

ORTOFOTO ÜRETİM SİSTEMLERİNİN GELİŞİMİ VE GELECEĞİ

Y.Müh.Yzb.Necati ÖLÇÜCÜOĞLU

ÖZET :

Ortofoto üretim sistemleri tarihsel gelişimleri içinde doğrudan izdüşümlü sistemlerle başlamış, günümüzde sayısal kontrollu ortofoto üretim sistemleri ile doruk noktasına ulaşmıştır. Genellikle ayırık olarak kullanılan sayısal kontrollu ortofoto üretim sistemlerinde, SAM verilerinin elde edilmesi için stereo modelden yapılan profillemeye işlemi oldukça zaman alıcı ve yorucu olmaktadır. Bunun sonucu olarak üretim hızı düşen ortofoto üretiminde otomasyona yönelik çalışmalar, görüntüyü elektronik ve sayısal olarak taşıyan sistemlerde yoğunlaştırılmıştır. Günümüzde bu iki sistemde bazı darboğazlar olmasına rağmen, yeni gelişmelerin bu yönde olacağı umulmaktadır.

1. GİRİŞ

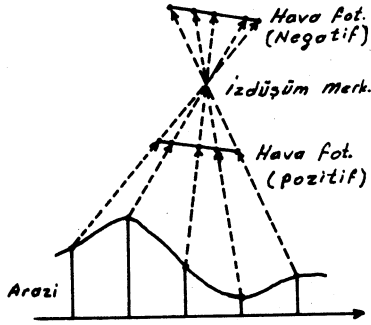
Ortofoto; perspektif resimlerdeki, resim eğikliği ve obje yüzeyindeki yükseklik farklarından dolayı görüntü kaymalarının giderilmesi sonucu elde edilmiş, kesin ölçeği olan bir fotoğrafik görüntüdür.

Ortofoto, yersel veya hava fotogrametrisi alanlarında uygulanabilirse de, günümüzde hava fotogrametrisi alanında daha çok uygulama alanı bulmuştur.

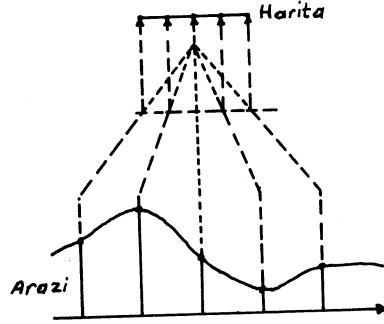
Hava fotoğraflarında görüntülerin geometrisi, resim eğikliği ve arazi-deki yükseklik farklarının durumuna göre konum ve ölçekte değişim göstermektedir (Şekil 1). Buna karşın ortofoto veya harita, tam olarak ölçeklendirilmiş ortogonal izdüşüm olmaktadır (Şekil 2).

Ortofotolar yardımıyla arazinin topografyası hakkında stereoskopik olarak bilgi edinilmesi, yapay (X) paralaksı verilmiş ortofotolar yardımıyla olmaktadır. Bu nedenle 1968 yılında Kanada'da COLLINS tarafından ortaya atılan stereo ortofoto, normal ortofoto ile birlikte, görüntülerin

yükseklikleri ile orantılı olarak (X) doğrultusunda ötelenmeleri sonucu elde edilen "STEREOMATE" leri yardımı ile sağlanmaktadır.



Şekil 1 : Merkezi izdüşüm



Şekil 2 : Ortogonal izdüşüm

Bu makale ile; tarihsel gelişim içerisinde ortofoto üretim sistemlerinden bazıları genel hatlarıyla açıklanmış, günümüzdeki ve gelecekteki ortofoto üretim sistemleri hakkında bilgi verilmeye çalışılmıştır. Bu sistemlerden bazıları, ortofotonun özü olan diferensiyel yataylamayı daha iyi açıkladığı için fazla ayrıntılı bilgi verilmiştir.

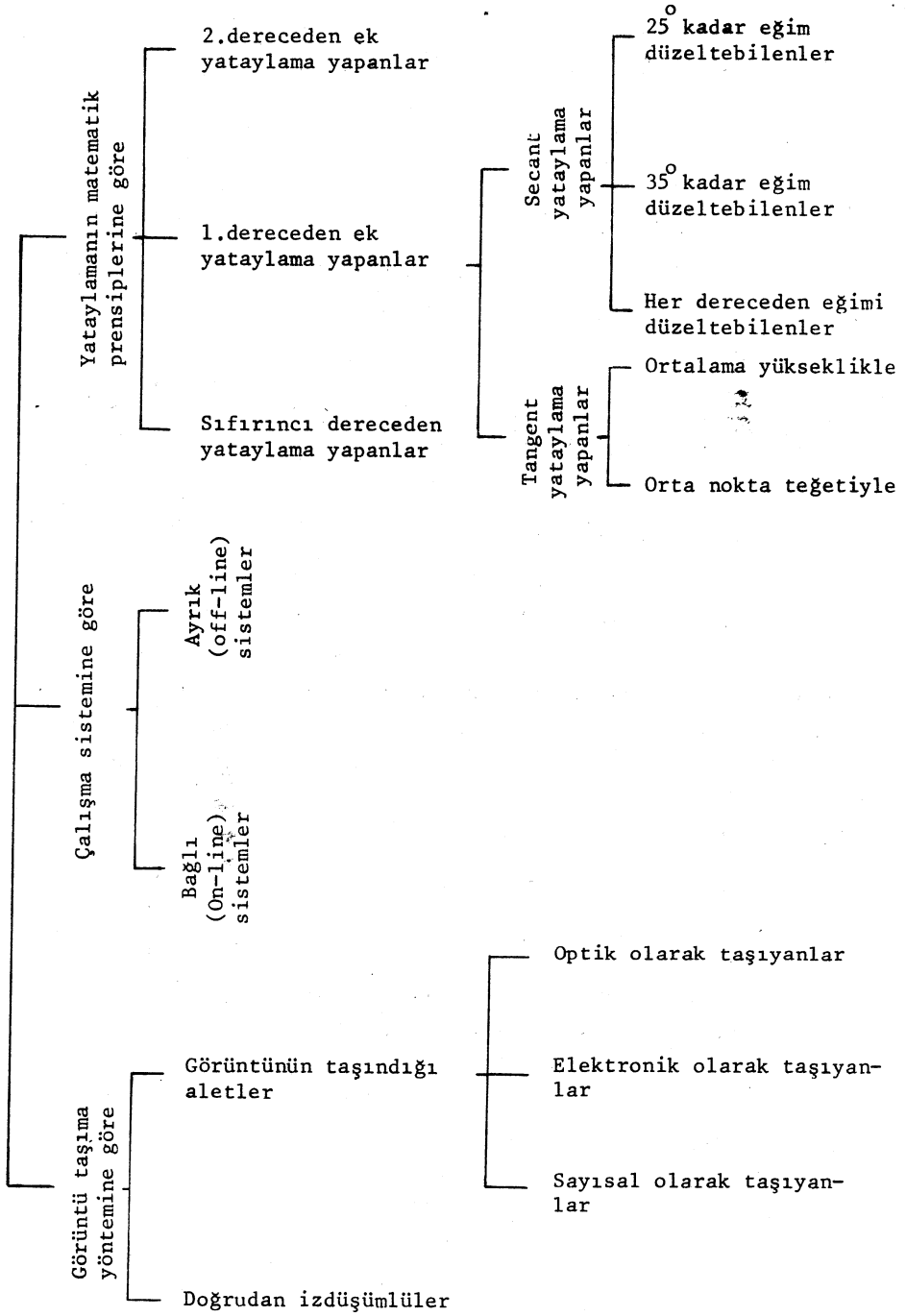
2. ORTOFOTO ÜRETİM SİSTEMLERİNİN SINIFLANDIRILMASI

Ortofoto üretim sistemleri genel olarak şekil 3'deki gibi sınıflandırılabilirler /6/.

Bununla beraber, ortofoto üretim sistemlerinin özelliklerini ve kapasitelerini gösteren ayrıntılı bir sınıflandırma ancak tek bir parametre ele alındığında mümkün olmaktadır. ÇİZELGE 1'de çeşitli parametreler ele alınarak yapılmış bir sınıflandırma görülmektedir.

Ortofoto üretim sistemlerini sınıflandırma parametrelerinden olan, görüntü taşıma yöntemine göre sınıflandırma (şekil 3) ortofoto üretim sistemlerinin gelişimi ve geleceğini daha iyi açıklamaktadır. Bu nedenle bundan sonraki alt başlıklar altında bu yaklaşım daha ayrıntılı açıklanacaktır.

Ortofoto üretim sistemleri



Şekil : 3

2.1. DOĞRUDAN İZDÜŞÜMLÜ SİSTEMLER

Doğrudan izdüşümlü ortofoto sistemlerinde, çift projektörlü aletlerdeki sistem kullanılmaktadır. Stereo çifti oluşturan diapositifler aydınlatılarak, görüntü masası üzerinde stereo model oluşturulur. Oluşturulan model bir görüntüleme penceresi (Slit) yardımıyla izlenir. Böylece ölçek düzeltilmesi getirilmiş olan diferensiyel görüntü elemanı ışığa duyarlı bir fotoğrafik altlığa pozlanmış olur. İzdüşürülen modelin gözlenmesi, doğrudan veya optik yolla olmak üzere iki şekilde olmaktadır. Doğrudan gözlemede genellikle anaglif yöntem kullanılır.

Bu tür sistemlerde ortofoto üretiminin aşağıdaki sakıncaları bulunmaktadır :

- Resimden ortofotoya büyütme oranı sabittir.
- Asal uzaklıkları sabit ve çok az değiştirilebilir.
- Ortofoto üretimi için karanlık oda gerektirdiğinden çalışma yorucudur.
- Görüntü kalitesi düşüktür.
- Renkli ortofoto üretilemez.

Bu sistemlere örnek oluşturan aletler gelişim sırasına göre aşağıdaki gibidir.

2.1.1. ORTHOPHOTOSCOPE T-64

Orthophotoscope T-64 aletinde anaglif yöntemle görüntü oluşturan üç projektör bulunmaktadır. Görüntüleme penceresini içeren izleme masacığından gözleme yapılır. Görüntüleme penceresi küçük bir aralık boyunca hareket etmekte olup, altında fotoğrafik altlığın vakumla tutulduğu platform bulunmaktadır. Operatör modeli izlerken, izleme masacığına elle (Z) hareketi vererek görüntüleme penceresini model üzerinde tutmaya çalışır. Ortadaki resmin pozlama işleminde kullanılması sonucu iki model birleştirilmiş olur.

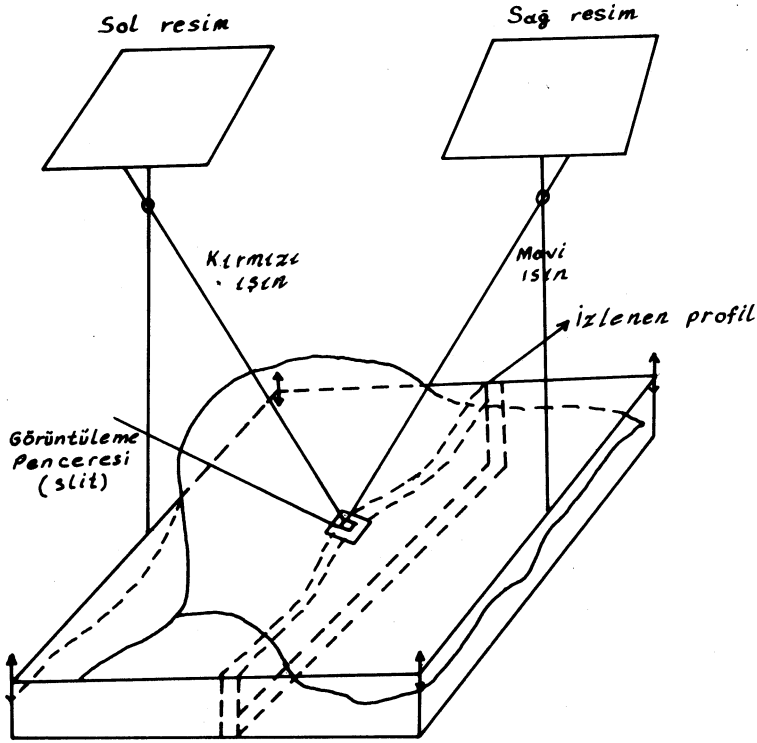
2.1.2. S.F.O.M. ORTHOPHOTOGRAPH - 693

Doğrudan izdüşüm yönteminin kullanıldığı diğer bir alet olan Orthophograph - 693 aleti, Kelsh kıymetlendirme aletine monte edilmiştir. Şekil 4'de çalışma ilkesi gösterilen bu aletde, sol resim kırmızı sağ resim ise mavi filtre ile aydınlatılır. Operatör renklere uyumlu bir

PARAMETRE \ SİSTEMİN ADI			USGS T-64	SFOM Orthophotograph	SFOM Photoresistor	Orthosform 9300	Ortho-3 Zeiss	Kelsh-320 Orthoscan	Gigas-Zeiss G 2-1	Jena Orthophot	Wild PP 0-8	Orthophoto Simplex	OMI-Orthoprinter	Zeiss Orthocomp Z-2	Wild Aviopla OR-1	RPIE	GPM-I	GPM-II	UNIMACE	Zeiss Jena Topomat	Digital Image Rect.
1	Görüntü Elemanının Taşınması	Doğrudan optik izdüşüm	X	X	X	X	X	X	X												
		Optik görünüş taşıyanlar								X	X	X	X	X	X	X					
		Elektronik / Sayısal															X	X	X	X	X
2	Görüntünün Pozlanması	Optik	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X					
		Elektronik															X	X	X	X	X
3	Görüntü Elemanının Kaynağı	Tek projektör						X		X	X	X	X	X	X					X	
		Alet projektöründen biri		X	X	X				X	X						X	X	X		
		Üçüncü projektör	X				X	X													
		Sayısal																			X
4	Pozlama Aralığı	Görüntüleme penceresi (Değişken boyut)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				X	X
		Area patch (Değişken)															X	X			
5	Pozlama Işığı	Anaglit (Mavi)	X	X			X														
		CRT (Mavi)															X	X	X	X	
		Normal ışık			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X						
		Kohorent ışık														X					
6	Çalışma Biçimi	Bağlı (On-Line)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		Ayrık (Off-Line)				X	X	X				X	X	X	X	X	X	X			X
7	Yükseklik Verilerinin Elde Edilmesi	Drop Line						X	X	X										X	
		Eşyükselti eğrisi veya yayı						X										X			
		Profil						X						X	X			X		X	
		Değerleri				X															
8	Modelden Ortofotoya Büyütme	1:1										X					X	X	X	X	
		Değişken	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X					X
9	İnsan Alet Etkilemesi	Pozlama/izlemede ölçü markası azaeye teget	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X									
		Pozlamada Sayısal Kontrol		X				X				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
10	Otomasyon Düzeyi	Slitin otomatik hareketi	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X									
		Analog Kompütür						X													
		Sayısal Kontrol										X	X	X	X						X
		Otomik sistem ve Yükseklik için korelasyon															X	X	X	X	
11	Sonuç Ürünü	Siyah-Beyaz Ortofoto	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		Renkli Ortofoto				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X						X
		Stereo Ortofoto				X								X	X		X				

Çizelge 1

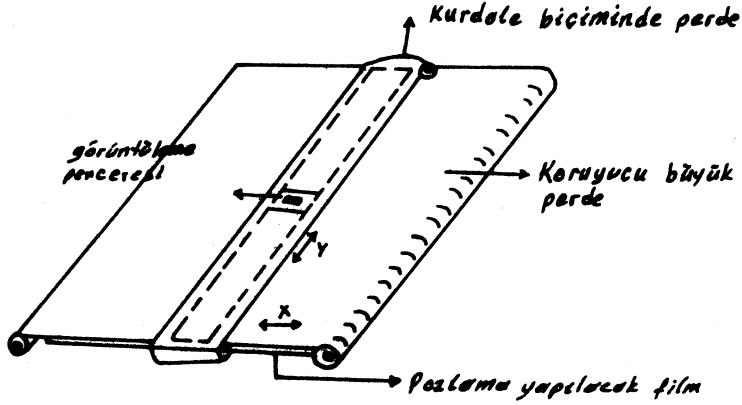
gözlük kullanarak anaglif yöntemle gözleme yapmaktadır /8/.



Şekil 4 : MATRA 693 Ortofoto aletinin çalışma ilkesi

Model alanı üzerinde filmi ışıktan korumak için üzerine perde geçirilmiş film taşıyıcısı bulunmaktadır. Bu taşıyıcı üzerinde (Y) yönünde hareket edebilen ve görüntüleme penceresini içeren bir perde daha bulunmaktadır (Şekil 5).

Stereoskopik model elde edildikten sonra mutlak yöneltmesi yapılır. Operatör anaglif yöntemle modeli izlerken, (Y) yönünde hareket eden görüntüleme penceresini ölçü markası gibi araziye teğet tutmaya çalışır. Bu amaçla filmin bulunduğu taşıyıcıyı aşağı yukarı hareket ettirir. Bir profil tamamlandıktan sonra büyük perde otomatik olarak (X) yönünde hareket



Şekil 5 : MATRA 693 Ortofoto aletinin görüntüleme düzeni

ederek yeniden profillemeye ve pozlamaya devam edilir. Film taşıyıcısı üzerindeki film ortokromatik bir film ise, kırmızı ışıktan etkilenmeyecek, sadece diğer resimden mavi olarak gelen görüntü ile pozlama yapılacaktır.

Bu sistemle ortofoto elde edilirken, hem modelin izlenmesi hem de pozlamanın yapılabilmesi için sadece kırmızı ışıkla aydınlatılmış karanlık odada çalışma gerekmektedir. Ayrıca modelden ortofotoya büyütme söz konusu olmayıp, üretilen ortofoto model ölçeği ile aynı ölçekte olmaktadır.

2.1.3. ORTHOSFOM 9300

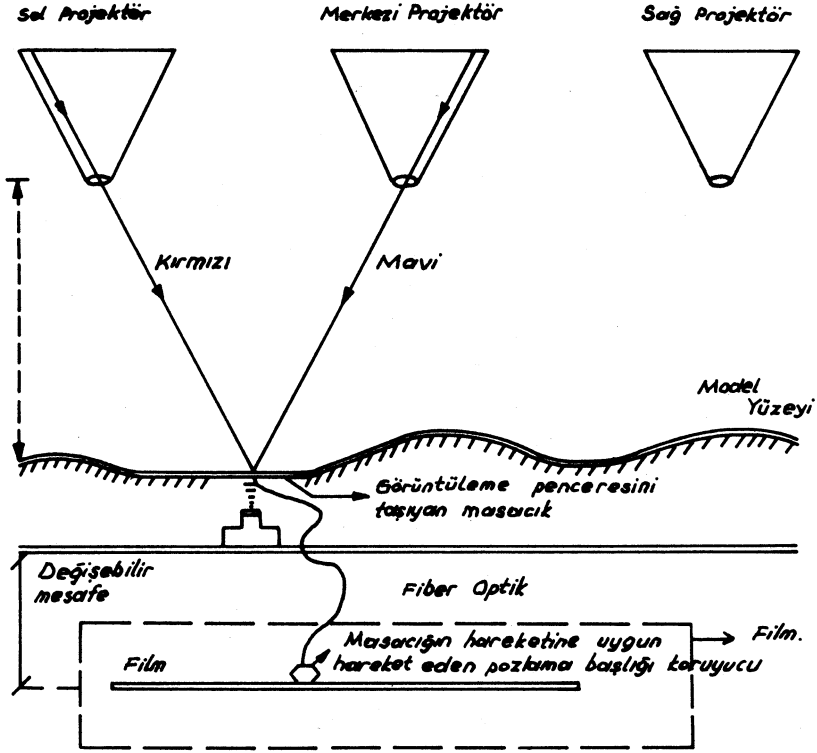
Orthosfom 9300 aletinin temel yapısı S.F.O.M. Orthophotograph - 693 ile aynı olmakla beraber, tek farkı, ikişer adet görüntüleme penceresi, optik gözleme sistemi ve masada (Z) hareketi için iki el çarkının bulunmasıdır. Profillemeye hızına göre projektör ışıklarının şiddeti ayarlanabilir. Aydınlatmada beyaz ışık kullanıldığından renkli ortofoto üretilmektedir.

2.1.4. ORTHO-3-PROJECTORS

Carl Zeiss, Oberkochen yapısı olan Ortho-3-Projectors, ön kısmında anaglif olarak model oluşturan iki projektör ile arka kısımdaki üçüncü projektörden oluşmaktadır. Ortofoto üretiminde kullanılan üçüncü projektör, sol resimle aynı olup (Z) hareketi ile birleştirilmiştir. Pozlamada FRESNEL merceği kullanıldığı için yüzeyin tümü aydınlatılmaktadır.

2.1.5. KELSH K-320 ORTHOSCAN

Orthophotoscope T-64 aletinin geliştirilmiş şekli olan KELSH K-320 ortofoto aletinde model anaglif olarak elde edilmektedir. Önce sol ve orta projektörden elde edilen modelin mutlak yöneltmesi yapılmaktadır (Şekil 6).



Şekil 6 : KELSH K-320 Ortofoto aletinin çalışma ilkesi

Burada film bir koruyucu içerisinde olup S.F.O.M. 693 aletinde olduğu gibi aşağı yukarı hareket etmemektedir. Model izlenirken görüntüleme penceresini içeren masacık (X) ve (Y) yönündeki hareketi otomatik olarak yapmakta ve film üzerindeki pozlama başlığı da masacığın hareketi ile uyumlu olarak hareket etmektedir. Operatör sadece görüntüleme penceresini model

yüzeyine teğet tutabilmek için masacığa (Z) hareketi vermektedir. Bunun sonucu olarak ölçek düzeltilmesi getirilmiş görüntü, FİBER OPTİK ile taşınarak pozlama gerçekleştirilmektedir. Kullanılan film ortokromatik film olup, ortofoto ölçeği model ölçeğindedir /3/.

2.1.6. GIGAS - ZEISS GZ-1

Gigas - Zeiss GZ-1 aleti, hem ortofoto hem de eş yükselti eğrisi elde edebilecek biçimde üretilmiştir. Eşyükselti eğrilerini elde etmede kullanılacak olan yükseklik bilgileri, aletin modeline bağlı olarak, drop line, eşyükselti eğrisi yayları veya sayısal profil değerleri biçiminde elde edilebilir. Alet stereoplanigraf C8 ile birlikte bağlı kullanılabilir gibi, profillemeye birimi ile de ayrık kullanılabilir. Arazi profillerine göre uyumlu hareket edebilen bir projektörden oluşmaktadır. Görüntüleme penceresi yardımıyla görüntü fotoğrafik altlığa aktarılırken, paralelogram prensibine göre çalışan ve bir kam yardımı ile ayarlanabilen ek mercek sistemi ile görüntünün netliği sağlanmaktadır. Fiber optik interpolasyon halkası görüntüleme penceresine monte edilmiş olup, bununla komşu iki profil arasındaki, enine eğim düzeltilmesi otomatik olarak verilmektedir.

Eşyükselti eğrisi çizmekte kullanılan drop line verileri, yükseklik koluna elektriksel olarak bağlanmış olan diskten alınıp görüntüleri ek bir fotoğrafik altlığa pozlamaktadır. Ayrık çalışmada, profil değerleri GZ-1'in birlikte çalıştığı değerlendirme aletinden alınarak siyah-beyaz emülsiyonla kaplı bir depolama plakasına yüklenir. Yüklenen bu profil değerleri ayrık çalışmada izleme birimine takılarak fotosel yardımı ile okunur.

2.2. GÖRÜNTÜYÜ OPTİK OLARAK TAŞIYAN SİSTEMLER

Bu tür sistemlerde, diferensiyel olarak yataylanmış görüntü optik sistem zincirinden geçirilerek fotoğrafik altlığa pozlanmaktadır.

Bu sistemi kullanan aletler aşağıdaki temel birimlerden oluşmaktadır.

- Resim taşıyıcısı
- Aydınlatma sistemi
- Dove prizma ile zoom merceğini içeren optik sistem
- Görüntüleme penceresi

- Fotoğrafik altlık taşıyıcısı
- Gözleme optiği

Görüntüleme penceresi çeşitli boyut ve biçimlerde olabilirse de genellikle paralel kenar şeklinde olanlar daha çok kullanılmaktadır.

Fotoğrafik altlık taşıyıcıları ise genellikle düz veya silindirik biçimindedir.

Görüntüyü optik olarak taşıyan aletler, bağlı veya ayrı olarak çalışabilmektedirler. Bağlı çalışmada profillemeye işlemi modelin mutlak yöneltmesinden sonra başlar ve pozlama da aynı anda yapılır. Buna karşın ayrı çalışmada, daha önce elde edilen sayısal profil değerleri ile yataklama işlemi gerçekleştirilir. Bu durum özellikle profillemeye yönünde eğimlerin (Enine eğimlerin) düzeltilmesine olanak sağlar.

Bu yöntemi kullanan sistemlerde aşağıdaki yararlar sağlanmıştır/6/;

- Resmin enine ve boyuna eğikliğinden ileri gelen hata, eklenen optik sistemlerle giderilebilmektedir.
- Üretim aydınlıkta, kolay ve rahat yapılmaktadır.
- Renkli ve stereo ortofoto yapabilme olanağı sağlanmıştır.
- Üçüncü projektöre gerek olmadığından hem üçüncü bir film basımı, hem de uygulama ve aktarma hataları ortadan kaldırılmıştır.
- Bu yöntemi kullanan aletlerle ayırma gücü yüksek ve görüntü kalitesi iyi olan ortofotolar yapılabilmektedir. Bazı aletlerde görüntüler arasında boşluk ve çift pozlamalar olursa da, modern aletlerde bu durumlar giderilmiştir.
- Işık yolu uzatılıp kısaltılarak modelden ortofotoya büyütme olanağı sağlanmıştır.

2.2.1. ZEISS JENA ORTHOPHOT

Carl Zeiss Jena tarafından yapılan bu alet, bağlı yöntemde Topocart aleti ile birlikte çalışmaktadır. Pozlama yapılan fotoğrafik altlık aletin arkasındaki silindire takılmaktadır. Siyah-beyaz veya renkli ortofoto üretimi yapılabilmekte, ayrıca çizim başlığını içeren Orograph cihazı ile drop line elde edilebilmektedir.

2.2.2. WILD PPO -8

Wild A 8 aleti ile birlikte çalışan bu cihazda pozlama, aletin arkasında bulunan silindire takılı fotoğrafik altlığa yapılmaktadır. Sol resim (Y) yönünde taranırken operatör (Z) çarkı yardımıyla ölçü markasını

model yüzeyine teğet tutmaktadır. Zoom merceği ile dove prizmanın analog cihazla kontrol edildiği bu sistemde, gri tonlu filtre (Grey wedge) ise izleme hızı ve zoom büyütmesine bağlı olarak pozlamayı kontrol etmektedir.

2.2.3. ORTHOPHOTO - SIMPLEX

Galileo firmasının yapımı olan Orthophoto-simplex model II/C veya Model G6 sistemi, bağlı olarak Stereosimplex II/C veya G6 ile çalışmaktadır.

Ortofoto pozlaması sol veya sağ resimden yapılabilmektedir. İzdüşürülen görüntü zoom merceği yardımı ile görüntü penceresi üzerine net olarak izdüşürülür ve buradan bir kaset içinde bulunan fotoğrafik altlığa pozlanır. Drop Line çizgileri ise ayrı bir kasetdeki fotoğrafik altlığa pozlanmaktadır.

2.2.4. OPTICAL ORTHOPRINTER OP/C-2

OMI firması yapımı olan orthoprinter OP/C-2 sisteminde; profillemesi işlemi, görüntünün döndürülmesi, zoom merceği yöneltmesi ve gerekli düzeltmelerin verilmesi mikroprosesörlü kontrol birimleri ile olmaktadır. Eğer bağlı çalışmak istenirse AP/C analitik aleti ile irtibatlandırılmalıdır. Ayrık çalışmada ortofoto cihazını, daha önceden bilgisayara depolanan sayısal profil verileri yönetir.

2.2.5. ZEISS OBERKOCHEN ORTHOCOMP Z-2

Orthocomp Z-2 aleti, görüntüyü optik olarak taşıyan, birinci dereceden "Sekant" yataylama yapan, bağlı veya ayrık olarak çalışabilen ortofoto aletidir. Sistem; resim taşıyıcısı, fotoğrafik altlığı taşıyan silindir, aydınlatma sistemi, dove prizma ve zoom merceğini içeren optik sistem, görüntüleme penceresi, binoküler gözleme sistemi ve servo motorlardan oluşmaktadır. Resim koordinatları ile arazi koordinatları arasındaki ilişkiyi düzenleyen HP 1000 mini bilgisayarı çok amaçlı olarak da kullanılabilir. Terminal, magnetik kayıt ünitesi ve satır yazıcı çevre birimlerini oluşturmaktadır. Profil verilerini kullanarak bilgisayar destekli otomatik çizim masası ile de eşyükselti eğrilerinin otomatik olarak çizimi olasıdır/5/.

2.2.6. WILD AVIOPLAN QR-1

Bilgisayar destekli çalışan diğer bir ortofoto sistemi ise Wild Avioplan QR-1 sistemidir. İzdüşüm ünitesi, mini bilgisayar ve fotoğrafik altlığı taşıyan silindir, sistemin temel birimleridir. Bağlı veya ayrık olarak

çalışabilen OR-1 sistemini Data General NOVA mini bilgisayarını yönetmektedir. Çeşitli çevre birimlerinden oluşan bu mini bilgisayar çok amaçlı kullanılabildiği gibi, otomatik çizim masasını kullanarak profil değerleri yardımıyla eşyükselti eğrileri otomatik olarak çizilebilmektedir.

2.3. GÖRÖNTÖYÖ ELEKTRONİK OLARAK TAŞIYANLAR

Ortofotonun hız ve doğruluğunu artırma ve elle yapılan çalışmaların zorluklarını giderme amacıyla ortofoto yapımında otomasyona geçilmiştir. Bunun sonucu görüntüyü elektronik olarak taşıyan ortofoto üretim sistemleri ortaya çıkmıştır. Fotogrametride otomasyona yönelik çalışmaların birer alt ürünleri olan görüntüyü elektronik olarak taşıyan ortofoto üretim sistemleri ile otomatik fotogrametrik değerlendirme sistemlerinin gelişimi birlikte olmuştur.

Ortofoto sistemlerindeki otomasyonun gelişiminin ilk yıllarında başarılı sonuçlar elde edilememiştir. Bunun nedenleri, klasik yöntemler için yazılım geliştirme ve maliyeti düşürme doğrultusundaki çalışmalarda yeterli ilerleme sağlanamaması, ortofoto aletlerinin parçalarının ağır olması ve servo sistemlerin doğruluk ve hızlarının az olmasıdır. Bununla beraber bilgisayarların devreye girmesi ve elektronik gelişmeler sonunda, daha karmaşık aletlerle otomasyon gerçekleştirilmeye çalışılmıştır. Ortofoto sistemlerinin gelişiminde dört safha sözkonusudur/1/.

Birinci safhada araştırmalar TV raster taramaları kullanılarak (X) doğrultusunda paralaks belirleme ve temel elektronik korelatör devreleri kullanılarak deneyim kazanma biçiminde olmuştur. Bu safhadaki ilk çalışmalar 1950 yıllarında U.S. ARMY CORPS OF ENGINEERS'de yapılmış ve basit biçimdeki görüntülerde korelasyon başarılmıştır.

İkinci safhada daha karmaşık elektronik devreleri içeren aletler görülmektedir. Bu aletlerden stereomat II de rastgele tarama biçimi (Random Scanning Paltern) kullanılmış ve (X), (Y) paralaksı otomatik olarak bulunmuştur. Bunun sonucu olarak bu aletlerde otomatik profillemeye ve profil değerleri ile eşyükselti eğrisi çizimi gerçekleştirilmiştir.

Üçüncü safhada, korelasyonun geliştirilmesi için tarama biçimlerinde doğrusal dönüşümün uygulandığı görülmektedir. (X) ve (Y) paralakslarındaki hata sinyallerine ait düzeltmelerin verilmesi için tüm alanda ortalama paralaks belirlenmiştir. Doğrusal dönüşüm uygulayan aletlerde tarama alanındaki paralaks bulunarak, bu bilgiler yardımıyla arazinin eğim doğrultusu

belirlenebilmiştir.

Dördüncü safhada, tarama biçimlerine arazinin genel yapısı ile biraz daha uyumlu ikinci dereceden dönüşümler uygulanmıştır. Üçüncü ve dördüncü dereceden dönüşümler bazı aletlerde uygulanmış ise de serbestlik derecesi oldukça azalmış ve aletlerin karmaşık yapısı da artmıştır.

2.3.1. GÜRÖNTÖYÖ ELEKTRONİK OLARAK TAŞIYAN ORTOFOTO SİSTEMLERİNİN YAPISI

Bu tür sistemlerin temel özelliği, insan girişimi olmaksızın elektronik araçlarla paralaks algılama ve ölçmedir. Bu nedenle stereo görüntüler arasında hızlı ve doğru biçimde paralaks algılayan cihazlar gerekmektedir.

Bu sistemlerde üç temel safha bulunmaktadır.

I.SAFHA : Görüntülerin taranması ve video sinyal oluşturma safhasıdır. Bu safhada iki boyutlu görüntüsel bilginin (picturel information), kesikli elektrik sinyallerine dönüştürülmesi, diğer bir deyimle video sinyallerinin oluşturulması işlemi gerçekleştirilir. Görüntülerin taranması için sol ve sağ resim taşıyıcılarında bulunan tarama sistemlerine diaporitler yerleştirilir. Resim üzerindeki eşlenik alanlar taranarak, belirli bir alanın yoğunluk fonksiyonu elde edilir. Tarama işleminde aşağıdaki türlerden her hangibirisi kullanılabilir ;

- Rastgele tarama
- Dairesel tarama
- TV türünde tarama
- Zig-zag tarama
- Eşkenar dörtgen tarama
- Kesişen doğrularla tarama

Tarayıcı olarak ise, aşağıdaki sistemlerden herhangibiri kullanılabilir ;

- CRT tarayıcılar
- Elektro-optik (Laser) tarayıcılar
- Lineer fotodiod (solid state) tarayıcılar

Bunlardan CRT tarayıcıları en çok kullanılan tarayıcılar olup, ilk önce 1958 yılında STEREO MAT I'de uygulanmıştır. Daha sonraları UNIMACE, Bendix AS-11-B ve AS-11-C, İTEK EC-5, GPM-I, GPM-II ve Jenaoptik OraMat'da kullanılmıştır.

CRT tarayıcıların gücü ;

- Tarama noktasının (Flying spot) büyüklüğüne
- Tarama hızına

- Tarama yoğunluğuna
- CRT'deki fosforun dayanıklılığına

bağlı bulunmaktadır /7/.

Laser tarayıcı sistemler Bendix AS-11B-X sisteminde uygulanmıştır. Bu sistemde laser ışını mekanik olarak sol ve sağ diapozitif üzerine yansıtılmaktadır. Laser ışınının mekanik olarak yansıtılması sonucu tarayıcıların gücünde etkili olan tarama noktasının çok parlak olmasını sağlamaktadır.

Lineer fotodiod tarayıcı sistemi, HANNOVER Üniversitesi tarafından geliştirilmiş olan RASTAR sisteminde kullanılmaktadır. Bu sistem üzerinde yeni gelişmeler devam etmektedir /4/.

II.SAFHA : Video sinyallerinin işlenmesi safhasıdır. Korelatör ve kontrol alt sistemlerinin görev yaptığı bu safhada iki temel işlem vardır ;

- Benzerlik araştırması yapmak
- Paralaks algılamak

Benzerlik araştırma işlemi, analog aletlerde operatör tarafından yapılan yorumlamaya karşılık gelmektedir. Bunu yapabilmek için sol ve sağ resimden gelen eşlenik görüntülere (Conjugate images) ait yoğunluk dağılımını incelemek için korelatör devrelerine aktarılır.

Eşlenik görüntülerin bulunması ve paralaks algılama işleminde GPM ve OroMat çarpaz korelasyon (cross-correlation) yöntemini kullanırken, RASTAR sistemi, korelasyon fonksiyonunun maksimumluğu (Maximum of correlation function) ilkesini kullanmaktadır.

Paralaks algılama alanı ise, UNIMACE'de 0.25 x 50 mm. , GPM'de 9 x 8 mm. boyutlarındadır.

Görüntülerin birleştirilmesi işleminde kolaylık sağlamak amacıyla elde edilen video sinyalleri çeşitli frekans kanallarından geçirilerek filtrelenir. GPM'de video sinyalleri altı oktav bantdan geçirilirken, OroMat üç frekans bandını kullanmaktadır. AS-11B-X ise filtrelemede elektronik yaklaşım yerine sayısal yaklaşımı kullanmaktadır /2/.

III.SAFHA : Sonuç ürünün elde edilmesi safhasıdır.

Aşağıdaki ürünlerden bir veya birkaçı sonuç ürün olarak ortaya çıkmaktadır ;

- SAM
- Ortofoto

- Stereo ortofoto
- Eşyükselti eğrileri

SAM normal olarak magnetik teyplerde depolanır. Ortofoto üretiminde elektronik olarak görüntü taşımada en çok CRT kullanıldığından, bu amaç için video sinyallerinin analog sinyallere D/A (Digital/Analogue) konvertörler ile dönüştürülmelidir.

Mevcut sistemlerden ;

- GPM-I ; ortofoto
- GPM-II ; SAM, ortofoto, stereo ortofoto ve eşyükselti eğrileri
- AS-11B-X ; SAM
- OroMat ; ortofoto

üretmektedir /2/.

2.3.2. GÖRÜNTÜYÜ ELEKTRONİK OLARAK TAŞIYAN ORTOFOTO SİSTEMLERİNİN ÖZELLİKLERİ

Görüntüyü elektronik olarak taşıyan ortofoto sistemlerinin aşağıdaki özellikleri vardır ;

- Objeye yüzeyindeki sivrilik ve çukurluklar tam olarak belirlenemeyip adeta düzleştirmektedir. Diğer taraftan obje yüzeyinde bina, ağaç ve benzeri ayrıntı ve örtüler gibi yükseklikler ayırtedilememekte ve bunlarda arazi topoğrafyasıymış gibi yataylanmaktadır. Bu sakıncası nedeniyle, ancak bu tür yükselti farklarından ileri gelen nokta kaymasının kabul edilebildiği projelerde, açık arazilerde ve küçük ölçekli ortofoto yapımında kullanılması önerilmektedir /6/.
- Çok hızlı bir tarama sonucunda profil değerleri elde edildiğinden yapım zamanı ve maliyeti olumlu yönde etkilemektedir.
- Bir anlamda noktasal bilgi elde edildiği için, her türlü olumsuz etkilerin matematik modellerle giderilmesi olasıdır. Bunun sonucu yataylama obje yüzeyine yakın bir yüzey üzerinde yapılabilmektedir.
- Pahalı ve karmaşık sistemlerdir.
- Renkli ortofoto üretilmemektedir.

2.4. GÖRÜNTÜYÜ SAYISAL OLARAK TAŞIYAN ORTOFOTO SİSTEMLERİ (SAYISAL ORTOFOTO SİSTEMLERİ)

Diferensiyel görüntü elemanlarının sayısal olarak ele alınması, sayısal görüntü işleme tekniğinin gelişmesine olanak sağlamıştır. Sayısal ortofoto

Üretim sistemleri (rneğin, sayısal görüntü ıkışlı GPM ve UNIMACE) yazılıma daha fazla gereksinim duymakta olup, gerekli girdi verileri ;

- Sayısal görüntü verileri,
- SAM,
- Yöneltme parametrelerinden,

oluşmaktadır.

Sayısal görüntü verileri ; uçak ve benzeri platformlara monte edilmiş çok bantlı (Multi-spectral) tarayıcılar veya lineer array ve area array tarayıcıları ile doğrudan elde edilebileceği gibi mikrodensitometreler ile resimlerin analog elemanları yerine sayısal biçimlere dönüşümü ile de elde edilebilirler.

SAM ve yöneltme parametreleri, çeşitli kaynaklardan örneğin, stereo modelin sayısallaştırılması ile, eşyükselti eğrilerinden profil değerlerinin çıkarılmasıyla veya otomatik fotogrametrik değerlendirme aletlerinden elde edilebilmektedir.

3. SONUÇ

Ortofoto retim sistemlerindeki son gelişmelerin sayısal kontrollu sistemlerde olduğu görülmektedir. Bu sistemler tek bir diapozitif, SAM verilerini ve hava fotoğraflarına ilişkin dış yöneltme parametrelerini kullanmaktadırlar. Örneğin ; Wild Avioplan OR-1, Zeiss Orthocomp Z-2 vs. Sayısal kontrollu ortofoto sistemlerinde, SAM verilerinin modelden profilleme sonucu elde edilmesi, oldukça uzun zaman alan sıkıcı işlem olduğundan grnty elektronik olarak taşıyan ortofoto sistemleri ile sayısal ortofoto sistemleri üzerinde araştırmalar yoğunlaştırılmıştır.

Grnty elektronik olarak taşıyan sistemler, analogdan elektrik sinyallerine veya tersi işlemlerinde daha çok CRT kullanmaktadır. CRT teknolojisindeki gelişmeler ise oldukça sınırlı kalmaktadır. Bunun yerine kullanılması istenilen lineer fotodiod tarayıcıların (solid state scanner, linear photodiode scanner) ayırma gücünde arzu edilen nitelik elde edilememiştir. Bununla beraber laser ışınları iyi ayırma gücü vermiş olmasına rağmen mekanik olarak laser ışınının yansıtılmasında bazı kısıtlamalar bulunmaktadır. Bütün bunlara rağmen bu sistemlerde, lineer fotodiod ve laser ışınları ile ilgili ileri düzeyde gelişmeler olacağı tahmin edilmektedir /1/.

Diğer ortofoto üretim sistemlerine alternatif olarak hızla gelişen ve modern yaklaşımdaki aletleri kullanan sayısal ortofoto sistemleri ise yazılım gereksinimi doğrultusunda gelişmelerine devam etmektedir.

K A Y N A K Ç A

- /1/ ALLAM, M.M. : System for the production of Orthophotos
CHALY, C.K. and stereo-orthophotos.
SCHLIENIBER, G.G. ISPRS, Commission II, Canada, 1982.
- /2/ ALLAM, M.M. : Limitations of current automated photo-
grammetric instrumentation and the potential
of future fully automated systems.
ISPRS, Commission II, Canada, 1982.
- /3/ BURNSIDE, C.D. : Mapping from aerial photographs.
Granada publishing, 1979.
- /4/ DOWMAN, I.J. : The performance of correlation systems
ISPRS, Commission II, Canada, 1982.
- /5/ FAUST, H.W. : Orthocomp Z-2 the analytical orthoprojector,
XIV Congress of the ISPRS, Hamburg, 1980.
- /6/ GÜRBÜZ, H. : Mimarlık fotogrametrisinde ortofoto uygula-
ması - Selçuk Ü., 1981.
- /7/ KOYUNCU, D. : Ortofoto ders notları (Basılmadı)
KÜ, 1981.
- /8/ MOFFIT, H. : Photogrammetry
MIKHAIL, M. Harper & Row Publishers, 1980.