

## **YÜKSEK ÇÖZÜNÜRLÜKLÜ TOPOGRAFIK VERİ ELDE ETMEDE FOTOGRAFİK ÜRETİM SÜRECİNİN İYİLEŞTİRİLMESİ**

A.C. Kiracı<sup>a</sup>, A.Gürdal<sup>a</sup>, Ö.Somaloğlu<sup>a</sup>, A.Torun<sup>a</sup>, Z.N.Aksoy<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Harita Genel Komutanlığı, Fotogrametri Dairesi Başkanlığı, Cebeci, Ankara, Türkiye –

(alicoskun.kiraci, atilla.gurdal, ozkan.somalioglu, abdulvahit.torun, nejat.aksoy)@hgk.msb.gov.tr

**Anahtar Kelimeler:** fotogrametrik harita üretimi, topoğrafik harita, coğrafi veri, kıymetlendirme, bütünleme

### **ÖZET:**

Temel ölçekli topoğrafik harita, kullanıcı sayısı ve yelpazesi oldukça geniş olan ve birçok büyük veya küçük çaplı projede altlık olarak kullanılan haritalardır. Topoğrafik haritalar, geçmişten günümüze bilimsel ve teknolojik yöntemlere paralel olarak yersel, analog ve sayısal fotogrametrik yöntemlerle üretilmiştir. Bilimsel ve teknolojik gelişmelerin hepsi harita veya coğrafi verinin üretiminde kaliteyi arttırmak ve aynı zamanda veri üretim maliyetinin azaltılmasına yönelik olmuştur. Söz konusu gelişmelerle birlikte harita, coğrafi veri ve veritabanı kavramları ve bunların birbirleri ile olan ilişkileri önem kazanmıştır. Ancak bilim ve teknolojinin gelişme hızı ile paralel olarak var olan üretim süreçlerinin bunlara uyarlanması ekonomik nedenlerden dolayı aniden yapılamamakta ve bu uyum süreci aşamalı olarak gerçekleştirilmektedir. Bu çalışmada; üretim süreci iyileştirmeye ilişkin olarak; topoğrafik veri üretim sürecinin verimliliğinin ve veri kalitesinin artırılması için süreç iyileştirme ve yeniden düzenleme (re-engineering) çalışmasında elde edilen ön sonuçlar sunulmaktadır. Bu çerçevede, fotogrametrik kıymetlendirme ve topoğrafik bütünleme süreçleri bütüncül bir biçimde ele alınarak veri formatı, standardı ve veri kalitesi açısından incelenmektedir. Ayrıca, tüm sürecin alt işlem adımları ayrıntılı olarak değerlendirilmekte, güncellenecek işlemler belirlenerek süreç iyileştirme için optimum çözüm araştırılmaktadır.

### **1. GİRİŞ**

Geleneksel topoğrafik veri üretimi süreci basit tanımlamayla; fotogrametrik kıymetlendirme, arazi bütünlemesi ve topoğrafik veri düzenleme adımlarından oluşmaktadır. Oysa günümüzde, mekansal veri elde etme ve bunu değiştirilebilir standartta depolamanın sektördeki tüm aktörler tarafından yaygın şekilde benimseniyor olması, topoğrafik üretim sürecine “veri entegrasyonu ve birlikte çalışırılık” işleminin de dahil edilmesini gerekli kılmaktadır. Topoğrafik veri üreten ulusal kuruluşlar ya da bu alanda faaliyet gösteren firmalar için, fotogrametrik kıymetlendirme, topoğrafik bütünleme ve yapılandırma oluşan üretim süreçleri ile kalite kontrol işlemlerinin bütünleştirilmesi, iyileştirilmesi ve yeniden tasarlanması çalışmaları teknoloji, yeni üretim yaklaşımları ve standartlaşmanın etkisiyle nerdeyse sürekli bir faaliyettir. Bu durum Harita Genel Komutanlığı (HGK) için de geçerlidir. Bu süreçte analog fotogrametriden sayısal fotogrametriye geçiş yalnızca teknoloji değişimi olmayıp üretim kültürü, kalite kontrol ve personel yeteneklerindeki değişim sebebiyle de önemli bir dönüm noktasıdır. Bu kritik geçişin ardından son 15 yıldan beri topoğrafik veri sayısal fotogrametrik yöntemle üretilmektedir. Yeni durumda, daha önce sadece basılı materyal üzerinde bulunan coğrafi veriler artık sayısal yöntemle üretilmekte, korunmakta ve yönetilmektedir. Sayısal verinin kullanımı ile birlikte ölçek, çözünürlük, coğrafi veritabanı ve veri standardı kavramları ön plana çıkmıştır.

#### **1.1 Hgk'daki Topoğrafik Veri Üretiminde Gelişmeler: Problem Tanımı**

HGK'nın fotogrametrik veri üretiminin tümünde sayısal veri üretim sürecinin başlaması ile topoğrafik veri modelindeki değişikliğin aynı döneme rastlamaması,

ardışık işlemler olan kıymetlendirme, arazi bütünlemesi, veri yapılandırma işlemlerinin tamamen uyumlu ve bütünlük olarak yeniden düzenlenmesinde (re-engineering) eş-zamanlılığın gerçekleşmesini engellemiştir. Bu durum, süreçteki ardışık işlemler arasında oluşan kısmi kopukluğun giderilmesi için bir dizi format ve model dönüşümlerine ihtiyaç duyulması, işlem paketinin süreçteki yerinin en uygun yerde bulunmaması ve fotogrametrik-topoğrafik işlemlerle tasarlanan yeni veri modeli arasında bire-bir ve tersinirliğin sağlanamamasına neden olmuştur.

#### **1.2 Hgk Topoğrafik Veri Üretimi İş Akışı**

Topoğrafik haritaların iki ana veri toplama süreci vardır. Bunlar; fotogrametrik kıymetlendirme ve topoğrafik bütünleme süreçleridir. Halen uygulanmakta olan fotogrametrik kıymetlendirme süreci, stereo hava fotoğrafları üzerinden üç boyutlu (3B) olarak bilgisayar ortamında ve CAD (Computer Aided Design) formatında üretilmekte, kontrol ve düzeltme işlemleri ile veri iyileştirilmekte, bu formatın izin verdiği ölçüde topolojik veri standardını sağlamakta ve tam bir veritabanı mantığı bulunmamaktadır. Topoğrafik bütünleme aşamasında ise, kıymetlendirilen veriler bir dizi dönüşüm ve ara işlemler ile yaygın olarak kullanılan ve topolojik veri standardını sağlayan bir veri formatına dönüştürülerek bir coğrafi veritabanına uyumlu hale getirilmektedir. Bu veriler arazide doğruluk ve tamlik yönünden kontrol edilerek ve bütünlenerek topoğrafik bütünlemesi tamamlanmakta ve coğrafi veri tabanına girilmektedir. Söz konusu süreçte, veri dönüşümleri yapılmakta, topolojik yapılandırma uygulanmakta ve kıymetlendirme sırasında tespit edilmeyen bazı öznitelikler girilmektedir.

#### **1.3 Hgk Topoğrafik Veri Üretim Süreci İyileştirme Çalışması Çerçevesi**

Modern teknolojinin sağladığı olanaklar, uluslararası ve ulusal standartlaşma yönelimi ve verimlilik gereklerinden dolayı topoğrafik veri üretiminin; geri dönüşlerin olmadan ve kalite-kontrolün süreç boyunca yönetildiği üretim zinciri tasarlanarak gerçekleştirilmesine, fotogrametrik kıymetlendirmeden topoğrafik harita üretimine kadar bütüncül bir üretim altyapısının (veri modeli, detay çıkarma, semantik kurallar, topoloji kuralları vd.) oluşturulmasına, üretim zincirinin ihtiyaçlara göre katmanlı yapıda ancak aynı teknoloji üzerinde çalışacak şekilde tasarlanarak gerçekleştirilmesine ihtiyaç duyulmaktadır.

Bu çalışmada; yukarıda ihtiyaç olarak tanımlanan 4 iş paketinden ilki, üretim süreci iyileştirmeye ilişkin olarak; fotogrametrik kıymetlendirme, veri düzenleme, veri dönüşüm, topoğrafik bütünleme ve veri yapılandırma işlemlerinden oluşan topoğrafik veri üretim sürecinin verimliliğinin ve veri kalitesinin artırılması için süreç iyileştirme ve yeniden düzenleme (re-engineering) çalışmasında; yaklaşım, problem alanları ve elde edilen ön sonuçlar sunulmaktadır. Bu çerçevede, fotogrametrik kıymetlendirme ve topoğrafik bütünleme süreçleri bütüncül bir biçimde ele alınarak veri formatı, standardı ve veri kalitesi açısından incelenmektedir. Ayrıca, her iki ana sürecin alt işlem adımları ayrıntılı olarak değerlendirilmekte, güncellenecek işlemler belirlenerek bunların zaman, personel ve kaynak maliyeti irdelenmekte ve süreç iyileştirme için optimum çözüm araştırılmaktadır.

## **2. SÜREÇ İYİLEŞTİRME ÇALIŞMASI**

### **2.1 Veri Düzenleme Ve Veri Dönüşümü**

Fotogrametrik kıymetlendirme ve veri düzenleme işlemleri fotogrametrik birimde, veri dönüşüm, topoğrafik bütünleme ve veri yapılandırma işlemleri ise topoğrafik birimde gerçekleştirilmektedir. Fotogrametrik kıymetlendirme dışında her iki birimde de veri düzenleme çalışmaları mevcuttur. Topoğrafik veri üretim sürecinin bütünlüğü ve tekrarların azaltılması amacıyla iki birimde gerçekleştirilen işlem adımları karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma sonucunda veri düzenleme ve veri dönüşüm sürecinde tekrar edilen işlem adımların bulunduğu tespit edilmiştir. Bunlardan bazıları;

- Birleştirme işlemleri
- Açık alan detayların kapatılması, alan ve çizgi detayların tek parça haline getirilmesi
- Kapanmayan alan detayların tespiti ... vb.

Bu işlemler veri dönüşüm aşaması esnasında bir hatayla karşılaşmamak için diğer birim tarafından kontrol edilmekte ve varsa hatalar düzeltilmektedir.

### **2.2 Arazi Bütünlemesi**

Veri ön düzenlemesi tamamlanan paftaların arazi bütünlemesi yapılmaktadır. Arazi bütünlemesinin amacı, kıymetlendirme operatörünün göremediği detayları eklemek, yanlış teşhis ettiği detayları düzeltmek ve paftada detay ve yerleşim yerlerine ait isimleri eklemek ve düzeltmektir. Arazi bütünlemesi sırasında topoğraf paftanın

tamamından sorumludur. Topoğrafa yardımcı olacak kaynaklar, kıymetlendirme operatörünün hazırlamış olduğu "Kıymetlendirme Notu" ve basılı haritadır. Topoğraf arazide gördüğü değişiklikleri ve yenilikleri pafta üzerinde ekler ve değiştirir. Bunun yanında mahalle muhtarları ve belediye ve diğer kamu kurumlarından da gerektiğinde destek alır. Bu çalışma doğrudan veri üzerinde gerçekleştirilmekle birlikte, coğrafi adların güncellenmesine ilişkin resmi belgeler de arazide elde edilir.

### **2.3. Veri Yapılandırma**

Arazi bütünlemesi tamamlanan paftalar aşağıdaki işlem adımları ile Veri Yapılandırma sürecinden geçirilerek veri tabanına girmeye hazır hale getirilmektedir.

Veri yapılandırma işlemleri;

- Geometri Düzeltme
- Alan Çıkarma Kontrol
- Veri Sözlüğü Kontrol
- Kenarlaşma
- Birleştirme
- Topoloji ... vb. işlem adımlarından oluşmaktadır.

Burada yapılan işlemlerin çoğu topoğraf biriminin hazırlamış olduğu programlar aracılığı ile otomatik olarak yapılmakta ve çıkan hatalar gerektiğinde operatör müdahalesiyle giderilmektedir.

### **2.4 Üretim Aşamalarına Göre Verinin Karşılaştırılması**

Üretim sisteminin güncellenmesi çalışmaları için, süreç içinde hangi aşamada veriye ne kadar katkı olduğunun tespit edilmesi için her aşamada elde edilen veri kümesi karşılaştırılarak elde edilen sonuçlar incelenmiştir.

**2.4.1. Kıymetlendirilmiş ve veri düzenlemesi yapılmış veri:** Fotogrametrik birim tarafından kıymetlendirilen veri, CAD (Computer Aided Design) formatının elverdiği ölçüde veri düzenleme işlemleri gerçekleştirilmektedir. Bunlar; alanların kapatılması, çizgilerin tek parça haline getirilmesi işlemleri gibi bazı geometrik ve topolojik işlemlerdir.

**2.4.2. Veri Ön Düzenlemesi yapılmış veri (Araziye çıkmadan önceki hali):** Veri Ön Düzenlemenin geometrik ve topolojik işlemleri tamamlandıktan sonra eski basılı harita altlık olarak kullanılarak, mevcut haritadaki isimler detaylara öznitelik olarak girilmekte ve mahalle, şehir isimleri vb. isimler yazı katmanı olarak eklenmektedir. Bu işlemler tamamlandıktan sonra veri arazi bütünlemesi için hazırdır.

**2.4.3. Arazi bütünlemesi yapılmış veri (Arazi Sonrası):** Arazi bütünlemesi yapılmış paftada, topoğraf tarafından yeni detaylar eklenmiş ve mevcut bazı detayların öznitelikleri değiştirilmiştir.

**2.4.4. Veri Yapılandırılması tamamlanmış veri (VT na girmeden önceki hali):** Arazi bütünlemesi tamamlanmış paftalar bazı geometrik ve topolojik işlemlerden geçirilerek VT a girmeye hazır hale getirilmektedir. Burada herhangi bir öznitelik girişi beklenmemektedir. Bir dizi program çalıştırılarak ve operatör etkileşimli düzeltmeler yapılmaktadır.

Yukarıda bahsedilen süreçteki değişim aşağıda özetlenmiştir (mevcut durum):

**1** ----- Öznitelik Ekleme-----> **2** -----Yeni detay ve Öznitelik ekleme-----> **3** -----Geometrik ve Topolojik Düzeltmeler -----> **4** ----- VT a aktarma ---> **5**

Detay ve öznitelik değişimleri sadece 1-2 ve 2-3 arasında gerçekleştiğinden bu paftalar arasındaki farklar ArcGIS "Feature Compare" aracı ile karşılaştırılmıştır.

**1-2 karşılaştırması;** Bu aşamada sınırlı sayıda öznitelik eklendiği tespit edilmiştir (Tablo 1).

BUYUKENERJITESISI	1 isim girilmiş
KUCUKHAVUZ	1 açıklama
YAZI KATMANI	57 adet yazı girilmiştir.

**Tablo 1.** 1-2 karşılaştırması.

**2-3 karşılaştırması;** elde edilen sonuçlara göre, sonuç dosyaları boyutlarına göre değerlendirildiğinde 24 detay sınıfında değişiklik olduğu, bunlarında 9 adet detay sınıfın yoğun değişikliğe uğradığı değerlendirilmiştir (Tablo 2).

DETAY SINIFI	ESKİ DETAY	YENİ DETAY
ORMAN	-	-
KUCUKBINA	9335	9387 Aradaki fark, detay tipinin değiştirilmesinden kaynaklanmıştır.
KARAYOLU	1559	1574 Aradaki 15 adet fark, geometrik işlemlerden kaynaklıdır. Gözle yapılan kontrolde, topoğrafın 5 adet yol detayı topladığı tespit edilmiştir.

**Tablo 2.** 2-3 karşılaştırması

### 3. DETAY SINIFLARININ FOTGRAMETRİK KIYMETLENDİRME AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

Kıymetlendirilen ve arazi sonrası verilerin karşılaştırılması ile elde edilen sonuçlara göre en fazla değişime uğrayan detay sınıfları uzman operatörler ile birlikte tek tek incelenmiştir. Değerlendirmede kıymetlendirme esnasında,

detay sınıflarına ait özniteliklerin hangilerinin operatör tarafından, hangi güven düzeyi ile belirlenebileceği belirlenmiştir (Tablo 3).

ENERJİNAKILHATTI		
Alt tipleri Alan Adı	YERUSENAHAT	YERALENAHAT
GEDE	100	x
Güven Düzeyi %	100	x
ACIKLAMA	34,5 kw için %95 (154 kw ile karıştırılabiliyor), diğerleri için %100	

Tablo 3. Detay sınıfları için yapılan incelemeye ait bir örnek.

İnceleme neticesinde, arazi bütünlemesi kapsamında en çok bina, tesis, enerji tesisi detay sınıflarına ait detaylarda öznitelik değişikliği yaptığı ve enerji nakil hatları ile uğraştığı tespit edilmiştir.

Söz konusu detay sınıflarına ait özniteliklerin kıymetlendirme operatörü tarafından belirlenmesi çoğu zaman mümkün olmamakta veya düşük güven düzeyinde belirlenebilmektedir.(Örn: Silo detayında hangi ürünün depolandığı, motopomp un hangi maddeyi pompaladığı ..vb.). Bununla birlikte; genel olarak topoğraf İSİM öznitelikliğini ve varsa AÇIKLAMA sınıfı eklemektedir (Silo: Depolanan ürün vb.. öznitelikleri doldurmaktadır).

Enerji Nakil Hatları (ENH) ile ilgili olarak, söz konusu paftada topoğraf tarafından çok fazla ENH toplamış gibi görülmektedir. Topoğraf tarafından toplanan ENH lar model üzerinde incelenmiştir. Yapılan inceleme neticesinde;

- Detay sayısı ARCGIS programında otomatik olarak karşılaştırılması ile elde edilmiştir. ArcGIS de iki düğüm noktası arası bir detay olarak kabul edilmektedir. Dolayısıyla programın 1 detay olarak kabul ettiği, bir hattın sadece küçük bir parçası olabilmektedir. Bu durum Şekil 1' de açıkça görülmektedir. Dolayısıyla karşılaştırma sonrası sayı açısından ortaya çıkan abartılı fark gerçek durumu yansıtmamaktadır.

- Model üzerinde dikkatle incelendiğinde, topoğraf tarafından toplanan ENH 'nın görülebildiği ancak bunun operatörün kıymetlendirme kurallarını göz önünde bulundurarak söz konusu hatları 220 V olarak değerlendirdiğinden kıymetlendirmediği tespit edilmiştir.

- Söz konusu paftanın şehir merkezi ve ticaret sanayi bölgesinde olduğu ve operatörlerin kural olarak ENH'nin şehir merkezine girişte bıraktığı göz önüne alındığında ENH'nin görülmeyeceği için değil, şehir merkezine girdiği yorumuyla çizilmemiş olabileceği,



Şekil 1. (Kalın Yeşil Renkli Hatlar; Kıymetlendirilen İnce mor hatlar; topoğraf tarafından alınan hatlar)

- Küçük enerji tesisleri ile ilgili olarak, yine ticaret ve sanayi bölgesinde, hemen hemen her tesiste trafo olduğu göz önüne alındığında, hücre tipi trafo ve direk tipi trafoların, 3B model üzerinden tespit edilmesi oldukça güçtür veya çok düşük güven düzeyindedir.

Coğrafi isimler ve yerleşim yerleri isimleri ile ilgili yapılan incelemede;

Basılı harita üzerinde bulunan isimler araziye çıkmadan yazı katmanına önce girilmektedir. Arazide bütünleme sırasında değişiklik, ekleme gibi işlemleri gerçekleştirilmektedir. Basım öncesi yapılan işlemler sırasında arazide toplanan coğrafi adlar herhangi bir uyumsuzluk durumunda değiştirilmemektedir. Yerleşim yerlerine ait isimler için Türkiye Yerleşim Yerleri Veritabanı (TYYVT) ile uyumsuzsa TYYVT verileri doğru olarak kabul edilmektedir.

#### 4. DEĞERLENDİRME: TOPOGRAFİK VERİ ÜRETİM SÜRECİ İYİLEŞTİRME YAKLAŞIMI

Hedeflenen topoğrafik veri üretim sürecinde, genel olarak üretimin başından sonuna kadar verimlilik ve kalitenin izlenmesi, iş akışında iş paketlerinin en uygun yerde gerçekleştirilmesi, hava fotoğrafı dışındaki ek kaynaklardan bilgi çıkarmanın büroda gerçekleştirilmesi hedeflenmektedir. Bunun için, öncelikle yukarıda ayrıntısı sunulan mevcut üretim sisteminin analizi gerçekleştirilmiştir. Ardından, kıymetlendirme, topograf, kontrol uzmanlığı olan bir ekip oluşturularak mevcut kıymetlendirme ve veri düzenleme işlemlerinde güncel topoğrafik veri üretim yaklaşımları kullanılarak bir prototip üzerinde örnek üretim yapılmıştır. Yapılan bu örnek üretim ile önceki durum karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırma sonrasında taslak üretim iş adımları ve iş akışı ile kalite kontrol süreçleri belirlenmiştir. Bu prototip kullanılarak 4-8 örnek üretim gerçekleştirilecek, bunların arazide topoğrafik bütünlemesi ile birlikte yeni süreç ile sağlanan kalitenin

topoğrafik veriden beklenen kalite kriterlerine uygunluğu test edilecektir. Burada oluşacak geri besleme ile süreç ve iş akışı olgunlaştırılacak, yeni sürecin yürütülebilmesi için her aşamada hizmet içi eğitim ve kapasite gelişimi sağlanacaktır. Yeni sürecin sürekli izlenmesi, kalite kontrolün her aşamada sağlanması ve sonuç ürün kalitesinin güncel NATO kalite ölçütlerine uygun olması sağlanacaktır.

Bu çalışmanın ardından biri doğrudan süreç iyileştirmeyle ilgili olmak üzere iki ayrı paket halinde çalışma yapılacaktır. Süreç iyileştirmenin ardından bununla bağımlı ilk pakette “veri modelinin güncellenmesi”, “tüm topoğrafik veri üretim süreci boyunca platform bütünlüğü sağlanması”nı hedefleyen iki paralel çalışma başlatılacaktır. Bunlardan ilki mevcut topoğrafik veri modelinin (TOPO25) güncel gelişmeleri içeren ve ulusal ihtiyaçları karşılayan tarzda yenilenmesidir. İkincisi ise, üretim süreci boyunca format, model dönüşümleri, farklı kalite prosedürleri için harcanan kaynağın minimize edilmesini hedefleyen süreç boyunca bütünlük teknoloji platformu oluşturulmasıdır. İkinci pakette ise, kısa gelecekte tüm Türkiye’yi kapsayacak şekilde topoğrafik veriye sahip olunacaktır. Bu verinin güncellenmesi ama aslen güncel tutulması için yaklaşım geliştirilmesi yer almaktadır.

#### 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Topoğrafik veri üretim süreçleri gelişen teknoloji paralelinde kullanılan yazılım, format, veri standardı açısından zaman içerisinde değişikliğe uğramıştır. Bu değişim süreç içinde yer alan birimlerin süreçlerini farklı biçimde etkilemiştir. Topoğrafik üretim sürecinde bütünlüğün sağlanması, maliyetin azaltılması ve veri kalitesinin artırılması için, işlem adımları farklı birimlerde olsa bile tekrarın azaltılması, işlem adımlarının ve kontrol aşamalarının optimum faydayı sağlayacak şekilde düzenlenmesi gerekmektedir. Bu kapsamda yapılan çalışmalar tamamlanmamış olmakla birlikte, elde edilen ilk sonuçlara göre, kıymetlendirme aşaması için yapılacak geri besleme, üretim sürecine eklenecek kontrol adımları ve yardımcı kaynaklar kullanılarak veri kalitesinin artırılacağı ve maliyetin azaltılabileceği değerlendirilmektedir.

#### KAYNAKLAR:

- Kıracı A.C., Nisan 2013 Topoğrafik Veri Üretim Sürecinin İyileştirilmesi Raporu, Harita Genel Komutanlığı, Ankara
- Moore L., 16 Mayıs 2011, *US Topo - A New National Map Series, 2012 Update*, <http://www.directionsmag.com/articles/us-topo-a-new-national-map-series/178707>
- Moore L., 14 Haziran 2013, *US Topo - A New National Map Series, 2012 Update*, <http://www.directionsmag.com/articles/us-topo-a-new-national-map-series-2012-update/300690>
- Torun A., Aralık 2012, *Topoğrafik Veri Üretim Sürecinin İyileştirilmesi Raporu*, Harita Genel Komutanlığı, Ankara