

ORTOFOTO TEKNİĞİ VE DEĞİŞİK ÖLÇEKLERDE UYGULAMASI

Yük.Müh.Kd.Yzb.Salih AYDEMİR

1. GİRİŞ

İster bir askeri harekat isterse değişik, mühendislik çalışmaları sözkonusu olsun topografik bilgilere birinci öncelikle gereksinim duyulmaktadır. Özellikle kalkınmakta olan ülkelerde çeşitli projelerin tasarlanması ve uygulanması için daha çok haritaya ihtiyaç vardır. Bir çok teknik projede yapılacak işlemin sıhhati ve kalitesi için büyük ölçekli harita kullanımı bir zorunluluk taşımaktadır.

1900 lü yılların, başından bu yana harita üretimi yapan kuruluşlar, harita isteyen ve onları kullanan kurumların isteklerini karşılamak için daha ekonomik ve daha hızlı harita üretmenin yollarını aramışlardır.

Burada sözü edilen isteklerin karşılanabilmesi için harita yapımının olabildiğince otomatikleştirilmesi gerekmektedir.

Fotogrametride otomasyon :

- Otomatik foto harita üretimi
- Sayısal harita üretimi

olarak iki ana grupta toplanabilir.

Yüzyıldan fazla bir zamandan beri insanoğlu fotoğraflardan doğru ölçüler yapmaya çalışmıştır. Onun bu istekleri fotoğraf alımı sırasında oluşan eğikliklerden ve arazi engebelerinden dolayı oluşan fotoğrafik distorsiyon nedeniyle engellenmektedir. Resim eğiklikleri nedeniyle oluşan hatalar iyi bir düzeye çevirme yani rektifikasyon işlemi ile giderilebilir, ancak arazi engebeleri nedeniyle oluşan topografik ve yatay bilgilerdeki hatalar ancak ortofoto yöntemi ile giderilebilir, Yani bir fotoğrafik görüntüden haritalık da anladığımız doğrulukta bir ölçüm yapmak isteniyorsa ortofoto işleminin kullanılması bir zorunluluktur. Perspektif resimlerdeki, resim eğikliği ve arazideki yükseklik farklarından dolayı görüntü kaymalarının giderilmesi sonucu elde edilmiş, harita gibi belli bir ölçüde olan fotoğrafik görüntüye ortofoto denilmektedir. /6/

Üzerine harita kenar bilgileri, gridler eş yükselti eğrileri, isimler ve benzeri kartografik bilgilerin ekendiği ortofotolarada ortofoto harita ya da foto harita denilmektedir. Kısaca foto harita fotoğraf formunda bir haritadır diyebiliriz.

Birden çok ortofotonun yan yana getirilmesiyle oluşturulan ve bir altlık üzerinde birleştirilen ortofoto görüntüye de ortofoto mozaik adı verilmektedir.

2. FOTO HARITA ÜRETİMİ

Değişik amaçlarla kullanılan foto haritaların kullanım alanlarını aşağıdaki gibi özetleyebiliriz:

- Topografik harita kullanım yerlerinde (askeri amaçlar için)
- Yol yapımı projelerinde
- Jeolojik çalışmalarında
- Jeofizik çalışmalarında ve petrol aramalarında
- Şehir planlama çalışmalarında
- Kadastral çalışmalarında
- Boru hattı ve enerji hattı projelerinin tasarlanması
- Ormancılık faaliyetlerinde
- Güncelleştirme faaliyetlerinde,
- Çizgisel harita üretiminde
- Deniz ve kara yolu trafiği kontrol işlemlerinde
- Hava alanlarında uçakların alçalma konisi içinde bulunan engellerin belirlenmesinde

Üretimde kullanılan yöntemler yapımcı kurumların ellerindeki alet ve olağnlara göre çevrim içi (on-line), çevrim dışı (off-line) ya da bunların karışımı şeklinde olmaktadır.

Foto harita üretimi için gerekli yükseklik bilgilerinin eş yükselti eğrilerinin elde edilmesi aşağıdaki şekillerden birisi ile olmaktadır;

- Yükseklik bilgileri ortofoto pozlayıcı üniteden bağımsız bir fotogrametri aletinde çizilir ve daha sonra ortofoto kalibi ile birleştirilir.
- Eş yükselti eğrileri fotogrametrik kıymetlendirme aletinde çizilirken yükseklik verileri kayıt edilir ve ortofoto pozlanması için gerekli sayısal profiller bu verilerden yararlanılarak bilgisayar tarafından türetilir.

- Yükseklik bilgileri pozlama hattı boyunca kayıt edilir ve bunlardan yararlanılarak bilgisayar tarafından eş yükselti eğrileri enterpole edilerek türetilir.
- Yükseklik bilgileri, ortofotosu yapılacak haritanın çizilmiş eş yükselti eğrilerinin sayısallaştırılmasıyla elde edilir.
- Üç boyutlu bilgiler bir kare ağı şeklinde kayıt edilir (Sayısal Arazi Modelleri).
- Drop-line denen kesikli çizgilerle yüksekliklerin belirlenmesi

Hangi yöntemin daha yararlı olduğunu belirlemek için aşağıdaki ölçütler kullanılmaktadır /9/.

- Üretimin değişik saflarında yapılan harcamalar.
- Verimlilik
- Kalite (doğruluk ve güvenirlik)
- İşlemlerde istihdam edilen insan gücü (otomasyon derecesi)
- Özel durumlara uyum.

Foto harita üretiminde çevrim içi (on-line) ya da çevrim dışı (off-line) olarak kullanılan yöntemler zaman zaman birbirlerine üstünlük sağlamaktadır.

Burada çevrim içi foto harita üretiminden ortofoto pozlayıcının bir fotogrametri aletine bağlı olarak çalıştığını anlayacağız. Çevrim dışı üretimde ise verilerin toplanması, işlenmesi ve sonuç ürünün elde edilmesi birbirinden bağımsız olarak gerçekleştirilmektedir.

Çevrim dışı (off-line) sistem kullanmanın yararları:

- Yükseklik bilgileri fotoğraftan başka kaynaklardan da elde edilebilir (mevcut haritaların sayısallaştırılması, arazi ölçümleri vb.)
- Proje alanını kaplayan iki ayrı (örneğin, yüksekliklerin elde edilmesi için geniş ya da çok geniş açılı, ortofoto üretimi için dar açılı ya da ultra dar açılı) fotoğraflama kullanılabilir.
- Çevrim dışı üretimde bir ortofoto iki ardışık stereo modelle kapatılabilir. Model birleşmeleri bilgisayar tarafından yapılır.

Bu durumda mozaikleme işlemi daha az olacaktır.

Çevrim içi üretimde bir ortofoto bir model olmalıdır.

- Çevrim dışı üretimde bazı düzeltmelerin getirilmesi; boşlukların ve çift pozlamaların kontrolü mümkündür.
- Çevrim dışı üretimde profiller arası uzaklık, çevrim içi üretmeye göre 2-3 kat artırılabilir ve mutlak yöneltme yapılmasına gerek kalmaz.
- Çevrim dışı üretim daha ucuzdur ve hızlıdır. Buna karşın çevrim içi yöntemin donanımı daha ucuzdur.
- Hesaplanmış eş yükselti eğrileri, gözlenen eş yükselti eğrilerinden daha duyarsızdır. Aynı zamanda hesaplama işlemi pahalıdır (bilgisayar zamanı yönünden)

Harita Genel Komutanlığında çevrim dışı yönteme çalışan iki adet sistem mevcuttur. Bu sistemde yükseklik bilgileri sadece iç ve karşılıklı yöneltmeleri yapılmış modeller üzerinden sayısal çıkışlı analog aletler (planicart, planimat) kullanılarak elde edilmektedir. Analog aletlere ECOMAT 12, DTM-3 ve MANYETİK TEYP üniteleri eklendiginden noktaların bant üzerine kayıtı yarı otomatik olarak gerçekleştirilmektedir. Kayıt işlemi sürekli, duraklı, zaman bazlı, mesafe bazlı olarak yapılabilmektedir. Model koordinat sistemindeki bu noktalar ortofoto sisteminin sürücü ünitesi olan mini bilgisayar kullanılarak arazi koordinat sistemine dönüştürülmektede ve bir takım program adımlarından geçirildikten sonra ortofoto pozlayıcı ünitede (Orthocomp Z2) otomatik pozlama için gerekli sayısal profiller ve otomatik çizim için gerekli şeke getirilmektedir. Daha sonra ilgili programların çalıştırılmasıyla tam otomatik olarak ortofoto pozlaması ve eş yükselti eğrileri çizimi gerçekleştirilmektedir. Bu planimetrik ve yükseklik kalıpları birleştirilerek çoğaltma işlemlerine geçilmektedir.

Foto harita üretiminde en önemli unsurlardan birisi de pafta boyutlarının iyi belirlenmiş olmasıdır.

Mozaikleme işinden kurtulmak için uçuş seyrüseferinin ve harita boyutlarının, bir ortofotonun bir fotoğraf ile kaplanması gerektiğini gerçekleştirecek şekilde belirlenmesi gerekmektedir.

Orijinal fotoğraf ölçüği ile ortofoto ölçüği arasındaki büyütme 3-6 kat olmalıdır. Bu durumda pafta boyutlarında $50 \times 50 \text{ cm}^2$ - $100 \times 100 \text{ cm}^2$ arasında değişmektedir.

Daha küçük oranlar (uçus, bulut v.b. etkenler nedeniyle) zor bir görev olan mozaikleme işlemini zorunlu kılacaktır.

Uydularla alınan uzaktan algılama verilerinin ortofoto amaçlarıyla kullanılması aşağıdaki koşullar çerçevesinde mümkündür /5/;

- Özel amaçlar hariç tutulursa, küçük ölçekli fotoğraftan ortofoto yapımı pratik değildir.
- Mevcut teknik, uzaktan algılama verileriyle ortofoto yapımına uygun değildir.
- Eldeki teçhizatla yeni teknikler kullanarak ortofoto üretebilmek için bir teçhizat adaptasyonu gereklili olacaktır.
- Uydu tekniğinin ayırma gücü ve fotoğraf alımının maliyeti, uçaklar yardımıyla sürdürülen hava fotoğrafçılığınıninkiyle kıyaslanamayacak düzeydedir.
- Bütün bu olumsuz koşullara karşın ileride oluşabilecek teknik gelişmeler amaca uygun çözümlerin bulunmasında yardımcı olacaktır.

Foto haritanın dezavantajları :

- Her ayrıntının foto haritada görülmesi mümkün değildir (menfez, çit ağaç altında kalan sınırlar ve yollar v.b.)
- Foto haritanın anlaşılabilirliği harita kullanıcısının fotografik yorum yeteneğine bağlıdır.
- Haritanın anlaşılabilirlik özelliğini artırmak için zaman zaman abartılarak çizilebilen dar yollar, çeşmeler, yol kenarlarındaki hendekler ve benzeri detayların foto haritada gösterilmesi olanaksızdır.
- Orijinal fotoğrafın orta noktasından uzaklaştıkça yüksekliği fazla olan bina ve tepelerin yan cephelerinin görünmesi nedeniyle oluşan egek görüntü hatası aynen foto haritada da söz konusu olacaktır.

- Foto harita üretimindeki her adımda yapılacak ufak tefek hatalar ya da özensizlikler sonuç ürünün nefaset ve okunaklılığını büyük ölçüde etkileyecektir.
- Ortofonun anayasası; kötü bir fotoğrafın kabul edilebilir bir çizgi harita yapılabılır. Kötü bir fotoğrafın daha kötü bir ortofoto yapılır.

Foto Haritaların Çoğaltılması :

Çoğaltma işleminde üç yöntem söz konusudur ;

- Bromid kopyalar (parlak ve yarı mat)
- Ozalid ya da diazo kopyalar (tramlı ve tramsız)
- Offset kopyalar (tramlı, tramsız, rasgele noktalı tramlama)

Bromid kağıtlar üzerine foto harita basımı en iyi kalitenin alınabildiği bir yöntem olup, orijinal negatifteki ton farkları aynen muhafaza edilir ve ayırmaya gücü kaybı söz konusu değildir. Ancak bu yöntem, pahalıdır ve az sayıda kopya elde edilmek istenen durumlarda kullanışlıdır 1/25 000 ölçesinde bromid kopyalar kabul edilebilir sonuçlar vermektedir.

Ozalid ya da diazo kağıtlar üzerine baskı yapılması daha ucuz olmaktadır fakat ters (reversed) diapozyitlerden yapılan bu baskında gün ışığının beyazlatma (bleaching) etkisi nedeniyle orijinaldeki görüntüye oranla bir miktar kayıp söz konusudur. Buna rağmen diazo kopyalar orta derecede bir kalite verirler.

Offset baskı tekniği en iyi sonucun alınabildiği bir tekniktir. Bunun için iyi kalite parlak kağıt kullanılması tavsiye edilmektedir. /8/.

Rasgele noktalı tramlama tekniği klasik tramlamalı offset baskından daha kötü sonuçlar vermektedir. Yayınlarda, kullanılacak tramin yoğunluğu cm. da 70-80 çizgi civarında olduğu zaman iyi sonuçlar verdiginden sözedilmektedir.

Ayrıntıların değişik renklerde sunulması foto haritanın genel amaçlarla kullanımında cezbedici bir etki yapmasına karşın, özel amaçlı kullanımda hiç bir yararı olmadığı gibi karışıklıklara bile neden olabilmektedir.

Bunu önlemek için, değişik kullanıcı katgorileri için değişik bilgiler taşıyan foto harita üretimi düşünülebilir. Bu durumda standartların çok iyi tesbit edilmesi gerekmektedir.

Bu açıdan foto haritalar :

- Hiç özel bilgi taşımayanlar
- Basit bazı özel bilgileri içerenler
- Tüm özel bilgileri içerenler

diye üç grupta toplanabilir.

3. FOTO HARİTA UYGULAMALARI

Foto harita uygulamalarını iki ana grupta toplamak mümkündür:

- a) 1/5000 den daha küçük ölçekli foto haritalar
 - b) 1/5000 ve daha büyük ölçekli foto haritalar
- a) 1/5000 den daha küçük ölçekli foto haritalar
- 1/10 000 - 1/20 000' serileri
(İsveç'in ekonomi haritaları)
 - 1/10 000 foto harita serisi
(Belçika-özel bir firma tarafından üretilmektedir)
 - 1/10 000 (Nepal'da ormancılık faaliyetlerinde kullanılmak üzere ITC-Hollanda tarafından yapılmış)
 - 1/10 000 (Kolombiya'da ormancılık faaliyetlerinde, Brezilya ve Güney Afrika'da)
 - 1/12 500 (Güney Kore'de ekonomide kullanılmak üzere ITC-Hollanda tarafından yapılmış)
 - 1/24 000 foto haritalar (üzerindeki detaylardan bazıları çizgisel dir)
 - 1/50 000 foto harita serisi (Suedi Arabistan) düz ve tepelik açık araziler foto harita şeklinde, dağlık araziler klasik çizgi harita şeklinde üretilmektedir.
 - 1/100 000 foto harita (deneme çalışması) Skylab'den S190-B metrik kamerası ile alınan 1/945 000 ölçekli resimlerden foto harita yapılmı

- 1/250 000 foto harita

Bu haritalar Landsat görüntülerini kullanılarak 1/250 000 ölçekli çizgi haritaları güncelleştirmek amacıyla Kanada'nın kırsal bölgelerini kapsayacak şekilde üretilmektedir.

b) 1/5000 ve daha büyük ölçekli foto haritalar

(1) Kadastral ölçüler, toprak reformu, toprak yönetimi v.b. amaçlar için;

- 1/2000 foto harita (Belçika)
- 1/2400 foto harita (A.B.D.)
- 1/2500-1/5000 foto harita (Japonya)
- 1/4000 foto harita (Tayland)

Foto haritaların kadastral ölçümlede yaygın kullanılmasının nedeni üretim hızının klasik haritaya oranla çok yüksek olduğunu.

Güney Afrika'da şehirlerin yenileme projelerinde kullanılmak üzere; ağaçlık alan sınırları, evlerin araları gibi bilgileride içeren 1/1000 ölçekli foto harita kullanılmaktadır.

Yasal kadastro foto haritaların üzerine doğrudan işlenebilir ve gerektiğinde uygun bir büyütme ile arazideki duruma tipa tip uygun bir belgeleme yapmak mümkündür.

(2) Şehir haritası olarak foto harita

- 1/1250 foto harita (Kanada)
- 1/2000 foto harita (Fransa'nın tüm şehirlerinde)
- 1/2000-1/4000 foto harita (Avustralya)
- 1/2500 foto harita (İngiltere)

Yapım yönteminin gereği olan hızlı üretim nedeniyle aynı şehrin hemen hemen bir yılda bir yeniden foto haritasının yapımı mümkün olmaktadır.

Arazi yapısı itibariyle düz bölgelere yerleşmiş bulunan şehirlerin, foto haritası yerine rektifiye edilmiş fotoğraflarının kullanımı da bazı planlamacılar tarafından tercih edilmektedir.

(3) Bölge planlama, yol yapımı, ormanların yönetimi konularında foto harita

- 1/5000 foto harita (Batı Almanya)
- 1/4800 foto harita (A.B.D.)

Yol mühendislerinin foto harita hakkında yeterli bilgiye sahip olduğu ülkelerde bunlar yardımıyle çizgi haritalardan elde edilenden daha çok bilgi elde edildiği kaydedilmektedir.

İngiltere'de özellikle fizibilite çalışmalarında foto harita kullanımı yaygınlaşmaktadır.

Hollanda ve Batı Almanya'da zaman unsuru maliyet unsurundan önde gelmektedir. Her iki senede bir 1/5000 lik foto haritalar yenilenirken, aynı ölçekteki çizgi haritalar 5 senede bir yeniden ele alınabilmektedir.

Stereo foto haritaların yol mühendislerini daha çok tatmin edecek bir üretim şekli olduğu düşünülmektedir.

Doğal kaynakların ölçümlü uğraşan; toprak bilimcileri, ormancılar, bitkilerle uğraşanlar, jeolojistler vb. meslek adamları kontak fotoğraf basıklarını kullanarak aynalı stereoskop altında yorumlamalarını yapmakta, gerekli notları fotoğraf üzerine işaretleyip sonra çizgi haritaya bunları aktarmaktadırlar. Oysa fotoğraf üzerindeki bu bilgiler ve işaretler foto haritaya daha kolay aktarılabilir. Zoom sistemi olan bir aynalı stereoskopun bu aktarımada kullanılması, işi daha da kolaylaştırmaktadır. Arazide doğrudan foto haritanın kullanılması daha da uygun bir çözümüdür.

Ölçeklere göre foto harita üretimi yüzdeleri /5/ :

- % 20 Çok büyük ölçekli (1/1000-1/2000)
- % 50 Büyük ölçekli (1/5000-1/10 000)
- % 27 Orta ölçekli (1/20 000 - 1/50 000)
- % 3 Küçük ölçekli (1/100 000)

olarak bilinmektedir. Ancak bu değerler çok kesin değerler değildir.

4. ÜÇ BOYUTLU (STEREO) ORTOFOTOLAR

Sonuç üretim olan foto harita metrik doğruluğa sahip iki boyutlu bir fotoğrafik görüntündür. Üçüncü boyut foto harita üzerindeki eş yükselti egrileri ile gösterilmektedir.

Foto haritayı yorumlamak amacıyla kullanan ve zaman zaman bunun üzerinden yükseklik bilgisi ölçmek isteyen ya da fotografik görüntüyü üç boyutlu olarak incelemek isteyen kuruluşlar ve kullanıcılar için bu gösterim yetersiz kalmaktadır. Fakat bu ancak çift resim değerlendirmesi yapan aletlerle karşılanabilecek bir istek olup, sözü edilen aletler de oldukça pahalıdır. Bu sakıncayı ortadan kaldırmak için 1968 yılında Kanada'da COLLINS stereo ortofoto düşüncesini geliştirmiştir.

Stereo ortofoto, objelerin resmine suni olarak bir yatay paralaks verimle elde edilen bir ortofoto görüntüdür. Stereo ortofotoda dik izdüşüm yerine eğik izdüşüm kullanılmaktadır.

Arazinin engebese uygun olarak seçilen bir yükseklik abartma değerleriyle üretilen stereo ortofotolar, üretimi sırasında düşey paralakstan arındırıldığı için, basit bir stereoskop ile üç boyutlu görüşün sağlanması mümkündür. Böylece pahalı aletlerin yerine: ucuz, taşınabilir aletlerin kullanımı gerçekleşmiş olmaktadır.

Stereo ortofoto ve onun stereoskopik görüşe uygun çifti üzerinden paralaks ölçme cetvelleri kullanılarak yükseklik değeri ölçümlü mümkündür. Bu amaç için geliştirilmiş aletlerde vardır.

Stereo ortofoto üretimi, normal ortofoto üretimine oranla % 25 daha fazla zaman istemektedir. Ortofoto pozlama aleti her model için fazladan 1/2 saat mesgul olacaktır.

5. SONUÇLAR

a) Foto harita üretiminde kullanılan yöntemlerin otomasyon derecesi, sistemden beklenen hız ve ekonomiyi doğrudan etkilemektedir.

Harita Genel Komutanlığında bulunan foto harita üretim teçhizatı, her tür foto harita gereksinimini karşılayacak düzeyde olup, otomatik olarak mini bilgisayar kontrolunda çalışmaktadır.

b) Elde mevcut donanımla üretilen foto haritaların doğruluk dereceleri gereksinimler için yeterli düzeydedir.

c) Ülkemizde değişik amaçlarla haritayı kullananlar, foto haritanın getirdiği olanakları yeterince tanıtmamaktadır.

d) Otomatik foto harita üretimindeki bir çok aşamaya insan müdahalesinin mümkün olmaması nedeniyle:

- İş planlaması
- Uçuş
- Foto Laboratuvar hizmetleri
- Çoğaltma

İşlemlerinin büyük bir titizlikle yapılması gerekmektedir.

e) Foto harita üretimi bütün haritacılık sorunlarını çözümleyecek bir yöntem olmamakla beraber, harita üretiminde ve kullanımında ortaya çıkacak pek çok soruna çözüm getiren bir yöntemdir.

YARARLANILAN KAYNAKLAR

- /1/ FAUST, Hans-Wolfgang
Orthocomp Z2 The Analytical Orthoprojector
- /2/ GÜRBÜZ, Hayrettin
Mimarlık Fotogrametrisinde Ortofoto Uygulamaları
- /3/ KOYUNCU, Davut
Ortofoto Ders Notları (KÜ, basılmamış)
- /4/ Manuel of Photogrammetry
(4 ncü baskı)
- /5/ TWEMBEKE, U.L.M Van
Report on the Evolution of the Orthophoto Equipment and the
Orthophoto Production Process in The Period 1976-1980
(Invited paper) Commission II, ISP Congress 1980
- /6/ VISSER, J.
Production and Application of Orthophotographs
- /7/ VISSER, J.
Application of Photomaps to Large, Medium and Small Scale
Mapping Programmes, ITC Journal, 1977-1
- /8/ VISSER, J. - ZUYLEN, L. Van
Performance and Applications of Orthophotomaps
- /9/ WEIBRECHT, Otto
On the Capacity of the Proceedings of Orthophoto Technique
- /10/ YERCİ, Mehmet
1/5000 Ölçekli Standart Topografik Harita Olarak Foto Harita
(Doçentlik Çalışması).