklarının hesaplanmasını ve otomasyonunu sağlayacak yöntemler önerilmektedir. Önerilen yöntemle, BÖHHBÜY’ye göre üretilen mekansal verinin konum ve yükseklik doğrulukları elde edilerek sonuçlar irdelenmektedir.

Anahtar Sözcükler: Coğrafi veri kalitesi, Coğrafi veri standartları.

ABSTRACT

QUALITY OF SPATIAL DATA: ACCURACIES OF POSITIONS AND HEIGHTS

One of the important parameters for the quality of large scale/high resolution spatial data is the accuracies of position and height. Accuracies of position and height have a direct impact on the production cost of the data and therefore determine its applicability.

Production of large scale spatial information in Turkey is conducted with respect to the legal standards defined in the Regulations for Large Scale Mapping and Spatial Data Production. In these regulations, minimum accuracy measures are defined for the production of spatial information at different accuracy levels. However it is possible to make spatial data production with higher accuracies. The accuracies in the regulations are given in a network hierarchy, i.e. with respect to the upper level network.

In terms of the reliability and analysis of the large scale spatial data, the accuracies of this data (absolute accuracy, datum dependent accuracy) should be determined. How should be determined the absolute positional and height accuracies of the existing large scale spatial data as well as the absolute positional and height accuracies of the spatial data produced in a hierarchical structure with respect to the regulations? How could this procedure be automated?

In this study, the methodologies introduced for the computation of absolute positional and height accuracies and its automation by Open GIS, and applied by the Federal Geographical Data Committee (FDGC), the federal governmental institution of the US, are suggested. The positional and height accuracies of the spatial data produced with respect to the official regulations have been determined through the suggested method and the results are discussed.

Keywords: Geographical data quality, Geographical data standards.

1. CBS’DE STANDARDİZASYON

Bugünkü teknolojinin özelliği, bilgi ve enformasyonun (yararlı bilgi) bilgi üretimine, bilgi işleme ve iletme aygıtlarına uygulanması, yenilik ile yeniliğin kullanımı arasında ikisinin birbirini beslediği bir çevrim oluşmasıdır. Bu, ağ toplumunun oluşumuna gidiştir (Castells, 2005).

Enformasyon teknolojisi sayısallaşan bir dünya yaratıyor. Coğrafi bilgi alanı, günümüz teknolojisine uyum sağlamada yeniliklerin yaratılması ve kullanılmasında en önde giden alanlardan biridir ve bu alana yapılan yatırım miktarı giderek artmaktadır.

Geleneksel statik harita ve plan yaklaşımından mekansal bilgi ve sistemlerinden yararlanmaya geçiş süreci çok hızlı biçimde tamamlanmaktadır. Bu alandaki yenilikler ve yeniliklerin kullanılması yoluyla gelişme, öncelikle mekansal bilginin üretiminden kullanımına, tüm aşamalarda iyi tanımlanmış standartlara ve uyuma bağlıdır.

Coğrafi/mekansal bilgi alanı (sektörü) için geliştirilen standartlar;

- Resmi standartlar, global, bölgesel veya ulusal çerçevede standardizasyon kuruluşları tarafından üretilen standartlar. ISO/TC211, Open GIS, IHO vb. görevli kuruluşlarca üretilen standartlar,
- Yasal standartlar; ulusal veya uluslararası kanunlara göre üretilen standartlar; “Büyük Ölçekli Harita ve Harita Bilgileri Üretim Yönetmeliği” kapsamında belirlenmiş standartlar vb.,
- Fiili (de facto) standartlar (Endüstri Standartları), kurallar, endüstri ve mesleki talimatlar, dokümanlar vb. olarak sınıflandırılabilir.

Tüm standardizasyon çalışmalarında, genel kurallarından biri tüm yeni standartların mevcutta ve yasal standartlara uyumlu olmasıdır.

Coğrafi/mekansal bilgi alanındaki standartlar “Bilgi Mühendisliğinin Tasarım ve Standart Geliştirme” ilkelerine göre geliştirilirler. Bu ilkelere uygun olarak;

- veri
- süre
- organizasyon
- teknoloji

kategorisi olmak üzere 4 temel kategoride standart geliştirilir ve bir standart tam olarak bunlardan birini içerir. Bu kategorilerin alt standart grupları vardır. “Verinin kullanılabilirlik” standardı içinde “veri kalitesi”, “kalitenin değerlendirilmesi”, “doğruluk” ve “raporlama” standartları geliştirilmiştir (URL 1).

Doğruluk standartlarından konum ve yükseklik doğruluğu bu çalışmada incelenecektir.

2. MEKANSAL BİLGİNİN DOĞRULUĞU

Coğrafi/mekansal bilgi, yeryüzüne göre bir konumla doğrudan veya dolaylı olarak ilişkilendirilen nesnelere ve olaylara ait bilgi biçiminde genel olarak ifade edilirse, konuma presizyonlu olarak bağlı olan coğrafi bilgiler özel mekansal (geospatial, spatial) bilgi grubunu oluştururlar. Her türlü jeodezik ağ noktaları, harita ve planlar bu gruba girerler. Mekansal bilgi; kadastro, imar, mühendislik uygulamaları vb. çalışmaların ve bu alanlarda oluşturulan bilgi sistemlerinin temel altyapısını oluşturur.

Mekansal bilginin üretiminde doğruluk, maliyeti de etkileyen önemli bir parametredir. Bu nedenle, bu bilginin üretimi için doğruluk standartları belirlenmiştir. Genel olarak mekansal veriler, ulusal yasal standartlarda belirlenen doğruluklara göre üretilir. Bu standartlar;

- ülkenin jeodezik altyapısının durumu,
- ülkenin teknoloji ve bilgi düzeyi,
- ülkedeki alet ve donanım parkı,
- ülkenin ekonomik olanakları

dikkate alınarak belirlenir. Yüksek doğruluklar, çok yüksek maliyetler gerektirdiğinden standartlar, gereksinimlere göre koşulların optimizasyonu ile belirlenir. Türkiye’de mekansal veri “Büyük Ölçekli Harita ve Harita Bilgileri Üretim Standartları”na göre üretilmektedir (BÖHHBÜY, 2005). Bu yönetmelikle, nokta konum ve yükseklik bilgileri jeodezik ağ yaklaşımına uygun olarak hiyerarşik yapıda üretilirler. Jeodezik ağ noktalarının konumları, konum doğrulukları, yükseklikleri ve yükseklik doğrulukları bir üst dereceden ağı göre hesaplanır. Diğer detayların konum ve yükseklik doğrulukları ise, yine bağlı olduğu jeodezik kontrol noktalarına göre hesaplanır ve dokümanlaştırılır. Detay noktalarının konumları ve yükseklikleri hesaplanır. İstenirse detay noktalarının konum ve yükseklik doğrulukları da mevcut dokümanlardan kolayca elde edilebilir.

Doğruluk, doğrudan, üretilen bilginin kalitesinin bir göstergesidir ve uygulamada da böyle algılanır. Yüksek doğruluklu mekansal bilgi daha kaliteli bilgidir ve mühendislik uygulamalarında olunca yüksek dereceden noktaların konum ve yüksekliklerinden yararlanmaya özen gösterilir. Ancak doğruluk verisinin Coğrafi Bilgi Sisteminde dikkate alınması konusu henüz gündemde değildir.

Türkiye Ulusal Mekansal Veri Altyapısının oluşturulma aşamasında, doğruluk bilgisinin de dikkate alınması gerekecektir. Çünkü ISO/TC211 ve Open GIS gibi resmi standart üreten kuruluşlar ve ABD Federal Coğrafi Veri

Komitesi (FGDC-Federal Geographic Data Committee) gibi ulusal kuruluşlar doğruluk standartlarını belirlemişler ve CBS’lerde uygulamaya başlamışlardır (URL 2; URL 3).

3. KONUM VE YÜKSEKLİK DOĞRULUĞU STANDARTLARI

Jeodezik olarak konum ve yükseklik doğrulukları, farklı parametrelerle ifade edilmektedir. Bu amaçla birçok doğruluk ve ölçüt tanımı vardır. Burada, uluslararası standardizasyon kuruluşlarından ISO/TC211 (URL 4) ve Open GIS (URL 5) tarafından benimsenen tanımlar ve parametreler üzerinde durulacak ve bu uluslararası standartlarla BÖHHBÜY’deki standartlar arasındaki uyum için çözümler verilecektir.

Doğruluk verisinin elde edilmesi durumunda;

- veri kullanıcıları, konum ve yükseklik verisiyle elde ettikleri sayısal değerlerin analizini yapabilirler; örneğin uzunluk, alan, hacim vb. değerlerinin karesel ortalama hataları da bulunabilir,
- mevcut CBS verisiyle beklenen sayısal doğruluklara ulaşıp ulaşamayacağını analizini yapabilir, mevcut CBS verisinin nasıl kullanılabileceğini değerlendirebilirler.

Ancak CBS’de tüm değerlendirme ve kontroller elle değil, yazılımla otomatik olarak yapılmalıdır (URL 2). Bazı mühendislik uygulamalarında kısmen dikkate alınan yukarıdaki hususların, tüm mühendislik vb. presizyonlu uygulamalara genişletilmesi, CBS ve özellikle büyük ölçekli mekansal bilginin kullanımı için bir gerekliliktir.

3.1. Doğruluk tanımları

Mutlak doğruluk: Belirli mekansal referans sistemine (datuma) göre bir nokta için belirlenen hatadır. Bu doğruluk, bilinen ve beklenen tüm hataları içerir.

Rölatif doğruluk: İki nokta arasındaki uzunluk için belirlenen hata veya bir noktanın diğer noktaya göre doğruluğudur. Eğer mutlak hata iki noktada bilinirse, rölatif hata bu iki noktadaki değerlerden bağıl hata elipsi yaklaşımıyla hesaplanır.

Düşey lineer hata (LE): Bir yer noktası için tanımlanan düşey koordinatın (yüksekliğin) doğruluğudur.

Yatay dairesel hata (CE): Bir yer noktası için, enlem ve boylam (veya Sağa-Yukarı) yatay koordinatları için belirlenen yatay konum doğruluğudur.

3 Boyutlu küresel hata: Bir yer noktasının üç boyutlu konumunun hatasıdır ve düşey lineer hata ile yatay dairesel hatanın toplamıdır. Bu hata, üç koordinatın da benzer doğrulukta olması durumunda uygundur. Genel olarak düşey lineer hata ve yatay dairesel hatalar kullanılır.

Hataların hesabında, korelasyonsuzluk ve normal dağılım varsayılır. Doğruluk bilgisi, üç boyut için 2x2 simetrik varyans-kovaryans matrisiyle kaydedilir. Güven aralığı (Confidence Probability) (0.5, 0.6827, 0.9 ve 0.95) belirlenir (URL 2). Buna göre gösterim,

$$C = \begin{bmatrix} m_x^2 & m_x m_y & m_x m_z \\ m_x m_y & m_y^2 & m_y m_z \\ m_x m_z & m_y m_z & m_z^2 \end{bmatrix} \quad (1)$$

veya korelasyonsuzsa, üç boyutlu kartezyen (dik) koordinatlar için

$$C = \begin{bmatrix} m_x^2 & & \\ & m_y^2 & \\ & & m_z^2 \end{bmatrix} \quad \text{ya da iki boyutlu koordinatlar için} \quad C = \begin{bmatrix} m_x^2 & \\ & m_y^2 \end{bmatrix} \quad (2)$$

olur.

Fotogrametrik olarak elde edilen konumların ve yüksekliklerin doğrulukları, yer kontrol noktaları için hesaplanan varyans-kovaryans matrisleri dikkate alınarak hesaplanır. Monoskopik ve stereoskopik görüntülerden mutlak konum ve yükseklik doğruluklarının elde edilmesi için de standartlar geliştirilmiştir (URL 2).

3.2. Mutlak doğruluğun elde edilmesi

Konum ve yüksekliğe ilişkin mutlak doğruluklar (presizyon değil), gerçek değerle karşılaştırılarak bulunurlar. Bunun için, herhangi bir dereceden jeodezik noktanın veya detay noktalarının mutlak doğrulukları, seçilen test noktalarının hiyerarşik seviyesinden bir üst derecede konumlarının belirlenmesiyle hesaplanır (URL 3). Bu değer, test alanı içindeki noktalar için geçerli olur. Mutlak doğruluklar BÖHHBÜY’de olduğu gibi kontrol ölçmeleriyle bulunabilir. Ancak ülkemizde kontrol ölçmelerinin bu anlamda ele alınması ve değerlendirilmesi gerekmektedir.

Uygulamada, doğrulukların elde edilmediği durumlarda, doğruluğa presizyon ile yaklaşılmaktadır. Presizyon, üretimdeki verilerin değerlendirilmesiyle, otomatik olarak bulunabilir. Jeodezik ağ noktalarının konum ve yükseklik presizyonları bu ağların dengelenmesiyle doğrudan bulunmaktadır. Buna karşılık detay noktalarının presizyonları, alım yöntemine bağlı olarak dengelemeden veya hata yayılma kanunundan elemanter olarak elde edilebilmektedir.

Mutlak doğruluk yerine mutlak presizyonun tanımı alınır, örneğin bir poligon noktasının konum presizyonu, Türkiye Ulusal Temel GPS Ağı'na (TUTGA) göre hesaplanan presizyondur. Bunun için poligona kadar tüm dereceden noktalar için yapılan gözlemler TUTGA noktalarının konumları değişmez alınarak tümünden dengelenmelidir. Ancak BÖHHBÜY'ye göre her dereceden noktanın konumu ve yüksekliği bir üst derece noktaların konumları ve yükseklikleri değişmez alınarak, yani hiyerarşik ağ yapısında hesaplanır. Bu durumda, hiyerarşik yapıda hesaplanan konumların ve yüksekliklerin mutlak presizyonlarının elde edilmesi probleminin çözülmesi gerekmektedir.

3.3. Hiyerarşik yapıdaki ağlarda ağ presizyonlarının hesabı

BÖHHBÜY'de C1, C2, C3, poligon ve detay noktası olmak üzere 5 doğruluk derecesi ile konum bilgisi üretilmektedir. Bunların her birinin konum ve yükseklik presizyonları bir üst dereceden ağ noktalarının konumları değişmez alınarak hesaplanır. En üst dereceden ağ TUTGA temel ağıdır ve ağ presizyonu, TUTGA'ya göre presizyon anlamındadır.

Önceden de ifade edildiği gibi, mekansal verinin ağ presizyonu tüm veriler tümünden dengelenerek veya bir üst dereceden ağı varyans-kovaryans değerleri dikkate alınarak bulunabilir. Ancak üretimin eş zamanlı olmaması, farklı zamanlardaki ham verilerin toplanması ve değerlendirilmesine yönelik kurumlar arası organizasyon eksikliği ve aksamaları vb. nedenler bu uygulamayı güçleştirir.

Burada, otomasyona uygun üretim esnasında uygulanabilir bir yaklaşım önerilmektedir. Hiyerarşik dengeleme sonucu elde edilen varyanslar kullanılarak varyans alanlarının (örneğin sağa ve yukarı için ayrı ayrı) iki değişkenli polinomlarla belirlenmesi ve üst derecelerden noktaların ağ presizyonlarına gelecek bileşenlerin entegrasyonla elde edilmesidir.

Buna göre,

- i- TUTGA=0, C1 dengeleme değerleri ile C1 alanı
- ii- TUTGA=0, C1=0, C2 dengeleme değerleri, C2 alanı
- iii- TUTGA=0, C1=0, C2=0, C3 dengeleme değerleri, C3 alanı
- iv- TUTGA=0, C1=0, C2=0, C3=0, poligon dengeleme değerleri, poligon alanı

otomatik olarak hesaplanabilir.

Bir poligon noktasının ağ presizyonu poligon dengelemesinden (C1=0, C2=0, C3=0 alınarak) hesaplanan varyanslar ile C1, C2, C3 ağlarından gelecek varyans bileşenlerinin toplamından hesaplanabilir. Yani,

$$Poligon = \begin{bmatrix} m_x^2 & \\ & m_y^2 \end{bmatrix}_{C1 \text{ alanından}} + \begin{bmatrix} m_x^2 & \\ & m_y^2 \end{bmatrix}_{C2 \text{ alanından}} + \begin{bmatrix} m_x^2 & \\ & m_y^2 \end{bmatrix}_{C3 \text{ alanından}} + \begin{bmatrix} m_x^2 & \\ & m_y^2 \end{bmatrix}_{Poligon \text{ dengelemesi}} \quad (3)$$

olacaktır.

Yükseklik ağ doğruluğu için de, benzer bir yaklaşımla, Türkiye Ulusal Düşey Kontrol Ağı'na (TUDKA) dayalı olarak BÖHHBÜY'ye göre üretilen mekansal verilerin (veri gruplarının) ağ presizyonları yönetmelikteki hata sınırları ile de bulunabilir. Ancak bilindiği gibi hata sınırları $3m_0$ olarak belirlenmektedir ve %95 güven aralığı içindir.

Bir sayısal karşılaştırma ve irdeleme olanağı sağlamak için bir poligon noktasının konum presizyonu,

- i- tümünden dengeleme ile,
- ii- hiyerarşik dengeleme sonuçlarından polinomlarla enterpolasyon ile,
- iii- yönetmelikte verilen hata sınırlarına göre

hesaplanmıştır.

Tablo 1'de yapılan değerlendirme sonucunda elde edilen presizyonlar ve BÖHHBÜY'de verilen doğruluk sınırları verilmektedir. Çizelge değerleri, İstanbul GPS Nirengi Ağına (İGNA) dayalı olarak, GPS tekniği ile Anadolu yakası kesiminde gerçekleştirilen, sıklaştırma çalışmaları ile poligon noktalarında gerçekleştirilen ölçmeleri kapsayan bir projede elde edilen sonuçlardan oluşmaktadır.

Ağ derecesi	Hiyerarşik dengeleme		Varyans alanı modellemesi		Tümünden dengeleme (mutlak)		BÖHHBÜY'ye göre			
							Hiyerarşik doğruluklar		Mutlak doğruluklar	
	m_x	m_y	m_x	m_y	m_x	m_y	m_x	m_y	m_x	m_y
C1	0.60	0.40	0.60	0.40	0.60	0.40	3.0	3.0	3.0	3.0
C2	0.60	0.40	0.85	0.57	-	-	3.0	3.0	4.2	4.2
C3	0.88	0.57	1.22	0.80	0.80	0.60	5.0	5.0	6.6	6.6
C4 (Poligon)	0.61	0.39	1.36	0.89	0.26	0.23	5.7	5.7	8.7	8.7

Tablo 1: Nokta konum presizyonları (değerler cm birimindedir)

BÖHHBÜY'ye göre GPS ile nokta sıklaştırması, geleneksel bir ağdan ziyade her noktanın tek tek kestirilmesi biçimindedir. Bu nedenle de geleneksel ağlardaki gibi hata birikimi olmamaktadır. Sadece bağlanılan üst dereceden ağın bağlantı noktaları nedeniyle varyanslar değişmektedir. Bunun sonucu, hiyerarşik ağ noktalarının kendi içlerinde varyans-kovaryans değerleri birbirlerine çok yakın elde edilmektedir. Bir bölge için bunların ortalamaları lokal doğruluk verisi olarak alınabilir. Çizelgedeki değerler bu nedenle test bölgesinin ortalama değerleri olarak verilmektedir. GPS tekniği ile nokta sıklaştırması BÖHHBÜY'ye uygun gerçekleştirilirse yersel tekniklerle elde edilebilenden çok daha yüksek doğruluklara ulaşılabilmektedir. Çizelgede de görüldüğü gibi doğruluk değerleri yaklaşık olarak ± 1 cm dolayındadır.

BÖHHBÜY'ye göre her dereceden ağ için verilen hata sınırları %99.7 güven aralığı içindir. Bu nedenle çizelge verilen hesaplanan değerlerin üç katı ile çarpılmalıdır. Buna göre ulaşılabilen doğrulukların sınırların çok altında kaldığı görülmektedir.

4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Yönetmelikteki sınırlar, en düşük doğruluk sınırlarıdır. Daha yüksek doğruluklarla da üretim yapılabilir. Günümüz veri üretim teknolojileri ile yüksek doğrulukla veri üretiminin maliyeti azalmaktadır. En yüksek doğruluklu çalışmalar dahi ekonomik olmaya başlamıştır. Gelecekte bu gelişimin devam edeceği göz önüne alınarak, yüksek doğruluklar benimsenmelidir.

Tüm dereceden noktaların mutlak doğrulukları, kontrol ölçmeleriyle elde edilir. Yönetmeliğe uygun kontrol ölçmeleri, mekansal veriyi üreten kuruluş tarafından yapılır ve değerlendirilir. Bulunan sonuçlar mekansal verinin mutlak doğruluğu olarak kullanılabilir.

Kontrol ölçmelerine yeterince özen gösterilmediği veya bu ölçülerin yapılmadığı durumlarda, hiyerarşik ağ dengelemesi sonuçlarından mutlak presizyonlar hesaplanmalıdır ve bu presizyonlar mekansal verinin doğruluğu olarak kullanılmalıdır.

KAYNAKLAR

BÖHHBÜY, 2005. Büyük Ölçekli Harita ve Harita Bilgileri Üretim Yönetmeliği, 25876 Sayılı Resmi Gazete, 15 Temmuz 2005.

Castells M., 2005. *Enformasyon Çağı: Ekonomi, Toplum, Kültür, I. Cilt: Ağ Toplumunun Yükselişi*, İstanbul Bilgi Üniversitesi Yayınları, İstanbul, 744 s.

URL 1, ABD Federal Coğrafi Veri Komitesi (FGDC) İnternet sitesi, *FGDC Standards Reference Model*, - Mart 1996, <http://www.fgdc.gov/standards/process/FGDC-standards-reference-model>, 25 Eylül 2007.

URL 2, Open GIS Consortium İnternet sitesi, *The Open GIS™ Abstract Specification, Topic 9: Quality* - Mart 1999, http://portal.opengeospatial.org/files/?artifact_id=896, 25 Eylül 2007.

URL 3, ABD Federal Coğrafi Veri Komitesi (FGDC) İnternet sitesi, *Geospatial Positioning Accuracy Standards – 1998/2005*, http://www.fgdc.gov/standards/standards_publications, 25 Eylül 2007.

URL 4, ISO/TC211 Geographic Information/Geomatics İnternet sitesi, *Terms and definitions from the ISO/TC 211 standards and reports - Ekim 2006*, http://www.isotc211.org/TC211_Terminology_Glossary-20060417-Published.xls, 25 Eylül 2007.

URL 5, Open GIS Consortium İnternet sitesi, *Glossary of Terms* - Mayıs 2007, <http://www.opengeospatial.org/ogc/glossary>, 25 Eylül 2007.