

Araştırma Makalesi

Türkiye Topoğrafik Vektör Veritabanı'nın (TOPOVT) Farklı Ölçek ve Alanlardaki Kullanımı İçin Veri Modeli Değişikliği Yaklaşımının Belirlenmesi: Karayolu Şeması Örneği

Bekir Yüksel¹, Mustafa Canıberk¹, Altan Yılmaz*¹

¹Harita Genel Müdürlüğü, Fotogrametri Dairesi Başkanlığı, Ankara, Türkiye

ÖZ

Anahtar Kelimeler:

TOPOVT
Model Değişikliği Topoğrafik
Vektör Veritabanı
Veri Yapısı

Türkiye Topoğrafik Vektör Veri Tabanı (TOPOVT), 1:25,000 ölçekli standart topoğrafik haritaların üretilmesi amacıyla hazırlanan detay tanımlarına göre üretilmiş topoğrafik detaylar ile eş yükselti eğrileri, mevki ve yerleşim yeri isimlerini içeren, üretim indeksi sınırlarındaki sürekliliği sağlanmış üç boyutlu topolojik bir coğrafi vektör veri tabanıdır. TOPOVT ilk sayısal veri kümesinin üretilmeye başlanması ile beraber detay sınıfları ve alttıplerinin belirlenmesinde; öznitelik değerlerinin ifadesini mümkün kılacak olan tanımların yapılması, çalışma ortamının imkân ve kabiliyetleri çerçevesinde bir gereklilik olarak ortaya çıkmıştır. TOPOVT verilerinin farklı alanlarda kullanılmaya başlanması ve de farklı ölçeklerdeki harita üretimine altlık teşkil etmeye başlaması ile TOPOVT'den türetilen coğrafi verilerde çoğu işlemin veri yapısında yapılacak değişikliklerle azaltılabileceği, farklı ölçeklerdeki kullanım için gerekli olan genelleştirmenin daha az maliyetle yapılabileceği, daha basit, sade ve anlaşılır bir veri yapısı ile ifade edilebileceği görülmüştür. TOPOVT verilerinin bu yeni veri yapısına aktarılması durumunda, kurum içi ve kurum dışı mükerrer veri üretiminin azaltılmasında fayda sağlanacağı, farklı kullanım alanlarında veri paylaşımını hızlandıracağı, daha küçük ölçeklerde harita üretimini kolaylaştıracağı, anlık olarak gerçekleştirilen coğrafi model genelleştirmesi tutarlılığını artıracacağı ve veri üretim maliyetini azalacağı öngörülmektedir. Bu amaçla, standart bir yaklaşımın ve tasarım kriterlerinin belirlenmesi ulaşım detay sınıfı üzerinde gerçekleştirilmeye çalışılmış, tüm sınıfların dönüşümü için ihtiyaç duyulacak zaman, işgücü ve kriterler öngörülmeye çalışılmıştır.

Turkey Topographic Vector Database's (TOPOVT) Determination of Data Model Change Approach for Using in Different Scales and Areas: Road Data Example

ABSTRACT

Keywords:

TOPOVT
Data Model Change
Topographic Vector Database
Data Structure

Turkey Topographic Vector Database (TOPOVT) is a topological three-dimensional geospatial vector database which is created for producing 1: 25,000 scale standard topographic maps according to the detailed data descriptions, containing topographic features, contours and place names, having continuities in the boundary of production index. When TOPOVT was set up with detailed classes and subtypes, the attribute definition values made it a necessity in the framework of the possibilities and capabilities of the working environment. By the time TOPOVT data is started to be used in different fields and starting to form the basis for map production in different scales, it has been seen that it can be done with less cost, can be expressed with a simpler, plain and clearer data structure in these purposes. In the case of converting TOPOVT data to this new data structure, It will be beneficial to reduce the repeated production of same data in the institution or out of the institution, to accelerate data sharing in different usage areas, to simplify the production of maps in smaller scales, to increase the consistency of the model generalization in the instantaneous geographic publications, and to decrease the data production cost in total. In this context, the determination of a standard approach and design criteria for TOPOVT data model was tried to be carried out with the example on transportation feature class, and the time, labor force and criteria required for transformation of all classes were tried to be foreseen.

*Sorumlu Yazar

(bekir.yuksel@harita.gov.tr) ORCID ID 0000-0002-3384-2103
(mustafa.caniberk@harita.gov.tr) ORCID ID 0000-0003-3235-8069
(altan.yilmaz@harita.gov.tr) ORCID ID 0000-0002-1926-0633

1. GİRİŞ

Harita Genel Müdürlüğünün ana görevlerinden biri olan 1:25,000 ölçekli topoğrafik haritalar, 2003 yılından itibaren sayısal coğrafi vektör veriler ile yapılmaya başlanmıştır. Sayısal coğrafi vektör veri üretimine geçilmesi ile beraber temel harita üretiminde kullanılan bu verilerin, kamu kurum ve kuruluşları tarafından birçok farklı alanda, farklı şekillerde ve ölçeklerde yeni haritaların ve coğrafi bilgilerin üretiminde kullanılabileceği ortaya çıkmıştır. Temel harita üretimi için yaratılan bu veriler aslında kamu, kurum, kuruluşlarının kalkınma veya savunma maksatlı birçok projesine altlık teşkil etmeye başlamıştır.

Bu verilerin farklı amaçlarla kullanılabilir olmasını sağlayan bazı özellikler bulunmaktadır. Bunların başında tüm ülke ölçeğindeki verilerin, detay tanımlarına uygun bir şekilde üretilmesi ve bu üretimin kontrol edilerek standart veri kümesinin oluşturulması gelmektedir. Bu maksatla tüm verilerin belirlenmiş olan topolojik kurallara göre kontrolleri yapılmakta, tespit edilen hataların hem baskı hem de farklı yayınlarda sunumundan önce düzeltilmesi sağlanmaktadır. Bu vektör coğrafi veri kümesinin öne çıkan özellikleri şu şekilde sıralanabilir: verinin kapsamının genişliği, detay tanımlarına uygunluk, veri üretim kaynaklarının ve yönteminin büyük ölçüde benzer olması, veri sözlüklerine uygunluk, topolojik kurallara göre kontrollü olması, verilerin kurumsal veritabanında üretim indeksinden bağımsız bir şekilde tutulması, yüksek konumsal doğruluk, büyük oranda 3 boyutlu olması.

Bütün bunların yanında, TOPOVT veritabanında tutulan bu verilerin standart basılı harita üretimi dışındaki alanlarda kullanımı yeterli görülmemektedir. Bunun temel sebebinin, sayısal coğrafi veri üretimine geçilmesi ile beraber, ilk üretimin hızlı ve doğru bir şekilde yapılmasını sağlayacak olan üretim yazılımlarının seçeneklerinin kısıtlı olması değerlendirilmektedir. Dolayısıyla detay tanımları ve veri sözlükleri, seçilen yazılımın yetenekleri ve mevcut şartların izin verdiği ölçüde tasarım yapılmıştır. Bu durum, klasik basılı harita üretimi için yeterli olsa da, farklı ölçeklerde gösterime sahip coğrafi yayınların veya haritaların üretilerek en hızlı şekilde karar vericilere ulaştırılmasında mevcut veri yapısı ile yeterli olmayacaktır.

Tespitleri yapılan bu hususlar doğrultusunda Karayolları Genel Müdürlüğü ile "KARAYOLU" detay sınıfı ve sanat yapılarını içeren ve verilerin paylaşımını da kolaylaştırması amaçlanan örnek bir çalışma yapılmıştır. Bu çalışmanın, veri modeli değişikliğinin tüm ülke ölçeğindeki verilere uygulanmasının maliyetini ortaya koyması ve veri yapısı değişikliği esaslarının belirlenmesi açısından yol gösterici olacağı düşünülmüştür. Bu sınıfın tasarımının bir kısmı iki kurum arasındaki çalışmalarla, bir kısmı ise 2018 yılında gerçekleştirilen Türkiye Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemi

Projesi (TUCBS) kapsamında yapılan çalışmalarla geliştirilmiştir. Çalışma ile beraber topoğrafik verilerin farklı ölçek ve kullanım alanlarında ihtiyaç duyulabilecek konumsal veya özniteliksiz sorgulara büyük ölçüde cevap verilebilmesi sağlanmıştır.

Bu çalışma ile bugüne kadar edinilen tecrübeler ışığında bir kısmı belirlenen veri modeli değişikliği esaslarının geliştirilmesi, doğru bir güncelleme yaklaşımının belirlenmesi hedeflenmektedir.

2. TOPOVT VERİLERİNİN MEVCUT ÜRETİMİ SİSTEMİ

Tüm ülke sınırları içerisindeki alanda yüzde 99'u tamamlanmış bulunan TOPOVT vektör verileri üretimi; Kıymetlendirme, Veri Öndüzenleme, Bütünleme (Büroda veya Araziye), Veri Yapılandırma ve Veritabanı işlemleri olmak üzere 5 ana işlem adımı içerisinde gerçekleştirilmektedir (Şekil 1).



Şekil 1. TOPOVT üretim sürecinin aşamaları

Kıymetlendirme, stereo hava fotoğrafları ile bunların kullanılmadığı bölgelerde hava fotoğrafı veya uydu görüntülerinden üretilen ortofotolar kullanılarak yapılmaktadır.

Veri öndüzenleme adımı ise kısaca format ve veri yapısı değişimi olarak isimlendirilebilir. Format değişimine, kıymetlendirmenin CAD tabanlı DGN veri formatında yapılması nedeniyle ihtiyaç duyulmaktadır. CAD tabanlı yazılımlar çoğunlukla kadastro, inşaat mühendisliği, mimarlık, peyzaj mimarlığı, şehir ve bölge planlama kısaca daha büyük ölçekli çalışmalarda kullanılmaktadır (ESRI Türkiye, 2019). Bu yapının geometri ve öznitelik saklama biçiminin farklı olmasından dolayı bir dönüşüme ihtiyaç duyulmaktadır. Üretimi yapılacak paftanın önceki üretimi mevcutsa, başka bir ifadeyle TOPOVT'de mevcut bir veri güncellenecekse bu işleme adımına ihtiyaç duyulmamaktadır. TOPOVT'nin ilk sürüm sayısal coğrafi veri üretiminin 2019 yılında tamamlanması ile beraber öndüzenleme ihtiyacı kalmayacaktır.

Kısaca bu işlem adımı CAD veri yapısında üretilen nokta ve çizgilerin kişisel veritabanı formatlarındaki nokta, çizgi ve alan geometri tiplerine dönüşmesi, uygun detay sınıflarında ve doğru öznitelikler ile aktarılması sağlanmaktadır. CAD ortamında çizgi olarak toplanan detaylardan alan geometri tipinde ifade edilmesi gereken detayların alan geometriye dönüştürülmesi hazırlanan programlar ile sağlanmakta, ayrıca

kiymetlendirme kontrolleri esnasında alan detayların kapalılık kontrolü yapılmaktadır (Şekil 2).



Şekil 2. CAD çizgi-alan geometri dönüşümü

Bütünleme işlem adımında, büroda detayların önceki üretimlerinden köy, mahalle gibi yerleşim yeri isimleri, dağ, tepe, mevkii gibi yer isimleri, dere, çeşme, pınar gibi detay isimleri ya da okul cami, sağlık ocağı gibi detay tipleri TOPOVT'de girilmektedir. Ayrıca, kamu kurum ve kuruluşlarından yapılan protokoller ya da başka vasıtalar ile temin edilen özniteliksel ya da geometrik bilgiler de güncellik durumlarına göre aktarılmaktadır.

Kiymetlendirme ile topoğrafik detaylar geometrik olarak yüzde 99 toplanabilir olsa da bir haritanın basımında ihtiyaç duyulacak özel isimler ve özniteliklerin büyük kısmı eksik kalmaktadır. Geometrik olarak toplanması yeterli olmayan detaylar ise modelden veya mono görüntüden tespiti zor olan enerji nakil hattı ve direkleri, bitki örtüsü altında kalan veya boyutları nedeniyle tespiti zor olan fakat buldukları yerde önem teşkil eden çeşme, depo gibi detaylar olmaktadır (Şekil 3). Bu maksatla, kiymetlendirilen detayların arazide bütünlemesi yapılmaktadır (HGK, 2018b).



Şekil 3. Kiymetlendirmede tespit edilemeyen bir çeşmenin bütünleme ile toplanması

Büroda veya arazide bütünlemesi yapılan verilerin detay tanımlarına uygunluğu, veri sözlüklerinin doğruluğu, komşu paftaları ile kenarlaşmaları kontrol edilmekte, verilerin mantıksal tutarlılığı ve tamlıkları kontrol edilerek düzeltilmektedir. Bu aşamamada detayların

birbirleri ile olan ilişkilerinde belli kuralları içeren topoloji kontrolleri de yapılmaktadır. Tablo 1'de topolojik kurallarından olan, biri diğerinin üzerinde olabilecek alanların örnekleri gösterilmektedir.

Tablo 1. İç içe bulunabilecek alanlara örnek

| TopoDetayİsmi | TopoDetay AltTiplsmi | Ortak Alan TopoDetay İsmi | Ortak Alan TopoDetay AltTiplsmi |
|--------------------|----------------------|---------------------------|---------------------------------|
| DENİZ | - | BUBAUHA | - |
| GOL | GECICIGOL | BUBAUHA | - |
| GOL | DEGISENKIYILIGOL | BUBAUHA | - |
| GOL | DAIMIGOL | BUBAUHA | - |
| GOL | GOLET | BUBAUHA | - |
| GOL | BARAJGOLU | BUBAUHA | - |
| GENISDERE | KUMLUKCAKILLIK | CALILIK | - |
| ZEMINYUZEYELEMANI | CAKILLIK | CALILIK | - |
| ZEMINYUZEYELEMAN I | KUMLUK | CALILIK | - |
| ZEMINYUZEYELEMAN I | TASLIK | CALILIK | - |
| | | ORMAN | IGNEYAPRAKLIORMAN |
| | | ORMAN | GENISYAPRAKLIORMAN |
| | | ORMAN | GEYAPORCA |
| | | ORMAN | IGYAPORCA |
| | | ORMAN | GEIGYAPORCA |
| | | ORMAN | GEIGYAPOR |
| | | ORMAN | KESILMISORMAN |
| | | ORMAN | YANMISORMAN |
| | | ORMAN | AGACLANDIRMASAHASI |

Bütünleme faaliyetlerinden sonra yukarıda bahsedilen işlemlerin tamamı PostGIS geometri tipine sahip PostgreSQL veritabanı üzerinde geliştirilen bir veri üretim yönetim sistemi üzerinden yapılmaktadır. Böylelikle kartografik işlemlerin tamamlanması beklenmeden web servisleri üzerinden farklı Coğrafi Bilgi Sistemi uygulamalarında kullanılmak üzere yayımlanmış olmaktadır (Şekil 4). Yalnız bu yayın, kartografik aşamada ilgili bakanlıktan temin edilen resmi yerleşim yeri isimleri ile bütünlemede temin edilen yerleşim yeri isimleri karşılaştırmasını içermemektedir. Bu eksikliği gidermek için basılı haritalar üretildikten sonra, yapılmış ilave bir yer ismi değişikliği varsa bu tekrar TOPOVT veri kümesine aktarılmaktadır.



Şekil 4. TOPOVT WMS yayını

Ayrıca, TOPOVT'nin web ortamında güncellenebilmesi amacıyla TOPOVT Gerçek zamanlı güncelleme sistemi tasarlanmıştır. Bu sistem ile kullanıcılar, herhangi bir yazılıma gerek kalmaksızın web tarayıcısı aracılığıyla güncelleme, veri yükleme gibi işlemleri yapabilmekte ve veriler kontrol işlemi ve onay sonrasında TOPOVT'de yer almaktadır (Yılmaz ve Camberk, 2018).

3. TOPOVT VERİLERİNİN ÖNE ÇIKAN ÖZELLİKLERİ

TOPOVT verileri temel ölçekli harita üretimi amacıyla oluşturulmuş olan bir veri kümesi olması sebebiyle yollar, ormanlar, çalılık alanlar, meralar, enerji nakil hatları, binalar, tesisler, toprak kazıntı alanları, yarmalar, dolmalar, göller, denizler, dereler gibi detaylardan oluşmaktadır. Genellikle 30 cm yer örnekleme aralığında çekilen hava fotoğraflarından oluşturulan stereo modelden veya ortofotolardan tespit edilebilen tüm topoğrafik detaylar veri kümesi içerisinde klasik basılı harita üretimi çerçevesinde anlamlandırılmaktadır. Buradaki anlamlandırmada, daha doğrusu sınıflandırmada detayların görünen belirgin dış özellikleri esastır. Örneğin yollar, asfalt, stabilize ve toprak gibi kaplama türleriyle, ya da ormanlar, iğne yapraklı ve geniş yapraklı gibi yaprak türlerine göre sınıflandırılmıştır.

Tüm detay sınıflarının ve bahsedilen sınıflandırma esaslarına göre oluşturulan alttıplerin tanımları mevcuttur. Tanımlanan detayların kıymetlendirme kuralları yani çizim esnasında dikkat edilecek hususları ayrıca belirtilmiştir (Şekil 5). Detaylar yine tanımlara uygun şekilde hazırlanmış olan veri sözlüklerine göre üretilmekte, dağıtılmakta ve saklanmaktadır. Ayrıca detay tanımlarına uygun bir şekilde değerlendirilmiş hava fotoğraflarından elde edilen bu verilerin tamlik kontrolü hem büroda hem de arazide de yapılmaktadır.

| S.NO | TOPODETAYISMI | ALTTIPISMI | DETAY S.NO | ALT TIP NO | TİPİ |
|---|---------------|------------|------------|------------|------|
| 181 | MEZARLIK | ISLAM | 68 | 0 | A |
| DETAY TANIMI | | | | | |
| İslam dinine mensup ölümlerin gömüldüğü yer. | | | | | |
| KIYMETLENDİRME KURALI | | | | | |
| İslam mezarlık alanları, alan tipinde ve kesiksiz (süreklili) olarak kenarlarından kıymetlendirilir. Pafta sınırları taşan detaylar pafta sınırlarına dayanır. Mezarlık sınırları olmayan detay "DUVAR" veya "CIT" detaylarının alt tiplerinden biri ile kıymetlendirilir. Mezarlığın sınırlı belirsiz ise mezarlık sınırları "SİBEME" detayı olarak kıymetlendirilir. Mezarlığın özel adı varsa, "İSİM" öznelik alanına topoğraf tarafından girilir (Örn: "Cebeci Mezarlığı" ise sadece "Cebeci" yazılır). | | | | | |

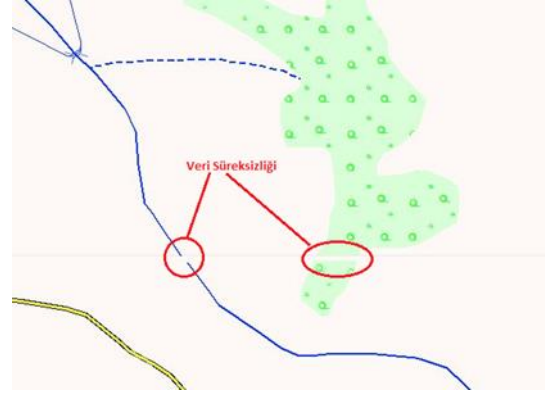
Şekil 5. Örnek detay tanımı ve kıymetlendirme kuralı

TOPOVT verileri üretiminde kullanılan veri kaynakları büyük ölçüde benzerdir. Mevcut detayların büyük çoğunluğu belli çözünürlükteki hava fotoğraflarından toplanmıştır. Bu veriler içerisinde mono görüntülerden toplanan veriler sadece ülke sınırına yakın bölgelerde bulunmaktadır.

Her ne kadar detayların toplanması esnasında da dikkat edilen topolojik kurallar bulunsa da

verinin tüm süreçlerden geçmeden topolojik kurallara göre kontrollerinin yapılması hataların net olarak tespit edilmesini sağlamamaktadır. Bu yüzden veri toplama süreçleri bittikten sonra belirlenen topolojik kurallara göre detayların kontrolleri tekrar yapılmaktadır. Bu kuralların bir kısmını içi içe alanların tespiti oluşturmaktadır.

TOPOVT verileri kurumsal veritabanında üretim indeksinden bağımsız bir şekilde tutulmaktadır. Tüm detay sınıflarında üretim indeksinden kaynaklanan kenarlaşma problemleri ve öznelikleri değişmeden detayların süreksizlikleri giderilmektedir (Şekil 6).



Şekil 6. Veri sürekliliği

TOPOVT verilerinin konumsal doğrulukları büyük oranda iki hususa bağlıdır. Bunlar, fotogrametrik nirengi sonucu ortaya çıkan hava fotoğraflarının yöneltme doğruluğu ve stereo-mono görüntülerde operatörün kıymetlendirme doğruluğudur. Hava fotoğraflarının fotogrametrik nirengi sonucu yatay ve düşey yöneltme konum doğrulukları ± 1 metre ve aynı şekilde kıymetlendirme esnasındaki konum doğrulukları da ± 2 olarak tespit edilmiştir. Bu bilgiler ve her yıl yapılan doğruluk araştırmaları neticesinde tespit edilmiş olup, kıymetlendirilen detayların yatay ve düşey konum doğrulukları ± 3 m olarak belirlenmiştir. TOPOVT veri kümesi içerisinde arazi bütünlemesi esnasında toplanan detayların konum doğrulukları da bu sınırlar içerisinde kalmaktadır (Topoğrafik Vektör Veri Doğruluk Araştırmaları, 2019). Arazi bütünlemesi esnasında toplanan verilerin konum doğrulukları daha düşük olsa da büyük çoğunluğunun öznelik bilgisi olduğu düşünüldüğünde toplamda konum doğruluğuna etkisi çok küçüktür.

TOPOVT verilerinin büyük çoğunluğu üç boyutludur. Bu özellik her ne kadar üretim esnasında ek bir maliyet yaratıyor olsa da mevcut kullanım alanları ve gelecekte öngörülen kullanım alanları düşünüldüğünde veriye önemli bir değer kattığı değerlendirilmektedir. Örneğin tüm ülke sınırlarını kapsayan bir alandaki sayısal arazi modeli veya yüzey modeli, bu modelin oluşturulduğu vektör veri boyutundan en az 10 kat büyüktür. Bu, birçok

sayısal sistemde depolama alanı kısıtlamasını ortadan kaldıracak bir niteliktir.

4. TOPOVT VERİLERİNİN KULLANIM ALANLARI

İlk sayısal üretimin büyük oranda tamamlanmaya başlanması ile beraber TOPOVT verileri farklı kamu kurum ve kuruluşları tarafından da kullanılmaya başlanmıştır. Bu kullanımlar savunma, kalkınma, araştırma maksatlı olarak sınıflandırılabilir. Talep edilen verilerin genellikle teslim alınan kurum tarafından başka bir sorgulanabilir ürünün hızlı etkin bir şekilde üretilmesini sağlamak ya da bir sistemde altık teşkil etmesi maksadıyla kullanıldığı söylenebilir. Bunlar arasında belediyelerden gelen talepler dışında genel kullanım maksatlı harita üretiminin olmadığı bilinmektedir.

Veri taleplerinin içerikleri ve sıklıkları dikkate alındığında doğal ya da beşeri yapılar olmak üzere birçok farklı detay sınıfı barındıran TOPOVT verilerinin farklı alanlarda daha etkin kullanılabilir olmasını sağlayacak olan hususların neler olabileceği konusunda bazı fikirler elde edilmiştir. Bu fikirler üzerinden tasarlanması hedeflenen yeni veri yapısına girdi sağlanmaya çalışılmıştır. Bunlar şöyle sıralanabilir: alan detayların arazi kullanımı ve örtüsünü ifade edebilecek ya da bunlara dönüştürülebilecek bir veri yapısında olmasının faydalı olabileceği, çizgi detayların alanla ifade edilen kısımları da dahil olmak üzere her zaman sürekliliğinin sağlanması gerektiği, hızlı değişen yol ve bina gibi detay sınıflarından bazılarının alan detay olarak ifade edilmesinin faydalı olabileceğidir. Tüm bunların yanında veri tamlığı, öznitelik ve geometrik doğruluk yanında güncelleme periyodu verinin kullanılabilir olmasında çok önemli bir etken olarak daha da fazla öne çıkmaktadır.

5. TOPOVT VE ULUSLARARASI VERİ MODELLERİNDEKİ VERİ MODELİ TASARIM YAKLAŞIMLARI

Model kelimesi CBS kapsamında temel olarak iki farklı anlam taşımaktadır. Bunlardan ilki, veri modelleridir. Öznitelik bilgisinin yer aldığı bir tablo veri modellerine basit bir örnektir. CBS'de tablolar, gerçek dünyadaki coğrafi varlıklara ait özelliklerin belirli bir gruptandırma sistemiyle farklı sütunlarla gösterilmiş, gerçek dünyadan soyutlanmış hallerine denir. Veri modelleri kullanıcıya somut yeryüzünün, gerçek dünyadan soyutlanarak bilgisayar ortamında gösterilmesine imkân tanımaktadır. Veri modelleri gerçek dünyanın nasıl sunulacağı ile ilgiliyken CBS'de bir diğer anlamda modeller gerçek dünyanın nasıl işlediğiyle ilgilidir. Model, gerçek dünyada meydana gelen bir ya da daha fazla sürecin soyutlanarak CBS yardımı ile sunulmasıdır (Goodchild, 2005).

Berry (2005) CBS kapsamında modelleri, klasik kartografya kurallarına uygun olarak, coğrafi bilgilerin görselleştirilmesi sürecini kapsayan

kartografik ve mekânsal modeller olarak iki temel gruba ayırmıştır. Mekânsal modeller de kendi içerisinde ölçek, zaman, inceleme alanı, amaç, metot gibi farklı karakteristik özelliklere bağlı olarak alt sınıflara ayrılmaktadır.

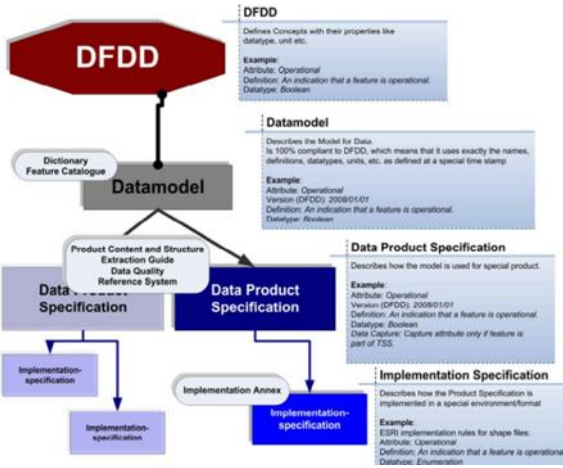
Ulusal topoğrafik veritabanları içerisinde tutarlı bir semantik, kavramsal ve mantıksal veri modelinin var olmasını gerektirmektedir. Bu hiyerarşik tanımlamaların ardından mantıksal veri modelinin bir teknoloji yardımıyla veritabanı bütünlüğü, tutarlılığı ve koşullarını da içeren fiziksel veritabanı modeline dönüşümü gerçekleştirilmektedir. Topoğrafik veritabanının doldurulması olarak da tanımlanan topoğrafik veri üretimi, söz edilen hiyerarşik modellere uygun olarak belirlenen kaynaklardan veri çıkarımı, bütünlüğünün sağlanması ve kalite kontrol süreçlerini içermektedir.

Veri modelleri arasındaki dönüşüm genellikle tek işlemde gerçekleştirilememekte ve çoğunlukla geri besleme ile dönüşümün yeniden modellenmesini gerektirmektedir. Uygulamada veri dönüşümleri genellikle spiral geliştirme yöntemiyle gerçekleştirilmektedir. Spiral tekniğe; model dönüşümünün tasarlanması, planlanması, uygulanması, geri besleme alınarak yapılan iş paketlerinin güçlendirilerek tutarlılığının artırılması şeklinde bir yaklaşım benimsenmektedir. İlk döngüde genellikle alınan bir küçük küme için başarımlar sağlanmakta ve protip oluşturulmakta, kazanılan deneyim ile uygulama genişletilmektedir. Bu çalışmada da KARAYOLU detay sınıfının model dönüşümü öncelikle ele alınmaktadır. Böylelikle TOPOVT veri modeli dönüşümü için gerçekçi bir yaklaşım ortaya çıkarılmaya çalışılacaktır.

Gerçekçi bir veri modeli yaklaşımının belirlenebilmesinde önemli hususlardan biri de uluslararası veri modellerinin ve yaklaşımlarının incelenmesidir. Bu veri modellerinin tasarımı konusunda çalışma yapan DGIWG (Digital Geospatial Information Working Group-Sayısal Konumsal Veri Çalışma Grubu), üye ülkeler arasında sayısal coğrafi verinin standardizasyonunu sağlamak amacı ile 1985 yılında oluşturulan çok uluslu bir gruptur. Coğrafi veri üretimindeki özellikleri ve bileşenleri tanımlar. DFDD (Feature Data Dictionary- DGIWG Detay Veri Sözlüğü), DGIWG tarafından standartları belirlenmiş, detaylar, öznitelikler ve öznitelikler için değerlerden oluşan veri sözlüğüdür. Bu sözlüğün tanımlanmasındaki amaç, sayısal coğrafi verinin üretiminde, değişiminde ve dağıtımında maksimum düzeyde ortak çalışabilirliği sağlamaktır. DFDD bir havuzdur. Ölçekten bağımsızdır. Üretilen ölçüğe ve amaca göre bu havuzun içinden ilgili detaylar, öznitelikler ve öznitelik değerleri alınarak ürün teknik dokümanı hazırlanır. Sözlükte her bir detay, sayı ve harflerden oluşan 5 karakterli bir numaralandırma sistemi ile temsil edilir. Böylece her bir detayın tek anlamlı tanımlanması sağlanmıştır. Öznitelikler 3 karakterli harflerle temsil edilir. Öznitelik değerleri ise 0-999 arasında değişen tanımlı değerlerden ya da formatı tanımlı gerçek

değerlerden oluşabilir. Şekil 8'de DFDD veri modeli ve hiyerarşisi sunulmuştur (DGIWG, 2019).

VMAP (Vector Map) ise, VPF (Vector Product Format-NATO bünyesindeki bir çalışma grubu tarafından geliştirilmiş coğrafi veri formatı) standardında mekânsal veri tabanıdır. Çeşitli ölçeklerdeki basılı standart topoğrafik haritalara karşılık olarak, çeşitli düzeylerde VMAP ürünleri vardır. Amerika Birleşik Devletleri tarafından tüm dünyaya ilişkin VMAP verilerinin üretimi amacıyla uluslararası düzeyde bir proje başlatılmış ve bu projeye Türkiye adına Harita Genel Müdürlüğü aktif olarak katılmıştır.



Şekil 7. DFDD veri modeli ve hiyerarşisi

VMAP projesi kapsamında aşağıda belirtilen dört tür VMAP verisi şeması tanımlanmıştır;

- VMAP0: 0 ncı düzey (1:1.000.000)
- VMAP1: 1 inci düzey (1:250,000)
- VMAP2: 2 nci düzey (1:50,000)
- UVMAP: 3 üncü düzey (1:5,000)

Şekil 8'de VMAP Bitki Örtüsü şemasından bir örnek sunulmuştur.

VMap data is stored in a Feature Dataset called Vegetation.

TEMPLATE_VMap_v12_R1ALB.gdb
Vegetation
VMap_Base
VMap_Mid

| Field | Type | Domain |
|---------------|---------------|--------------|
| OBJECTID | ObjectID | |
| SHAPE | Geometry | |
| FOREST_ID | Text-15 | |
| ACRES | Float | |
| LIFFORM | Short Integer | LIFFORM |
| DOM_MID_40 | Short Integer | DOM_MID_40 |
| DOM_MID_60 | Short Integer | DOM_MID_60 |
| DOM_GRP_6040 | Short Integer | DOM_GRP_6040 |
| TREECANOPY | Short Integer | TREECANOPY |
| TREESIZE | Short Integer | TREESIZE |
| *NONFORLITTER | Short Integer | NONFORLITT |
| *SHRUBCANOPY | Short Integer | SHRUBCANOPY |
| ELEV | Short Integer | |
| ASP_CLS | Short Integer | ASP_CLS |
| SLOPE | Float | |
| SHAPE_Length | Double | |
| SHAPE_Area | Double | |

Şekil 8. VMAP bitki örtüsü

Harita Genel Müdürlüğünde topoğrafik harita üretim aşamalarında MGCP (Multinational Geospatial Coproduction Program-Çok Uluslu Coğrafi Veri Ortak Üretim Programı) ve TOPOVT veri modelleri kullanılmaktadır. MGCP veri modeli DFDD veri modeli esas alınarak, TOPOVT veri modeli ise VMAP veri modeli esas alınarak oluşturulmuştur. Her ne kadar farklı üretim bantlarına hizmet ediyor olsalar da MGCP ve TOPOVT veri şemaları arasında bir dönüşüm söz konusu olduğunda aslında DFDD ve VMAP veri modelleri arasındaki dönüşümden söz edilebilir.

MGCP veri modelinde detayların farklı ölçeklerde gösterimine kolaylık sağlayacak şekilde detayların nokta, çizgi ve alan geometri tiplerinde istenilen özneliklerde toplanmasına olarak tanınmıştır. Örnek olarak, 1:50,000 ölçekli harita üretiminde kullanılan veri seti çalışılan bölgede çöl, bozkır gibi fazla detayın olmadığı bir yer ise 1:100,000 ölçekli detay standartları kullanılarak üretim yapılabilir. Bu MGCP (DFDD'yi esas alan veri modeli) veri modeli ve VMAP veri modeli arasındaki temel yaklaşım farkı olarak ifade edilebilir.

Başlangıçta TOPOVT veri modelinin tasarımında kullanılan VMAP veri modeli ise farklı ölçeklerde ayrı veritabanları üzerinde çalışmayı gerektiren bir yapıya sahiptir. Örneğin 1:100,000 ölçekli harita basımında kullanılacak detaylar 1:50,000 ölçekli veri tabanında yaratılamaz, bir arada bulunamaz, topolojik ilişkisi yoktur, ayrı bir veri seti olmak zorundadır. Başlangıçta yine bir NATO standardı olan VMAP, bu temel farklılık ile MGCP veri modelinden ayrılmaktadır.

İrlanda Haritacılık Kuruluşu (Ordnance Survey Ireland -OSi) tarafından 2007 yılında "PRIME2" olarak isimlendirilmiş yeni bir vektör veri üretim çalışmasına başlanmıştır. Bu yeni üretim şekli veya iş akışında 1:1.000 ölçekli (1:1.000 ölçekli haritanın gerektirdiği konumsal doğruluk ve detay sıklığına sahip) veritabanından 1:1.000.000 ölçeğine kadar ki tüm harita üretimlerinin otomatik olarak yapılmasını sağlayacak bir yapı kurulduğu ifade edilmektedir (Bray, 2016).

Veri üretimine yeni bir yaklaşım getiren bu çalışma ile elde edilen veri üretimi temelde iki ana aşamada gerçekleştirilmektedir. Birincisi veri toplama, diğeri ise toplanan verinin veri tabanına yüklenme aşamasıdır. Veri toplama aşamasında daha önce belirlenmiş 200 kural çalışmakta, yükleme aşamasında ise 400 ayrı kural çalışarak, verilerin otomatik genelleştirilip farklı seviye kullanım için yine farklı veri tabanlarına kaydı yapılmaktadır. Tüm bu işlemlerin saniyeler içerisinde gerçekleştirilebilmesi sağlanmıştır (Bray, 2016).

OSi tarafından yapılan bu çalışma ile kartografik işlemlerin de farklı bir yöne evrileceği düşünülmektedir. Bu yeni üretim şeklinde kartografik çalışmalar daha çok tanımlanan kuralların doğru çalışmasının sağlanması, iş akışını yöneterek yeni servisler yaratılması işlemlerine

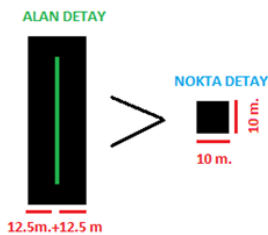
dönüşmüştür. Sonraki süreçlerde bu veri yapısının bina model bilgileri (Building Information Model - BIM) ile de benzer bir şekilde ilişkisinin sağlanması yeni üretim yaklaşımının bir sonraki safhası olarak hedeflenmiştir (Bray, 2017).

6. TOPOVT VERİ YAPISI DEĞİŞİKLİĞİNDE DİKKATE ALINMASI HEDEFLENEN ESASLAR

Dikkate alınması düşünülen ve uygulamaya çalışılan esaslar kısaca şu şekilde özetlenebilir: farklı ölçek ve kullanım alanlarında ihtiyaç duyulabilecek konumsal veya özniteliksiz sorgulara büyük ölçüde cevap verilebilme, model genelleştirmesine uygunluk, sadece basım amaçlı harita üretiminden kaynaklı, artık sayısal coğrafi veri üretiminde yer almaması gerektiği düşünülen kısıtların tespiti, ek üretim maliyeti yanında katkısı büyük olabilecek değişiklikler, detay sınıfları güncelleme önceliklerinin ve sürelerinin belirlenmesi, veri sözlüğünde okunurluk, kıyımlandırma kolaylığı sağlayabilecek değişiklikler, sadece kartografik gösterim amaçlı olan detay sınıflarının farklı yöntemlerle ifadesinin sağlanması.

Farklı ölçek ve kullanım alanlarında ihtiyaç duyulabilecek konumsal veya özniteliksiz sorgulara büyük ölçüde cevap verilebilme bu veri kümesini kullanabilecek ya da benzer doğrulukta veri üreten kurumların özniteliksiz, geometrik ve veri tamlığı açısından veriden beklentilerinin anlaşılması ile uygulama başarısı sağlanabilecek bir husus olarak görülebilir. Bu konuda oluşturulan fikirler, bugüne kadarki TOPOVT vektör veri talepleri, kurumlarla protokol kapsamında yapılan ortak çalışmalar ve TOPOVT verilerini kullanarak üniversitelerin yapmış olduğu araştırma çalışmaları ve Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından organize edilen TUCBS çalışmalarından elde edilen bilgilere ve gözlemlere dayanmaktadır.

Sayısal vektör veri üretimi yukarıda da belirtildiği gibi 2003 yılından itibaren başlamıştır. Bundan önceki klasik basılı harita üretimi doğrudan kâğıda ya da belli kalıplara çizim şeklinde yapılmaktaydı. Bu çizimin hassasiyeti, kullanılan kalem ucunun kalınlığı ve çizim esnasında o detayın belli bir yaklaşma seviyesinde görüntülenebilme becerisine bağlıydı. Bir kalem ucu yaklaşık olarak 0,5 mm kabul edildiğinde bu 1:25,000 ölçekli bir haritada 12,5 metreye karşılık gelmektedir. Dolayısıyla içi boş bir alanın çizgilerle ifade edilebilmesi için 25 metreden büyük bir kenara sahip olmaması gerektiği ortaya çıkar (Şekil 9).



Şekil 9. Kâğıtta Çizilemeyen Bir Alan

Bu teknik bilgi göz önünde bulundurulduğu zaman hangi detayların alan geometrisi ile gösterilebileceği ortaya çıkar. Bir detayın alan olarak çizilebilmesi için bir kenarının en az 25 metreden büyük olması gerekir. Küçük olması durumunda bu detayın alan olarak ifadesi 1 mm.lik kalın bir çizgi olarak anlamsız olacaktır (Şekil 9). TOPOVT mevcut detay tanımları incelendiğinde bu kısıt kendini net bir şekilde göstermektedir (Şekil 10).

| | | | | | |
|---|-----------|------|----|---|---|
| 163 | BUYUKBINA | BINA | 66 | 4 | A |
| DETAY TANIMI | | | | | |
| İçinde oturulan veya çalışılan resmi olmayan ve önemli olmayan yapı. | | | | | |
| KIYMETLENDİRME KURALI | | | | | |
| Uzunluğu veya genişliği 25 m den büyük olan özel binalar, çatıdan, alan tipinde ve kesiksiz (strekli) olarak çatı kenarlarından kıyımlandırılır. Pafta sınırı taşın detaylar pafta sınırına dayanır. Eğer binanın yüksekliği metre cinsinden, yerleşim yerleri içinde 60 m den fazla ya da yerleşim yerleri dışından 30 m den fazla ise "YUKSEKLİK" öznitelik alanına (Örn: "80m." ise sadece "80" yazılır) topograf tarafından girilir. | | | | | |

Şekil 10. 25 m genişliğinde alan detay tanımı

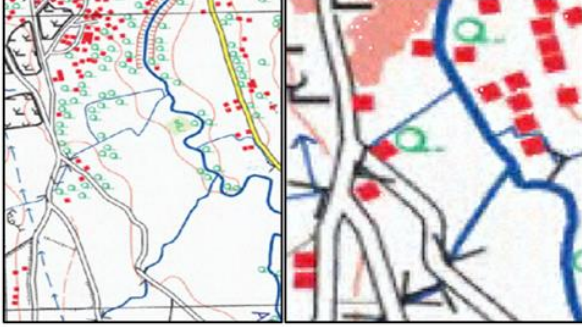
Burada altı çizilmesi gereken ve çoğu zaman da karıştırıldığı düşünülen nokta şudur: Bu sadece bir gösterim, diğer bir ifadeyle baskı kısıtlamasıdır. Sayısal sistemler kullanılmaya başlanması ile beraber artık hassasiyet 12,5 metreden 1 milimetrenin yüzde birine kadar düşmüştür. Özetle artık böyle bir çizim kısıtlaması kalmamıştır. Aynı şekilde bu baskı için de rahatlıkla söylenebilir. Bugün çıktı cihazları bile 1 mm'nin çok altında hassasiyet gerektiren baskıları yapabilmektedir. Özellikle gelişmiş baskı sistemlerinde bu değer çok daha küçüktür. Birçok detayın aslında rahatlıkla alan olarak ifade edilebilir olduğuna ve baskıda kolaylıkla gösterilebileceğine dair küçük bir örnek harita Şekil 11'de görülmektedir.



Şekil 11. Barselona 1:25,000 ölçekli haritası

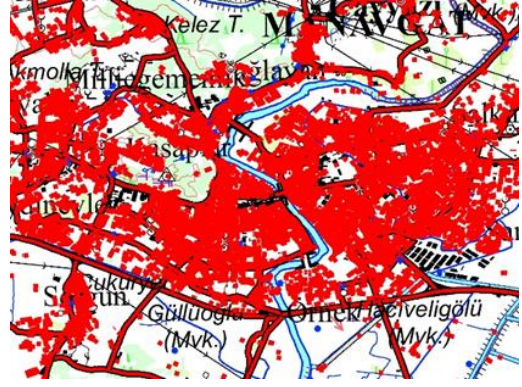
Harita Genel Müdürlüğünde 1:50,000 ve 1:100,000 ölçekli haritalar 1:25,000 ölçekli harita üretiminde kullanılan verilerin genelleştirmesi yoluyla üretilmektedir. Bu genelleştirme işlemleri kısaca şöyle özetlenebilir: bazı detay sınıfı ve alttıplerini göstermeme, öznitelik değerlerine göre seyreltme, birbirine çok yakın detayların yakınlık miktarına göre seyreltilmesi, sadece önemli

detayların gösterilmesi (HGK, 2018a). Kartografik aşamada gerçekleştirilen bu ve benzeri genelleştirme işlemlerinin önemli bir kısmının, veri yapısı tasarımında yapılacak değişikliklerle büyük oranda model genelleştirme teknikleri dahilinde yapılabileceği değerlendirilmektedir. Bu maksatla genelleştirme esnasında her detay sınıfında yapılan işlemler incelenmiş ve haritaların görsel karşılaştırmaları yapılmıştır (Şekil 12).



Şekil 12. 1:25,000-100,000 ölçekli haritaların karşılaştırması

Bu karşılaştırma ve inceleme sonucunda; belirlenmiş aralıklardaki detayların, nokta detay geometri tipinde çizilmesi farklı ölçeklerde gösterim için bir zorluk oluşturmaktadır. Nokta detayları genelleştirmenin tek yolu seyreltmektir. Alan geometri tipli detaylar ise boyutlarında göre otomatik seyreltme imkanına sahiptir. Ayrıca detayların alan geometri tipinde olması onlara verilecek kartografik sembollerin üst üste binmesini de engellemektedir. Bina gibi birbirine yakın ve sık olabilen detaylarda farklı ölçeklerde seyreltme olmadan üst üste binme miktarı artmaktadır (Şekil 13). Birkaç kilometrede bir var olan bir detay ise böyle bir sorun yaratamaz. Nokta detaylarda bahsedilen bu sembollerinin üst üste binme durumu sembollerin küçültülmesi ile aşılabile de bu sefer de detayların gerçek dünyayı temsil kabiliyetinden uzaklaşmaktadır (Şekil 14). Sembol ne kadar küçültülürse küçültülsün yine de üst üste binmeleri engellemek seyreltme yapmadan mümkün gözükmemektedir. Kısaca sık noktaların alan ile ifadesi olarak özetlenebilecek bu hususun, model genelleştirmesine uygun bir veri modeli tasarlanmasında dikkat edilmesi gereken önemli bir kural olabileceği değerlendirilmektedir.



Şekil 13. Sembolleri üst üste binen binalar



Şekil 14. Sembolleri küçültülmüş üst üste binen binalar

Yukarıda bahsedilen şekilde bir tasarım yapılması durumunda en büyük ölçekten en küçük ölçeğe doğru giderken yapılan birçok genelleştirme işleminin otomatik yapılabileceğine bir örnek olarak İrlanda Ulusal Haritacılık Kuruluşu (Ordnance Survey Ireland-OSi) tarafından tasarlanan veri yapısı gösterilebilir. Bu çalışmada 1:1.000 ölçeğindeki veriler kullanılarak 1:1.000.000 ölçeğine kadarki haritaların nasıl otomatik üretilebildiğine dair etkili bir örnek oluşturulmuştur (Bray, 2017).

Detay tanımında yapılacak değişiklikler, üretimde ek bir maliyet yaratıyor olsa da üretilen coğrafi verinin daha çok kullanıcı ihtiyacını karşıladığı ve farklı ölçeklerde üretilen veri ile paylaşımı kolaylaştırdığı için harita baskısında olmasa bile toplam faydayı arttırabilir. Örnek çalışmada yapılan değişiklikle bu görülebilir (Bölüm 7.KARAYOLU detay sınıf örneği).

Detay sınıfları, alttipleri özneliklerinin isimlendirilmesinde veri sözlüğü dokümanına en az şekilde başvurulmasını gerektirecek isimler kullanılması veri okunurluğunu arttıracaktır.

Kıymetlendirme kolaylığı sağlayabilecek değişikliklere şöyle bir örnek verilebilir: detayların kıymetlendirilmesi esnasında öznelik girişlerinin oluşturulan üç boyutlu modelden uzaklaşmadan belli bir yakınlık seviyesinden kolaylıkla anlaşılabilir şekilde olmalıdır. Süreklilik arz eden detayların çizilmesinde bütünü görme ihtiyacının yaratılmamasının çizim süresine katkısı olacağı

düşünülmektedir. Bu husus "KARAYOLU" örneğinde gerçekleştirilmeye çalışılmıştır. Kıymetlendirme operatörlerinden sadece yolun kaplama cins, kullanım tipi ve şerit sayısının girilmesi istenmiştir. Karayolunun, illeri birbirine bağlayan bir "DEVLETYOLU" mu, yoksa ilçeleri birbirine bağlayan bir "İLYOLU" mu olduğu genel bir değerlendirme ve aynı zamanda bütünleme bilgisi gerektiren veri yapılandırma aşamasına bırakılmıştır.

Bunların yanında kartografik amaçlı oluşturulan detayların doğru bir şekilde tespit edilip, eğer bir öznelik değeri barındırıyorsa ilgili detay sınıfına veya öznelik alanına aktarılması hedeflenmektedir (Şekil 15). Bunun dışında nokta olarak ifade edilen fakat başka bir detayı tamamlayıcı niteliği olan detayların ilgili detayda öznelik olarak ifade edilmesi de sağlanabilir (Örnek: "TARAMAYONOKU": "TOPRAKKAZINTI" alan detayındaki tarama yönünü ifade eder.)

| | | | | | |
|--|--------|---|----|----|---|
| 212 | DEESEM | - | 83 | -1 | P |
| DETAY TANIMI | | | | | |
| Elektrik güçü demiryolu ulaşım araçlarının çalıştığı hatı belirten kartografik detay. | | | | | |
| KIYMETLENDİRME KURALI | | | | | |
| Fotogrametri operatörü tarafından tespit edilebilir ise yönlü nokta tipinde kıymetlenir ve topograf tarafından kontrol edilir. | | | | | |

Şekil 15. Kartografik detay tanımları örneği

7. TOPOVT VERİ YAPISI DEĞİŞİKLİĞİNDE DİKKATE ALINMASI HEDEFLENEN ESASLAR

Bir veri modeli değişikliği olan "KARAYOLU" detay sınıfında yapılan işlemler ile, ileride TOPOVT veri yapısında yapılacak değişiklikler için dikkate edilmesi düşünülen esasların uygulanabilirliğini ortaya çıkaracak ve bu esasların geliştirilip genişletilmesini sağlayacak bilgi ve tecrübelerin kazanılması hedeflenmiştir.

Veri yapısındaki değişikliğe detay alt sınıflarını belirlenmesi ile başlanmıştır. Bu sınıflandırmanın kriteri olarak detayların ulaşım ağındaki yeri dikkate alınmıştır. Başlangıç olarak Karayolları Genel Müdürlüğü tarafından kullanılan detay alttipleri ("OTOYOL", "DEVLETYOLU", "İLYOLU" gibi) üzerinden geliştirme yapılarak değiştirilmiştir (Şekil 16).

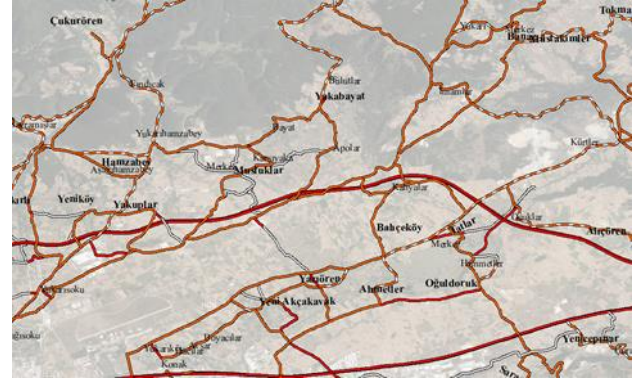
| YOL DETAY SINIFI ALTTİPLERİ | |
|-----------------------------|--------------|
| OTOYOL | ANAARTER |
| DEVLETYOLU | SOKAK |
| İLYOLU | ICYOL |
| KOYYOLU | DIGERYOLLAR |
| BULVAR | FERIBOTHATTI |
| CADDE | |

Şekil 16. "YOL" detay sınıfı Alttipleri

Alttiplerin belirlenmesinde yolun ulaşım ağı içinde yerleşim yerlerini birbirine bağlamadaki rolü

belirleyici olmuştur. İlleri birbirine bağlayan yollar "OTOYOL" veya "DEVLETYOLU" şeklinde, ilçeleri birbirine bağlayan yollar "İLYOLU", köy ve kırsal mahalleleri birbirine bağlayan yollar "KÖYYOLU" şeklinde ifade edilmiştir.

Alttipler farklı ölçeklerde (1:50,000, 1:100,000 vb.) gösterime uygun olarak tasarlanmıştır. Örneğin; 1:100,000 ölçekli bir haritada "OTOYOL", "DEVLETYOLU", "İLYOLU" alttiplerinin gösterilmesinde genelleştirme faaliyetine gerek kalmadan ulaşım ağının sürekli bir halde gösterilmesi hedeflenmiştir (Şekil 17). Burada hem bahsedilen bu gösterim kaygısı açısından hem de yolların sorgusal bütünlüğü açısından alttipi kendisinden küçük bir yerleşim yeri içerisinde geçen detaylar bozulmamıştır. Örneğin Eskişehir-Ankara karayolu Ankara kent merkezi içerisinde geçen yine "DEVLETYOLU" olarak kalmıştır.



Şekil 17. 1:100,000 ölçeğinde genelleştirilmiş yollar (Digeryollar ve icyollar hariç tüm yollar)

Farklı kamu, kurum ve kuruluşlarının kendi ilgi alanlarındaki yolları sorgulayarak bulmasına izin verecek şekilde öznelik alanları ve değerleri belirlenmiştir. Örneğin yerleşim yerleri (iller, ilçeler, köyler, mahalleler) arasındaki ulaşımı sağlayan yollar dışında kırsalda tarlalara, ormanlara veya yerleşim yeri dışındaki herhangi bir tesise giden yollar "DIGERYOLLAR" alt sınıfı içerisinde toplanmıştır. Ayrıca ulaşım ağının bir parçası olan deniz ulaşımı yolları "FERIBOTHATTI" alttipi içerisinde ifade edilmiştir.

Yerleşim yerleri içerisindeki yol sınıflandırmasında bulvar, cadde, ana arter ve sokak sıralamasında alttipler belirlenmiştir. İki caddeyi birbirine bağlayan ya da konumu itibarıyla ana taşıt trafiğinin önemli bir parçası olan bulvar ve caddelerin tamamlayıcı parçaları olan sokaklar "ANAARTER" olarak ifade edilmiştir.

Bölünmüş ayrılmış refüjlü yolların öznelikleriyle sorgulanıp bulunmasının sağlanması için kullanım tipi öznelik alanında "Bölünmüş Taşıt Trafiği Yolu" değeri eklenmiştir. Bu alanın alabileceği değerler Şekil 18'de görülmektedir. Yolların yön durumu ayrıca "Tek Yön", "Çift Yön", "Ters Tek Yön" değerleri ile ifade edilmiş ve özellikle

şehir içi yollardaki yönlerin doğru bir şekilde gösterilmesini sağlayacak alanlar tasarlanmıştır.

| «CodedValueDomain» KULLANIMTIPIKAT | |
|---------------------------------------|----------------------------------|
| «DomainCodedValues» | |
| + | Bölünmemiş Taşıt Trafik Yolu = 0 |
| + | Patika = 1 |
| + | Bisiklet Yolu = 2 |
| + | Yaya Yolu = 3 |
| + | Park İçi Yol = 4 |
| + | Toplu Taşımacıya Tahsisli = 5 |
| + | Bölünmüş Taşıt Trafik Yolu = 6 |

Şekil 18. YOL Kullanım tipi alanı değerleri

Gerçekleştirilen önemli değişikliklerden biri de bölünmüş ayrılmış yolların ayrı ayrı çizilecek olmasıdır. Genişlikleri 50-60 metreyi bulabilen yolların geometrik olarak daha doğru ifade edilebilmesi, farklı kurumların kullanımı için uygun olması, öznitelik değerlerin doğru bir şekilde girilebilmesi, navigasyon maksatlı yapılacak çalışmalarda az bir maliyetle kullanılabilir olabilmesi için fiziksel bir engelle birbirinden ayrılmış (refüj vb.) tüm yolların çift çizilmesine karar verilmiştir. Bu değişikliğin veri üretimine getireceği ek üretim maliyetinin öngörülebilmesi için bazı paftalarda test çalışmaları yapılmıştır. TOPOVT’de yapılan sorgulamalarda yaklaşık 3 milyon yol verisinin sadece yüzde 0,5’inin bölünmüş yollar olduğu tespit edilmiştir. Bu verinin bir milyonunun “PATİKA” olduğu düşünüldüğünde bölünmüş yolların en fazla yüzde 1’lik bir dilimi temsil ettiği gözükmemektedir. Bu bilgiler ve yapılan test çalışmaları neticesinde yolların çift çizilmesinin sanılanın aksine büyük bir üretim maliyeti getirmediği belirlenmiştir (Yüksel ve Kiracı, 2018).

Detayların fonksiyonel kategorileri kartografik gösterimde esas teşkil etmesi açısından 3 öznitelik alanı ile sınırlandırılmaya çalışılmıştır. Bu öznitelik alanları “kullanım tipi”, “kaplama”, “seritsay”dır. Bu üç alan ile kartografik gösterime esas teşkil eden yol kalite bilgisinin görselleştirilmesi kolaylaştırılmıştır (Şekil 19).

| Eski Yol Adı | Seritsay | Kullanım Tipi | Kaplama | Eski Yol Adı | Seritsay | Kullanım Tipi | Kaplama |
|----------------|----------|-------------------|---------|----------------|----------|-------------------|-------------|
| YOL_BOLLURAMUS | 2 | Bölünmemiş T.T.Y. | Asfalt | YOL_55 | 1 | Bölünmemiş T.T.Y. | Sahil |
| YOL_BOLLURAMUS | 3 | Bölünmemiş T.T.Y. | Asfalt | YOL_51 | 1 | Bölünmemiş T.T.Y. | Park |
| YOL_BOLLURAMUS | 4 | Bölünmemiş T.T.Y. | Asfalt | YOL_01 | 1 | Bölünmemiş T.T.Y. | Satılabilir |
| YOL_BOLLURAMUS | 5 | Bölünmemiş T.T.Y. | Asfalt | YOL_03 | 2 | Bölünmemiş T.T.Y. | Satılabilir |
| YOL_BOLLURAMUS | 6 | Bölünmemiş T.T.Y. | Asfalt | YOL_02 | 3 | Bölünmemiş T.T.Y. | Satılabilir |
| YOL_BOLLURAMUS | 7 | Bölünmemiş T.T.Y. | Asfalt | YOL_01 | 4 | Bölünmemiş T.T.Y. | Satılabilir |
| YOL_BOLLURAMUS | 8 | Bölünmemiş T.T.Y. | Asfalt | YOL_01 | 5 | Bölünmemiş T.T.Y. | Satılabilir |
| YOL_BOLLURAMUS | 9 | Bölünmemiş T.T.Y. | Asfalt | YOL_01 | 6 | Bölünmemiş T.T.Y. | Satılabilir |
| YOL_BOLLURAMUS | 10 | Bölünmemiş T.T.Y. | Asfalt | YOL_01 | 7 | Bölünmemiş T.T.Y. | Satılabilir |
| YOL_51 | 4 | Bölünmemiş T.T.Y. | Asfalt | YOL_01 | 8 | Bölünmemiş T.T.Y. | Satılabilir |
| YOL_51 | 3 | Bölünmemiş T.T.Y. | Asfalt | YOL_PARKICI | 0 | Park İçi Yol | Asfalt |
| YOL_51 | 3 | Bölünmemiş T.T.Y. | Beton | YOL_PARKICI | 0 | Park İçi Yol | Beton |
| YOL_51 | 3 | Bölünmemiş T.T.Y. | Sahil | YOL_PARKICI | 0 | Park İçi Yol | Park |
| YOL_51 | 2 | Bölünmemiş T.T.Y. | Park | YOL_PARKICI | 0 | Park İçi Yol | Toprak |
| YOL_55 | 2 | Bölünmemiş T.T.Y. | Sahil | YOL_RAY | 1 | Bölünmemiş T.T.Y. | Toprak |
| YOL_52 | 2 | Bölünmemiş T.T.Y. | Asfalt | YOL_DAV | 2 | Bölünmemiş T.T.Y. | Toprak |
| YOL_52 | 2 | Bölünmemiş T.T.Y. | Beton | YOL_PATKA | 0 | Patika | Toprak |
| YOL_55 | 1 | Bölünmemiş T.T.Y. | Asfalt | YOL_FERBOHATLI | 0 | Bölünmemiş T.T.Y. | Yol Yok |
| YOL_55 | 1 | Bölünmemiş T.T.Y. | Beton | | | | |

Şekil 19. YOL fonksiyonel kategorileri tablo görüntüsü

Ana hatları ile bahsedilen bu bilgiler ile YOL detay sınıfının tasarım aşaması tamamlanmıştır.

Bundan sonra eski ismiyle “KARAYOLU” detay sınıfının yeni tasarımı “YOL” detay sınıfına dönüştürülmesine başlanmıştır. Sırasıyla şu aşamalar uygulanmıştır: Veritabanından eski detay sınıfının çıkarılması, “KARAYOLU” detay sınıfındaki tüm alttiplerin “YOL” alttiplerine dönüşümü, yeni öznitelik alanlarına uygun değerlerin atanması, yeni sınıfın veritabanına yüklenmesi, yeni “YOL” sınıfındaki alttiplerin ve özniteliklerinin tanımlarına uygun şekilde tekrar yapılandırılması, yeni sınıfa kamu kurum ve kuruluşlarından elde edilen verilerin aktarılması. Tüm verilerin veritabanından çıkarma ve tekrar yükleme esnasında geçen işlemlerinin süresi yaklaşık olarak 2 hafta sürmüştür. Sonraki süreçte yapılan işlemler ise 1:100,000 ölçeğindeki bir alanda ortalama bir hafta sürede tamamlanabilmektedir. Farklı kaynaklardan temin edilen 3 boyutlu bu bölünmüş ayrılmış yolların 3. boyut değerlerinin mevcut TOPOVT verilerinden alınması için ArcGIS yazılımı üzerinde çalışan bir program geliştirilmiştir. Bu program ile farklı kaynaklardan temin edilen çift yolların TOPOVT veri kümesine aktarılmasında 50 metre çapındaki bir alanda en yakın yükseklik değerinin alınması sağlanmıştır (Şekil 20). Böylelikle tüm yolların sahip olduğu 3 boyut özelliği korunmuştur.



Şekil 20. Yollara üçüncü boyutun atanması

Bu sürecin tamamlanmasından sonra yeni “YOL” detay sınıfının anlamsal dönüşümü tamamlanmış olacak ve navigasyon maksatlı kullanım için yolların kesişim yerlerinden parçalanması, yön bilgilerinin girilmesi, kamu kurum ve kuruluşlarından elde edilen verilerle cadde sokak isimlerinin aktarılması işlemlerine başlanması hedeflenmektedir.

Ulaşım ağının en önemli parçalarından biri olan yol detay sınıfı kent içi ve kent dışı alanlardan geçen yollar olarak basit bir şekilde ikiye bölünebilir. Bu şekilde bölünen yollar hizmet ettiği trafik tipi olarak da farklılığa sahiptir. Kent içi yolların etrafı büyük oranda yerleşim yeri yapıları ile çevrilidir. Bu yollar çoğunlukla yerel yönetimlerin yapım ve bakım sorumluluğunda iken, kent dışındaki yollar ise çoğunlukla ulusal kuruluşların yapım ve bakım sorumluluğundadır. Bu sorumluluk alanlarından bağımsız olarak yollar yeni veri yapısında kent içi ve

kent dışı olarak da ayrılmış bulunmaktadır. Kent dışı yollar Şekil 18’de ifade edilen ilk “OTOYOL”, “DEVLETYOLU”, “İLYOLU”, “KOYYOLU” iken, kent içi yollar “BULVAR”, “CADDE”, “ANAARTER”, “SOKAK” alt sınıfları ile ifade edilmektedir.

Bahsedilen bu yollar dışında “İCYOL” olarak tanımlanan yollar ise özel amaçlı olarak inşa edilmiş genel taşıt trafiğine açık olmayan yollardır. Örneğin üniversite içerisindeki taşıt trafiği yolları genel ulaşım ağı içerisinde olmadığı için iç yol olarak tanımlanmaktadır. Başka bir örnek ise hava alanları içerisindeki taşıt yollarıdır. Bu yollar kamusal yollar olmak zorunda değildir. Özel mülk bir arazi içerisindeki taşıt yolları da bu gruba dahildir.

Bilindiği üzere yol detay sınıfı üzerindeki birçok sanat yapısı olarak da ifade edilen detaylarla bir bütün olarak ulaşım ağında ifade edilebilir. Bu maksatla yol detay sınıfı tasarımı ile beraber bu sanat yapılarının da tasarımlarının yeni yapıya uygun hale getirilmesine gerek duyulmaktadır. Bu maksatla “KOPRUGECIT”, “GECIT”, “TUNEL”, “MENFEZ” detay sınıfları tasarlanmıştır. Bu sınıflardan “KOPRUGECIT” detay sınıfı, ulaşım ağı üzerinde karayolu veya demiryolu araçlarının yapay veya doğal bir engeli üzerinden geçerek aşması maksadıyla yapılmış sanat yapıları olarak tanımlanmıştır (Şekil 21). “GECIT” ise bu yapıların altındaki veya ulaşım ağı üzerindeki herhangi başka bir engelin altındaki geçiş yapılabilecek alanlardır (Şekil 21). “TUNEL” doğal bir yapıyı delip geçmek suretiyle yapılan üstü kapalı yapılardır. “MENFEZ” detayları ise ulaşım ağını korumak için yapılmış ulaşım ağı altından su akışı sağlamak için yapılmış küçük yapılar olarak tanımlanmıştır.



Şekil 21. Köprü ve Geçit Arasındaki Farklar

Tasarlanan bu yapılarda öncelikle farklı ulaşım ağları üzerindeki sanat yapılarının anlamsal bütünlüğünü sağlamak ana hedef olarak belirlenmiştir. Bu hedefin belirlenmesinde şu problem belirleyici olmuştur: Karayolu için köprü olarak nitelendirilen bir yapı demiryolu ağı için bir geçit niteliğindedir. Bu örnek tam tersi olarak da ifade edilebilir: Demiryolu ağı için köprü olan bir yapı karayolu ağı için bir geçit niteliğindedir. Bu durum farklı veri gruplarından veri alışverişine engel olabilecek ve verilerin tek bir anlamda birleştirilmesini zorlaştıracak bir husustur. Her

köprüünün altında bir ulaşım ağı için geçit oluşturduğu durumlarda, bu alanların köprüye dik olacak şekilde “GECIT” olarak ifade edilmesi düşünülmüştür (Şekil 22).



Şekil 22. Köprü ve Geçit Tanımı Örnekleri

8. SONUÇLAR

TOPOVT'nin günümüze kadar artan kullanımı göz önüne alındığında, verinin kullanılabilirliğinin artırılması ve iyileştirilmesinin en iyi yollarından birinin, veri yapısındaki bazı detay sınıfı tanımlarının, daha büyük ve küçük ölçeklerde yapılan çalışmalarda kullanılabilirliğinin artırılması olabileceği görülebilir. Bunun en açık örneklerini ulaşım ağı ve bina detayları oluşturmaktadır. Bu sınıflar birçok büyük ölçekli çalışmalarda ve kent modellerinde ana veri kümesini oluşturmaktadır. Bu sınıfların veri yapılarının genişletilmesi her ne kadar ek bir maliyet yaratıyor gibi gözükse de kullanılabilir veri kaynakları artacağı için bunun toplam üretim süresini kısaltacak, kaynakları da beraberinde getireceği görülebilir. Bugün itibari ile bile bazı büyükşehir belediyelerinden tüm bina alanlarını temin etmek mümkündür. Gerek yapılaşma tespiti, mülkiyet, adres maksatlı olsun ve gerekse kent planlaması maksatlı olsun birçok alanda ana veri kümesi olan binalar bugün itibariyle üç boyutlu kent modellerinde de aktif olarak kullanılmaya başlanmıştır. Farklı seviyelerdeki bu kent modellerinin oluşturulmasında bina alanları üç boyutlu kent modellerinin düzenlenmesinin bir yan ürünü olarak oluşturulmaktadır. Üç boyutlu kent modelleri de bina veri kümelerine yeni bir kaynak olarak ortaya çıkmıştır. Üretim maliyetini arttıracığı düşüncesi “KARAYOLU” detay sınıfında yolların çift olarak çizilmesinde de düşünülmüş olsa da yapılan test çalışmaları ve artan veri kaynakları bunun böyle olmadığını göstermiştir. Tüm bu gelişen kullanım alanları düşünüldüğünde bina detaylarının alan olarak gösterilmesinin üretim maliyetini sanıldığından aksine çok büyük miktarda artırmayacağı toplam faydayı geliştireceği değerlendirilmektedir.

Bugüne kadar elde edilen birçok tecrübeden çıkarılan bir sonuç olarak şu da söylenebilir: Veri kullanımı artmadan veri yapısından ne tür beklentilerin olduğunun ortaya çıkarılması zorlaşmaktadır. Veri yapısının, kullanım alanı ile

birlikte gelişebilen bir husus olarak düşünülmesinin faydalı olduğu ve bu maksatla kullanım alanlarının artıracak, başka bir deyişle daha çok kullanıcıya ulaştıracak hususlara daha fazla önem verilmesinin veri yapısının gelişimine de olumlu katkılar sunacağı değerlendirilmektedir.

Burada kullanım alanlarının artırılabilmesini sağlayacak olan hususların doğru bir şekilde belirlenmesinin metodunun; büyük oranda büyük ölçekli harita ve 3 boyutlu kent modeli üretiminde ihtiyaç duyulan veri yapılarının incelenerek örnek alınması olduğu düşünülmektedir. Bu nedenle, büyük ölçekli coğrafi veri yapılarında yol ve bina modellerinin ana iskeleti oluşturduğu düşünüldüğünde bu sınıfların tanımlarının genişletilmesinin veri yapısının geliştirilmesinde önemli bir unsur olduğu düşünülmektedir.

Sayısal sistemlerin olmadığı klasik harita üretiminden kalan ve veri yapısı tasarımında belirleyici olan kalem ucu kalınlığı gibi hususların detay tanımında artık bir kısıt olmadığı görülmüştür.

Güncellenmesi öncelikli olduğu düşünülen detay sınıflarının belirlenmesi daha net belirlenebilmesi için tüm veri yapısındaki sınıfları önceliklendirilebilecek bir metodun belirlenmesinin faydalı olacağı değerlendirilmektedir.

İrlanda Ulusal Haritacılık Kuruluşu (Ordnance Survey Ireland-OSi) tarafından yapılan çalışmanın, büyük ölçekli harita verisi üretiminin daha küçük ölçekli harita ve coğrafi yayınlarının oluşturulmasında kullanılabilirliği yöntemlerini göstermesi açısından faydalı bilgiler verdiği görülmüştür (Bray, 2016). Özellikle bazı detay sınıflarının farklı ölçeklerde kullanılarak toplam veri üretim maliyetlerinin düşürülebilmesi için detayların tasarımında kendisinden daha büyük ölçekte veya küçük ölçekte kullanımda dönüşümü kolaylaştıracak hususların da dikkate alınmasının önemli olduğu düşünülmektedir.

"KARAYOLU" detay sınıfında yapılan veri yapısı güncelleme çalışmasında tanımlarda yapılan değişikliklerin, verilerin yeni tanımlanan sınıf ve alttiplere otomatik dönüşümü zorlaştırdığı tespit edilmiştir. Veri yapısı değişikliklerinde bu hususun göz önünde bulundurulması gereken önemli bir nokta olduğu ortaya çıkmıştır.

Vektör veri yapısı tasarımında hedeflenen avantajların doğru bir şekilde belirlenmesi, veriden sağlanacak faydayı belirleyici en önemli husus olarak görülmektedir. Bu nedenle, model değişiminde sağlanmak istenen avantajların neler olduğu doğru bir şekilde ortaya konulmalıdır. Buna iyi bir örnek olan İrlanda standart topoğrafik harita verisi üretiminde büyük ölçekli haritalar için tasarlanan verinin nasıl otomatik küçük ölçekli harita üretimi için de kullanılabildiği görülmüştür.

Artan hava fotoğrafı ve uydu görüntüsü kaynakları düşünüldüğünde, standart harita üretiminin bu koordinatlı görüntülerin hızlı ve daha doğru okunmasını sağlamanı hususunun detay sınıflarına öncelik verilmesinde önemli bir ölçüt olduğu düşünülmektedir.

Sayısal vektör verilerin en önemli niteliklerinden birisi de 3. boyut barındırabilmesidir. 3 boyutlu üretilen vektör verilerin büyük oranda sayısal arazi ve sayısal yüzey modellerini temsil ettiği görülmektedir. Detay tanımlarının güncellenmesinde bu modellerin üretilmesini kolaylaştıracak ve kalitesini arttıracak özelliklerin göz önünde bulundurulmasının, yeni veri yapısının kullanım alanlarını önemli oranda arttıracığı değerlendirilmektedir.

Belirtilen hususlar dikkate alındığında, topoğrafik verinin detay sınıflarının, tanımlarının ve özneliklerinin belirlenmesinde dikkat edilmesinde fayda görülen hususlar şöyle sıralanabilir: farklı ölçeklerde kullanım için model genelleştirmesine uygunluk, basılı harita çiziminden kalan, artık sayısal teknolojilerde bir anlam ifade etmeyen kısıtların çıkarılması, ek üretim maliyetinin yanında katkısı büyük olabilecek ortak kullanıma temel teşkil eden öznelikselsel ve geometrik değişiklikler ("KARAYOLU" örneğinde yolların çift olarak çizilmesi), detay sınıfı isimlerinden öznelik isimlendirmesine kadar okunurluk, geometri tipinin belirlenmesinde çizim kolaylığı sağlayabilecek hususlar, sadece kartografik amaçlı yaratılan detay sınıfları, daha hızlı güncelleme periyodu gerektiren sınıfların ve öncelikli sınıfların tespiti.

BİLGİLENDİRME/TEŞEKKÜR

Burada yazılan konular Türk Silahlı Kuvvetlerinin görüşlerini yansıtmamaktadır.

KAYNAKÇA

- Berry, J.K. (2005). Analyzing Geo-Spatial Resource Data. Colorado: John Wiley Publishers.
- Bray, C. (2016). Ordnance Survey Ireland Shows New Perspectives. *GIM International*, December 2016, Issue 12, Volume 30, <https://data.gov.ie>, pp.27-29.
- Bray, C. (2017). Ordnance Survey Ireland Shows New Perspectives. *GIM International*, January 2017, Issue 1, Volume 31, <https://data.gov.ie>, pp.31-33.
- Canberk M., Okul A., Saygılı A. ve Yüksel B. (2014). Topoğrafik Verilerin Hazırlanması ve Sunumu. *Harita Dergisi*, Ocak 2014, Sayı 151, Sayfa 33-38 ISSN:1300-5790.
- Goodchild, M.F. (2005). GIS, Spatial Analysis, and Modeling Overview. In D. J. Maguire, M. Batty & M. F. Goodchild (Eds.), (pp. 1-17). California: ESRI press.
- Harita Genel Komutanlığı (HGK). (2018a). Kartografik Gösterim Yönergesi, HGKY 125-03 (A).
- Harita Genel Komutanlığı (HGK). (2018b). Harita Genel Komutanlığı Fotogrametri Dairesi Başkanlığı Topoğrafik Vektör Veritabanı

- (TOPOVT) Arazi Bütünlemesi Yönergesi, HGKY 125-7.
- Yüksel B., Saygılı A. ve Okul A. (2013). HGK 1:25,000 Ölçekli Topoğrafik Veritabanı. *TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 14. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı*, 14-17 Mayıs 2013, Ankara.
- Yüksel B. ve Kiracı A.C. (2018). Karayolu Detayların Çift Çizilmesine Dair Teknik İnceleme Raporu (Yayımlanmadı).
- Topoğrafik Vektör Veri Doğruluk Araştırmaları. (2019). 2007-2019 Yılları Arası Topoğrafik Vektör Veri Doğruluk Araştırmaları (Yayımlanmadı).
- Defence Geospatial Information Working Group (DGIWG). (2019, Nisan 13). <http://www.dgiwg.org/dgiwg/>
- ESRI Türkiye. (2019, Nisan 13). <https://blog.esriturkey.com.tr/2018/08/11/ar-cgis-desktop-da-cad-verisi-ile-calismak/>
- Yılmaz, A. ve Canıberk, M. (2018). Real Time Vector Database Updating System: A Case Study for Turkish Topographic Vector Database (TOPOVT). *International Journal of Engineering and Geosciences*, 3(2), 73-79. DOI: 10.26833/ijeg.383054.