

# UZAKTAN ALGILAMANIN TOPOĞRAFİK UYGULAMALARDA KULLANILMASI

*A. Selim TOPUZ, Ufuk NARLI, Cumhur ALTAY*

*Harita Genel Komutanlığı*

*Fotogrametri Dairesi Başkanlığı*

*06100 Cebeci/ANKARA*

## ÖZET

1:50 000 ve daha küçük ölçekli topoğrafik haritaların üretimi ve revizyonu, 10 m. ayırma gücüne sahip, Pancromatik, IAP işlem düzeyindeki diapositif SPOT stereo uydu görüntüsü çiftlerinin, analitik aletlerde kıymetlendirilmesiyle yapılmaktadır. Günümüzde bilgisayar teknolojisindeki hızlı gelişmeler sonucunda analog ve analitik aletlerin yerini fotogrametrik ve uzaktan algılama amaçlı çalışma istasyonları hatta güçlü kişisel bilgisayarlar almaktadır. Bu gelişmeler sonucunda da diapositif uydu görüntülerinin yerini sayısal uydu görüntüleri almıştır. Yakın bir gelecekte stereo uydu görüntülerinin yerine de mono uydu görüntülerinin kullanılması beklenmektedir. Çünkü stereo uydu görüntülerini kullanmanın yegane amacı yükseklik bilgilerinin elde edilmesidir. Türkiye'nin 1:25000 ölçekli yükseklik bilgilerinin üretimi Harita Genel Komutanlığı tarafından tamamlanmıştır. Elimizde SPOT stereo çiftlerinden elde edebileceğimiz yükseklik bilgilerinden daha duyarlı bir yükseklik bilgisi olduğu için yükseklik bilgisi elde edilmesine gerek yoktur.

Bu yazıda, 10 m. ayırma gücüne sahip, Panchromatic, mono sayısal SPOT uydu görüntülerinin, Görüntü İşleme Sistemlerinde kıymetlendirilerek 1:50 000 ölçekli topoğrafik harita üretiminin veya revizyonunun nasıl yapıldığı anlatılmıştır.

## 1.GİRİŞ

Günümüzde elektronik teknolojisindeki hızlı gelişmeye paralel olarak bilgisayar teknolojisinde de anlamlı gelişmeler olmuş ve bunun sonucunda, görüntü işleme sistemleri veri yoğunluğu nedeniyle en büyük darboğazları olan disk kapasitesi ve bellek kapasitesi sorunlarını tamamen aşmıştır.

Uzaktan algılama yazılımlarındaki gelişmeler sonucunda da bu yazılımları kullanan disiplinlerin sayısında önemli artışlar olmuştur.

Uzaktan algılamanın topoğrafik uygulamalarda kullanılması da bunlardan birisidir. Uzaktan algılama sistemleri genellikle mono görüntülerle uğraşmasına rağmen stereo görüntülerden otomatik yükseklik bilgileri oluşturan yazılımlara da sahiptir. Görüntü işleme sistemlerinin stereo görüntü kıymetlendirmesi yapan klasik fotogrametrik sistemlere göre en önemli avantajı görüntü üzerinde istenen zenginleştirme işlemlerini yapabilmesidir. Bu işlem görüntü üzerinden yapılan kıymetlendirme de operatöre detay teşhisinde büyük kolaylıklar sağlamaktadır. Aynı zamanda mono kıymetlendirme yapabilecek bir operatörü yetiştirmek için harcanan zaman aynı operatörün stereo kıymetlendirme yapabileceği için gereken zamandan çok daha azdır. Operatöre detay teşhisini ve kullanacağı çizim programının gerekli bölümlerini öğretmek kıymetlendirme için yeterlidir. Operatörlerin üç boyutlu görme yeteneğine sahip olması gerekliliği de yoktur. Kıymetlendirme esnasında araziye yaklaşma ihtiyacının olmaması ve görüntüye istendiği oranda yaklaşılması ve uzaklaşılması da kıymetlendirme süresini etkilemektedir. Yapılan işlemler sonucunda da yalnızca topoğrafik harita üretimi değil çeşitli amaçlara uygun çeşitli ürünler ortaya çıkmaktadır.

## 2. UYGULAMADA KULLANILAN YAZILIM, DONANIM, GİRDİ VERİLERİ VE İŞ AKIŞ DİAGRAMI

Uygulamada kullanılan donanım ;

- Intergraph interpro 3050 çalışma istasyonu
- CD-ROM sürücü
- Teyp birimi
- 48 Mb. RAM
- 4 Gb. Hdd.
- A0 Sayısallaştırma masası
- HP 750c DesignJet Plotter

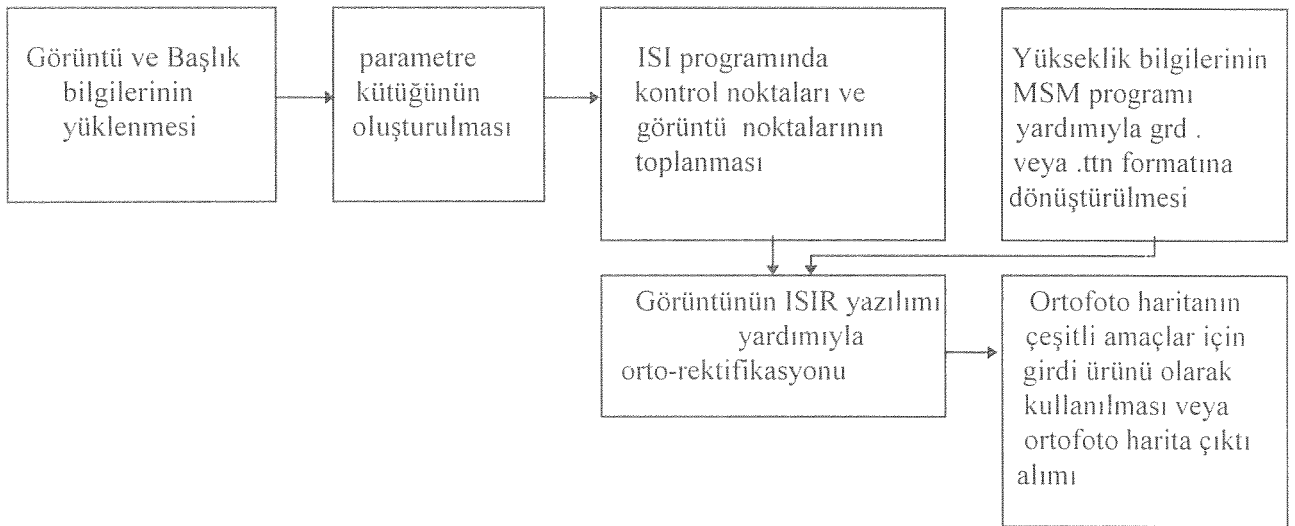
Uygulamada kullanılan yazılımlar

- UNIX işletim sistemi
- MicroStation CAD yazılımı
- ISI (Image Station Imager) yazılımı
- ISIR ( ImageStation Image Rectifier) yazılımı
- IPLOT (Intergraph Plot) yazılımı

Kullanılan Materyaller

- Mono SPOT sayısal uydu görüntüsü
- Uydu görüntüsü başlık (Header) bilgileri
- 1:50 000 ölçekli basılı haritalar
- 1:25 000 ölçekli sayısal yükseklik bilgileri (30m x 30m veya 1" x 1")

İş akış diagramı



## 3. UYGULAMA

Uygulama için orta yoğunlukta bir bölge seçilmiştir. Seçimde dikkat edilen hususlar şunlardır:

- Doğal ve yapay detay çeşitlerinin çok olması
- Arazinin topoğrafik yapısının farklı özellikler göstermesi
- Kullanılacak altlık haritaya göre detaylarda değişikliklerin olması.

Çalışmada Pankromatik modda level 1B işlem düzeyinde SPOT sayısal uydu görüntüsü kullanılmıştır. Level 1B işlem düzeyinin seçilmiş olmasının nedeni, standart radyometrik ve geometrik düzeltmelerin yapıldığı esas ön işlem düzeyi olmasıdır.

Çalışmaya görüntünün kapsadığı alanın 1:50 000 ölçekli haritaların elipsoid, projeksiyon sistemi, dilim numarası gibi parametrelere sahip MicroStation .dgn (design) kütüğü oluşturularak başlanmıştır. ISI programının ilgili modüllerinden faydalanarak görüntü ve başlık (header) bilgileri okutulmuştur. Bu işlem sonucunda görüntü SPOT standart image formatından Intergraph formatına dönüştürülmüştür. Görüntünün bu işlemde sonra ekranda görüntülenmesi mümkün olmuştur.

Bu aşamadan sonra görüntünün dünya üzerindeki yerine getirilmesi (registration) ve ortorektifikasyon işleminin gerçekleştirilmesi için kontrol noktalarının toplanması gerekmektedir. Bu amaçla sayısallaştırma masası, 1:50 000 ölçekli basılı haritalar ve MicroStation yazılımı kullanılmıştır. Harita üzerindeki doğal ve yapay detaylardan görüntü üzerinde mevcut olanlar tespit edilerek 1:50 000 ölçekli basılı haritadan sayısallaştırılarak .dgn file içerisine kontrol noktaları olarak atılmıştır. Sayısallaştırılacak kontrol noktalarının seçiminde yapay detaylar veya akarsu yatakları gibi değişim gösteren detayların seçiminden kaçınılmış ve genellikle değişim göstermeyen kuru dere kavşakları gibi detaylardan seçim yapılmıştır. Ancak böyle detayların bulunmadığı yerlerde diğer detaylara başvurulmuştur.

Bu işlem esnasında kullanılan basılı haritaların kağıt olmasından kaynaklanan boyut değiştirme hatasının belirli sınırlar içinde tutulmasına özen gösterilmiştir. Bunun için masa yöneltmesi esnasında .dgn file içerisine atılan ve basılı haritanın masa yöneltmesinde kullanılan pafta köşe koordinatları, .dgn kütük içerisine x,y değerler olarak klavyeden girilmiş ve bu noktalar haritanın en dış noktaları olduğu için seçilecek noktaların bu noktaların belirlediği çerçeve içerisinde kalması sağlanmıştır. Üçten fazla nokta seçildiği için dengelemeli düzlem dönüşüm gerçekleştirilerek hatalar minimuma indirilmiştir. Doğal olarak burada sayısallaştırma masasının hassasiyeti ve sayısallaştırma yapan operatörün noktalara yaklaşmada gösterdiği hassasiyet doğruluğu etkileyen faktörler olarak göz önünde tutulmalıdır .

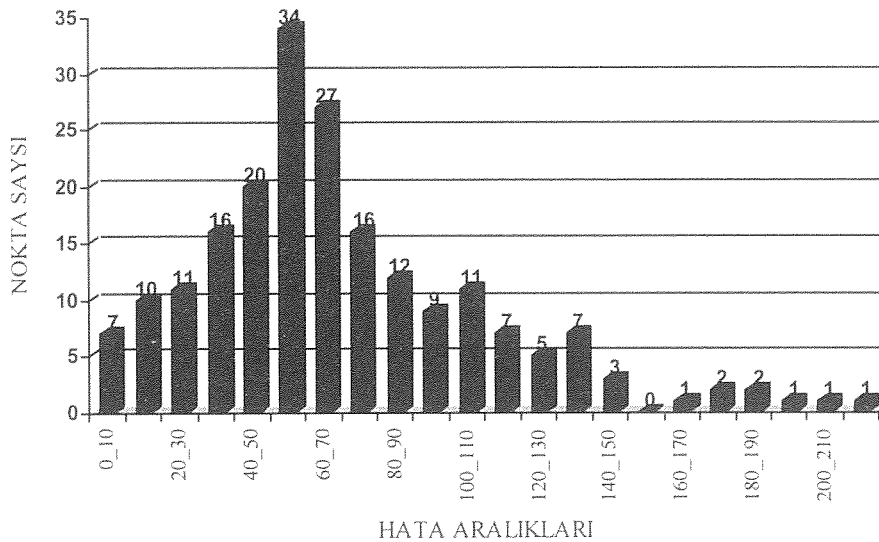
Görüntü sayısallaştırılan noktalara dayanılarak ISI programında işleme tabi tutulmuş ve registration (rektifikasyon) işlemi ile dünya üzerindeki konumuna getirilmiştir. Bu işlem için kullanılan yöntem “image to map registration” dır. Sayısallaştırma masası yerine tarayıcı olsa idi, basılı paftaları tarayarak elde ettiğimiz raster görüntüyü kullanarak “image to image” registration işlemi yardımıyla, görüntüler üzerindeki ortak noktaları kullanarak register işlemi yine yapabiliriz. Registration işleminde kontrol noktaları ile görüntüdeki bu noktalara karşılık gelen piksel değerlerini ilişkilendirme işlemi bitince sistem kullanılan noktaların arazi koordinatları, görüntü koordinatları , x ve y yönündeki hataları ile konum hataları vermektedir. (tablo 1).

Ayrıca yapılmak istenen dönüşüm yöntemini de seçme olanağı vardır. Seçilen dönüşüm yöntemine göre hatalı noktaların ayıklanmasından sonra kalan noktaların gerekli homojen nokta dağılımına sahip olup olmadığı kontrol edilmiştir. Nokta dağılımı uygun olunca dönüşüm işlemi başlatılmıştır. Dönüşüm işlemi sonrası sistem görüntüyü yerine getirip, dönüşümün kabul edip etmediğini sormakta ve kabul işlemi ile register işlemi bitmektedir. Bu işlem ile ilgili sonuçları içeren bir rapor sistem tarafından yaratılmaktadır. Tablo 2 de bu rapora ait bir örnek ve dönüşüme ait bilgiler görülmektedir.

Control points										
Summary : Number of points :203 Degrees of Freedom :400 Standart Error :3.0001						Action on Execute Model Resampling		Collect points Affin (1 <sup>st</sup> order) No		
Pt #	Type	Control (mu)		Input (pixels)		Weights		Resudias (mu)		SSE
		x	y	x	y	x	y	x	y	
255	-	402226.06	4522511.95	994.3781	5012.4013	1.00	1.00	-37.4499	3.8423	37.6465
256	-	406582.80	4524055.55	1394.3025	4777.1196	1.00	1.00	-53.3493	4.5985	53.5471
257	-	412280.08	4523585.77	1957.0065	4706.1670	1.00	1.00	-8.7545	-85.7907	86.2362
.	-	.	.	.	.	1.00	1.00	.	.	.
.	-	.	.	.	.	1.00	1.00	.	.	.
.	-	.	.	.	.	1.00	1.00	.	.	.
Delete Points						Plot Errors				
Coordinate file		/usr/uz_alg_sem/cor/selim.cor				Select file				
Save						Load				
Report file		/usr/uz_alg_sem/report/selim.rpt				Select file				
Save Report										

Tablo 1

Uygulamada register işlemi için 203 adet nokta seçilmiştir. Bu noktaların hata dağılımları aşağıda histogram olarak sunulmuştur.



Sonuçlara göre seçilen 203 adet noktadan iterasyonlar sonucu 117 tanesi atılmıştır. Serbestlik derecesi 116 ve standart hata 1.2169 olarak bulunmuştur. Dönüşüm modeli olarak Affin dönüşüm kullanılmıştır. Sonuçlar irdelendiğinde elde edilen görüntünün daha sonraki işlemlere girdi olarak kullanılacak doğrulukta olduğu ortaya çıkmaktadır.

Control Points Report			
Coordinate File:	/usr2/foto/seminer/selim.cor		
Input Layer Name:	selim.tif		
Design File Name:	/usr2/foto/seminer/dilim35.dgn		
Summary: Number of Points:	86 (none withheld)		
Degrees of Freedom:	166		
Standard Error:	1.2169		
Point with Highest SSE:	346		
Model:	AFFINE		
Resampling Enabled:	NO		
Control Point List:			
Point #:	255		
Control x,y (wu):	402226.0600	4522511.9500	
Input x,y (pix):	994.3781	5012.4013	
Weight x,y:	1.0000	1.0000	
Residual x,y (wu):	-12.6385	-10.2675	
SSE:	16.2836		
Point #:	256		
Control x,y (wu):	406582.8000	4524055.5500	
Input x,y (pix):	1394.3025	4777.1996	
Weight x,y:	1.0000	1.0000	
Residual x,y (wu):	-31.1080	-6.4347	
SSE:	31.7666		
Point #:	262		
Control x,y (wu):	410202.2600	4528619.2500	
Input x,y (pix):	1657.9196	4256.6349	
Weight x,y:	1.0000	1.0000	
Residual x,y (wu):	0.7144	-44.9954	
SSE:	45.0011		
Point #:	263		
Control x,y (wu):	407722.2600	4528954.8200	
Input x,y (pix):	1406.9394	4271.6610	
Weight x,y:	1.0000	1.0000	
Residual x,y (wu):	11.2452	-44.2506	
SSE:	45.6571		
Point #:	265		
Control x,y (wu):	414559.0000	4532578.9200	
Input x,y (pix):	2006.5226	3789.2752	
Weight x,y:	1.0000	1.0000	
Residual x,y (wu):	38.6990	-2.1186	
SSE:	38.7570		

Tablo 2

Bu işlem sonucunda görüntü dünya üzerindeki konuma getirilmiş fakat yeryüzünün düz olmaması ( topoğrafyanın şekli), uydunun görüntüyü belli bir açı ile taraması (Spot uydusunun algılamayı  $\pm 27^\circ$  sağa veya sola yapması) sonucu görüntünün eğikliği nedenleri ile oluşan hatalar giderilmemiş durumdadır. Bu aşamadan sonra yükseklik bilgileri, görüntünün başlık bilgilerinden elde edilen uydu parametre bilgileri ve üç boyutlu kontrol noktaları yardımıyla görüntünün rektifikasyonu yapılacaktır. Bu işlem için ISIR ( ImageStation Image Rectifier) yazılımı kullanılmıştır.

Registration işlemi için toplanmış olan düzlem koordinatları (x,y) kütüğü manuel olarak ISI veya otomatik olarak ISIR programı yardımıyla ve yükseklik bilgileri de kullanılarak üç boyutlu koordinat kütüğüne dönüştürülebilir. Tablo 3 de iki boyutlu koordinat kütüğüne , tablo 4’de de üç boyutlu koordinat kütüğüne ilişkin örnekler verilmiştir.

::COORDINATE

255	5012.401252	994.378081	452251195.000000	40222606.000000	1.000000	1.000000
256	4777.199639	1394.302528	452405555.000000	40658280.000000	1.000000	1.000000
262	4256.634888	1657.919632	452861925.000000	41020226.000000	1.000000	1.000000
263	4271.660966	1406.939384	452895482.000000	40772226.000000	1.000000	1.000000
265	3789.275223	2006.522556	453257892.000000	41455900.000000	1.000000	1.000000
274	4132.014266	427.162054	453224340.000000	39840554.000000	1.000000	1.000000

Tablo 3

::COORDINATE3D

255	5012.401252	994.378081	452251195.000000	40222606.000000	1.243000	1.000000	1.000000
256	4777.199639	1394.302528	452405555.000000	40658280.000000	1.982000	1.000000	1.000000
262	4256.634888	1657.919632	452861925.000000	41020226.000000	96.415000	1.000000	1.000000
263	4271.660966	1406.939384	452895482.000000	40772226.000000	50.000000	1.000000	1.000000
265	3789.275223	2006.522556	453257892.000000	41455900.000000	200.000000	1.000000	1.000000
274	4132.014266	427.162054	453224340.000000	39840554.000000	369.155000	1.000000	1.000000

Tablo 4

Rektifikasyon yazılımının parametreleri :

- Input image
- Output image
- Parametre file
  - Sensor height
  - Look direction (left,right)
  - Look angel
  - Full scane center  
veya  
Full scane corners
  - Units (meters,feet)
  - Datum elavation
  - Image offset row
  - Avarage elevation
  - Image subsampling
  - Image offset column
- Coordinat file
- Options

- Output file
  - Output file format
  - JPEG faktor
  - File standart
  - Tile size
  - Overview method
  - Overview increments
  - Column major
  - Zerofill outside DTM
- Input area
  - Start line
  - Start sample
  - End line
  - End sample
- Output area
  - Select interactively
  - Upper left x
  - Upper left y
  - Lower right x
  - Lower right y
  - Pixel size
  - Number lines
  - Number samples
- Resampling
  - Method
  - Parameter
  - Rotation angel
  - Transformation model
- Ancillary files
  - Design file
  - DTM file

parametrelerini içermektedir.

Bu parametre bilgileri parametre kütüğünde saklanmaktadır. Bu parametre kütüğünün bir örneği tablo 5’de görülmektedir.

sensor_height	829000	
look_angle	9.3000000000000007	
look_direction	r	
full_scene_ULHC	1	1
full_scene_URHC	1	6448
full_scene_LLHC	5998	1
full_scene_LRHC	5998	6448
ground	m	
average_elevation	0	
elevation_datum	0	
image_offset_row_col	0	0
image_subsampling	1	

Tablo 5

ISIR yazılımında gerekli parametrelerin girilmesi tamamlanınca yazılım rektifikasyon işlemini başlatır ve seçilen bölgenin büyüklüğü ve donanımın hızına göre 15 dakika ile 2 saat arasında süren bir işlem sonucunda rektifikasyon tamamlanır.

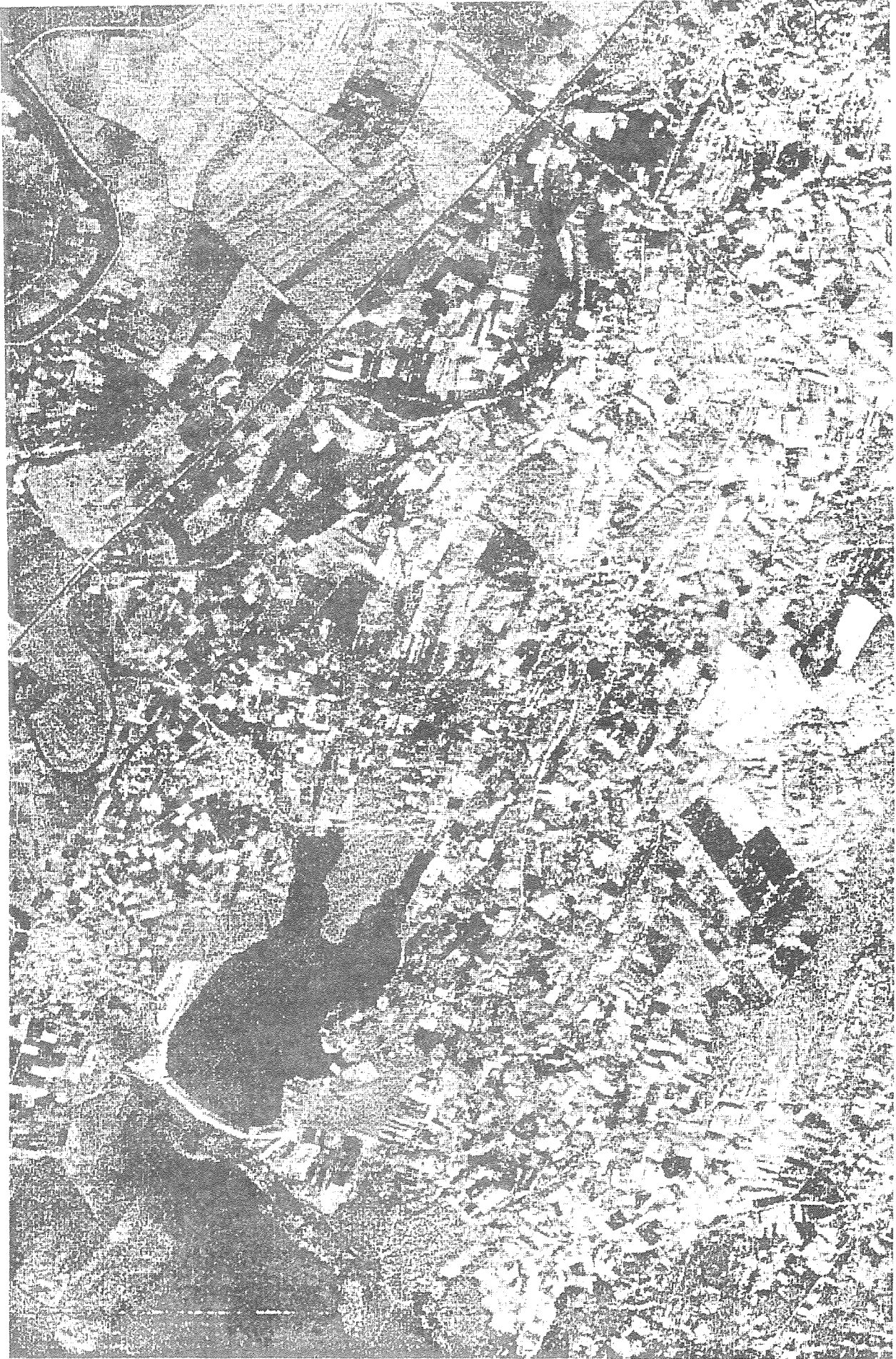
Bu aşamadan sonra görüntü üzerinden okunan koordinat, uzaklık, alan gibi ölçüler, 1:50 000 ölçekli haritadan okunan değerlerle aynı doğruluktadır. Oluşturulan yeni görüntü çeşitli amaçlar ile kullanılmaya hazırdır.

#### 4. SONUÇLAR

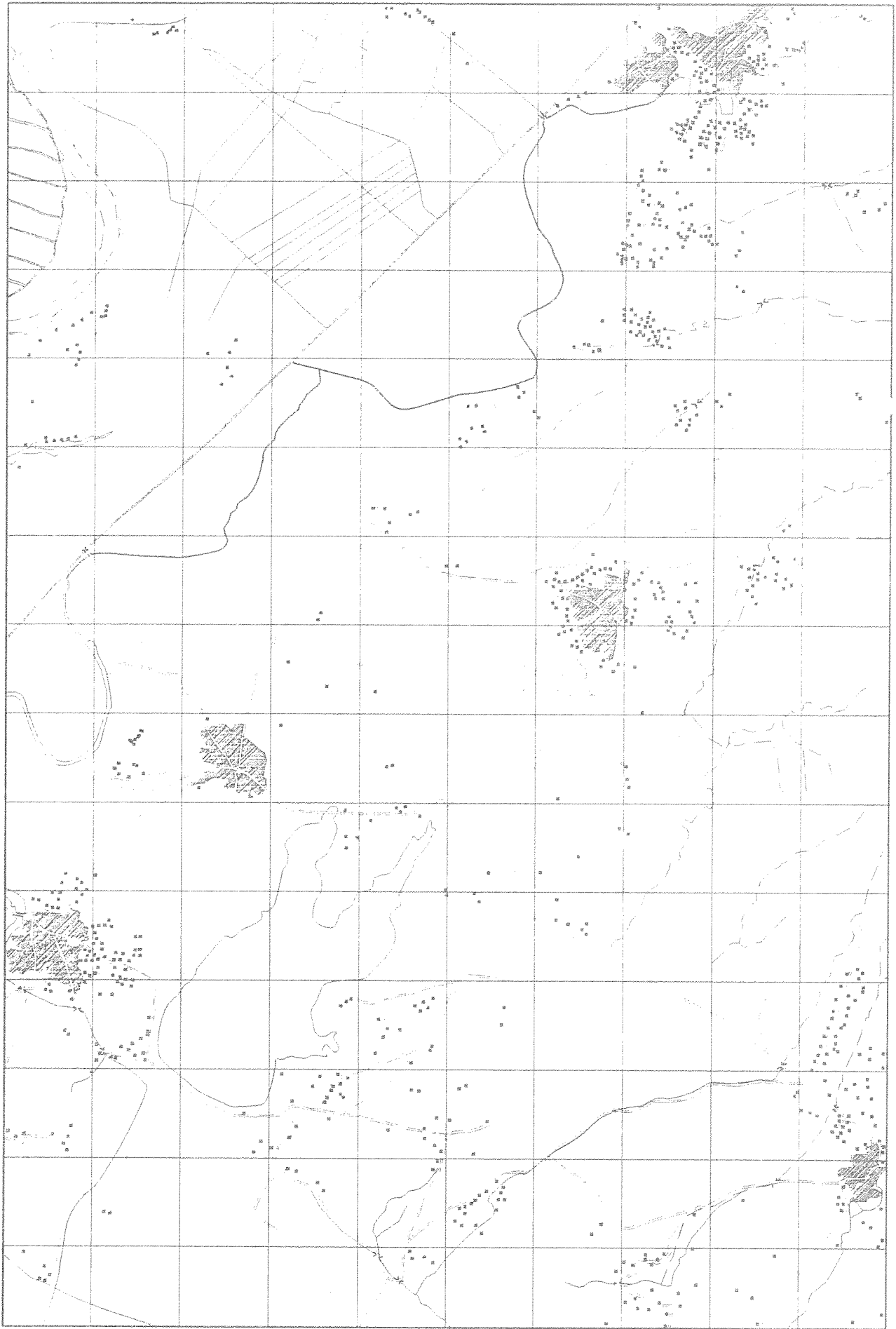
Rektifiye edilmiş görüntünün kıymetlendirilmesinde ISI ve MicroStation yazılımları kullanılmıştır. Görüntü üzerinde görülebilen yerleşim yerleri , yollar , akarsular, kuru dereler, göletler gibi detaylar sayısallaştırılmıştır. Şekil 1' de rektifikasyonu yapılmış görüntü, şekil 2 de görüntüden kıymetlendirilen detaylar ve şekil 3' de orijinal harita görülmektedir. Rektifikasyonu yapılmış görüntüde printer'in hassasiyetinin düşük olması nedeni ile detaylar iyi görünmemektedir ancak şekil 2 ve şekil 3' deki detaylar kolaylıkla kıyaslanabilmektedir. Şekil 4' de yolların kıyaslanması yapılmıştır. Şekilde de görüldüğü gibi basılı haritada bulunan yolların büyük bölümü görülmüştür. Bu yollara ek olarak yeni yapılan yollarda teşhis edilmiş fakat basılı haritada bulunan bazı yaz araba yolu veya ham yol gibi yollar görülememiştir.Şekil 5 de su ile ilgili detaylar kıyaslanmış ve burada görüleceği gibi akarsu, gölet, kurudere, ana sulama kanalları ve drenaj kanalları ile bazı kanaletler belirlenerek kıymetlendirilmiştir. Bölgede bulunan birkaç çeşme ve basılı haritada bulunan bazı küçük kanaletler teşhis edilememiştir. Şekil 6' da yerleşim yerlerinin kıyaslanması yapılmıştır. Basılı haritadaki tüm yerleşim yerleri tesbit edilmiştir. Basılı haritanın 1:25 000 ölçekli haritalardan tahvil yöntemiyle üretilmiş olmasından dolayı yoğun mesken alanlarda operatörlerden kaynaklanan gösterim farklılıkları mevcuttur. Dikkat edilecek olursa yerleşim yerlerinde bir büyüme mevcuttur. Bölgede bitki örtüsü azdır. Alan genellikle tarım arazisidir. Bölgede çok seyrek olarak bulunan tek ağaçlar görülememiştir.

Bir operatörün yapacağı detay teşhisi, tecrübesi ve görüntünün çözünürlüğü ile doğru orantılıdır. Doğal olarak uydu görüntülerinden detay teşhisi hava fotoğraflarından detay teşhisinden daha farklıdır. Operatörün uydu görüntüsünden yapacağı kıymetlendirme arttıkça kıymetlendirmenin hızı ve detay teşhis kabiliyeti artacaktır. Bütün bunların sonucunda Türkiye'nin tamamlanmış olan 1:50 000 ölçekli harita serisinin uydu görüntülerinden revizyonu mümkündür.

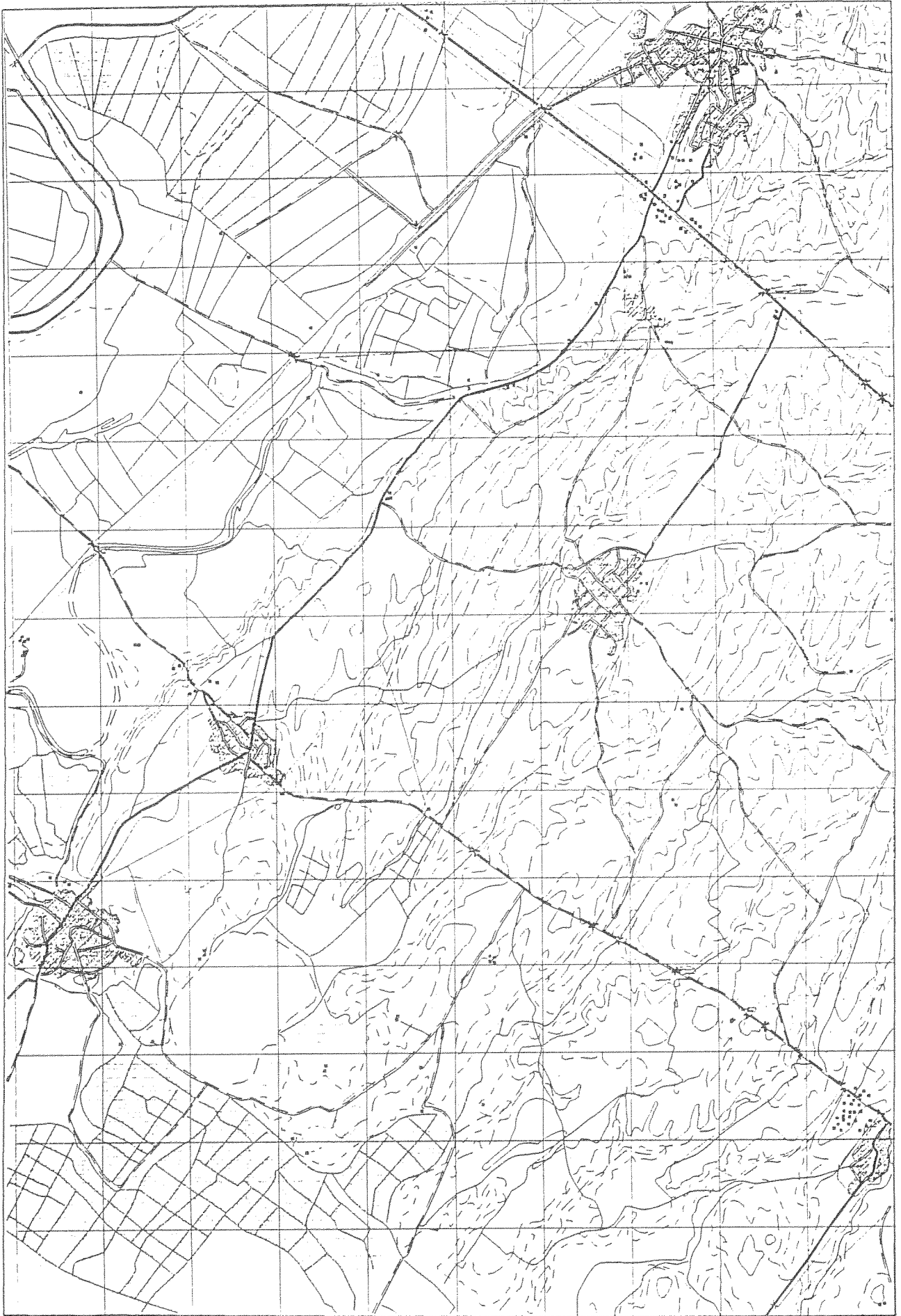




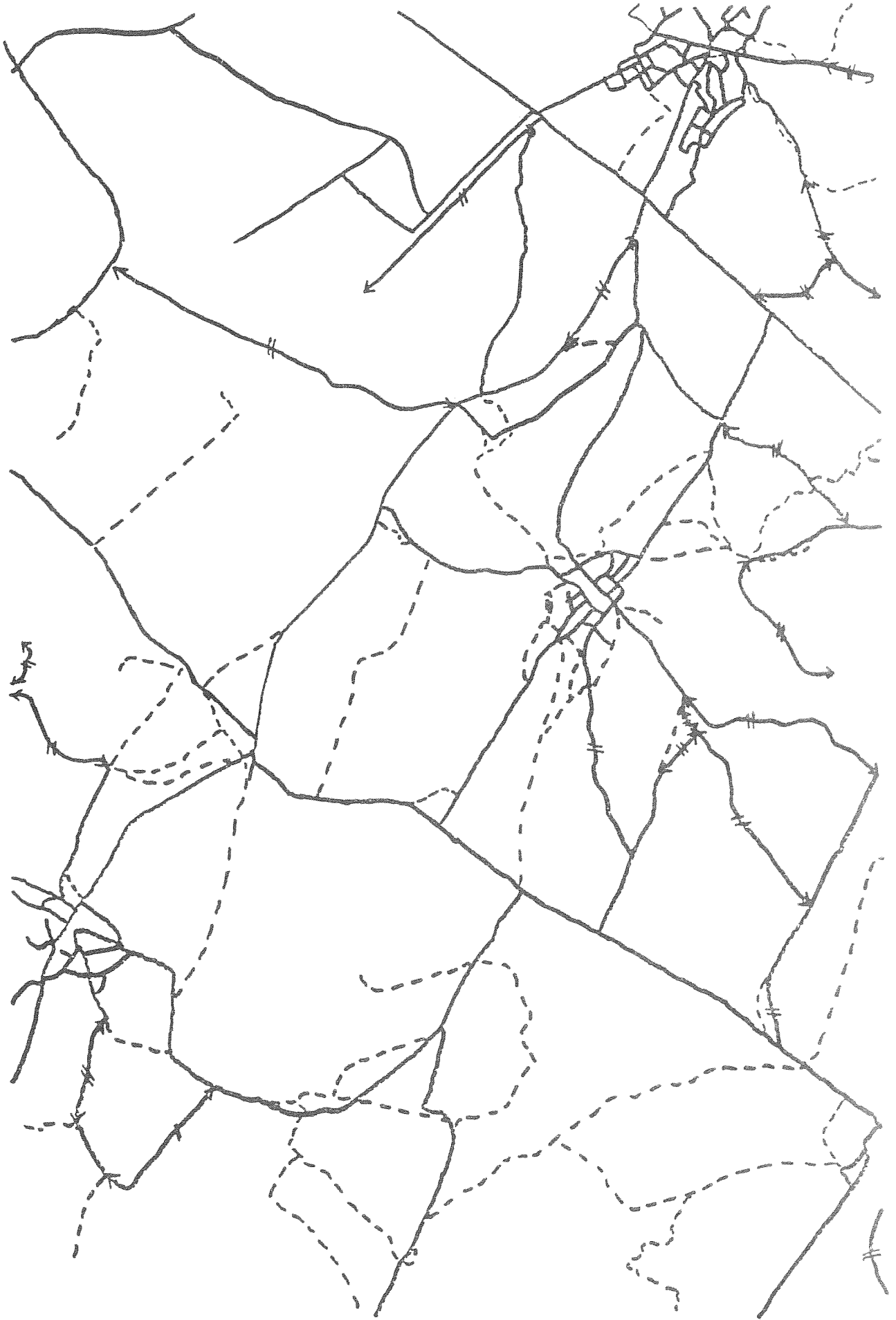
Şekil 5



Şekil 2



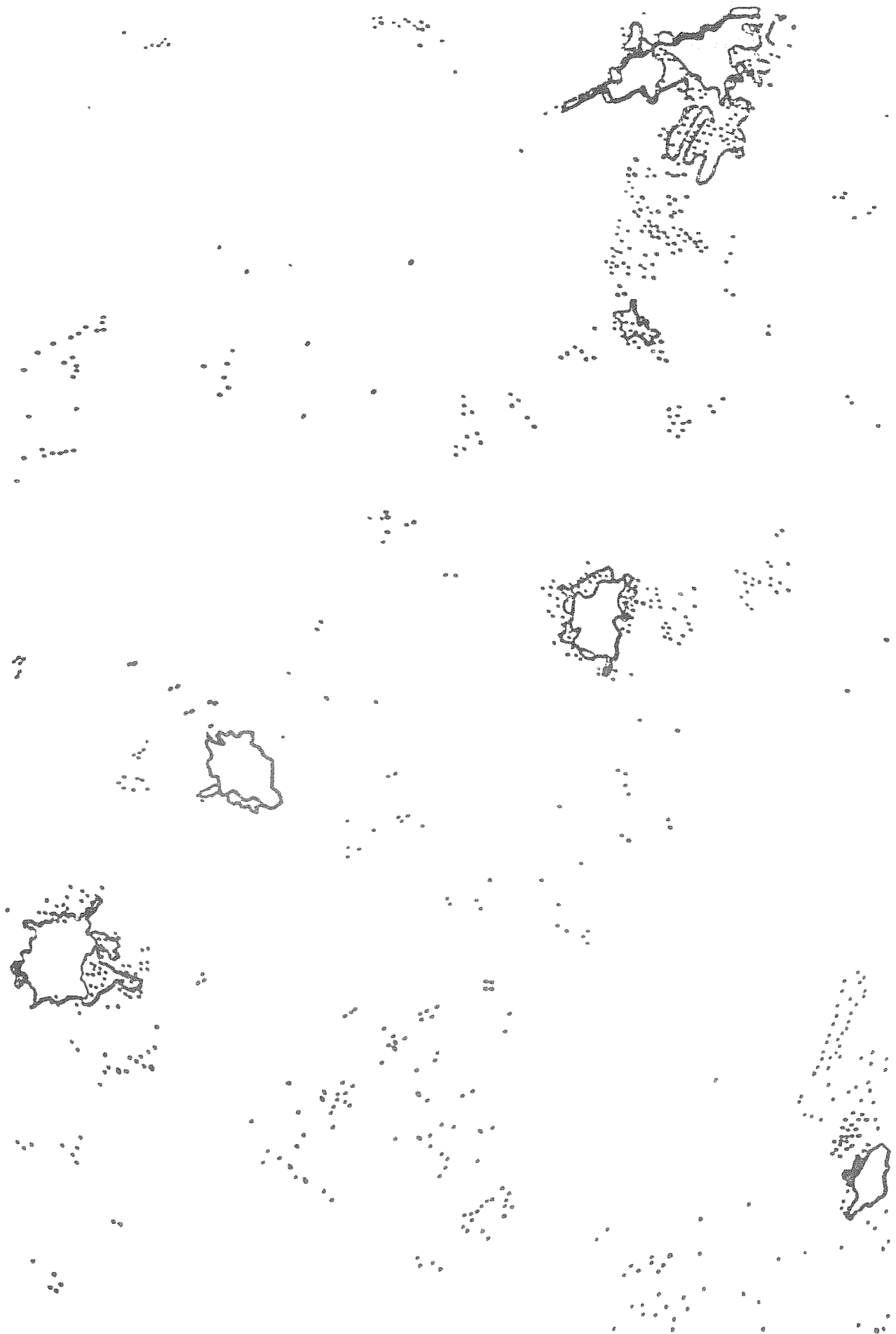
Şekil 3



Şekil 4



Şekil 5



Şekil 6