

## KARTOĞRAFYADA OTOMASYONUN BAZI PROBLEMLERİ

Yazan:Dr. Ing. H. J. Gottschalk  
Çeviren:Ümit SÜATAÇ  
Harita Genel Müdürlüğü

### 0. GİRİŞ :

Kartoğrafyada Otomasyonun amacı, ülke haritalarının yapımı ile bunların revizyonlarının hızlandırılması ve bu işleme bağlı olarak depolanmış bilgilerin şimdiye kadar olduğundan daha fazla ve değişik yönlerde kullanılabilmesini sağlamaktır.

Bu yazı, Kartoğrafyada Otomasyonun bu günkü durumu yanında, haritaların tamamen otomatik olarak hazırlanmasında ortaya çıkabilecek problemler ve bunların çözülmesi hakkında da bilgi verecektir.

### 1. BİLGİ İŞLEM MAKİNELERİ :

Kartoğrafyada Otomasyona geçiş, bu amaca uygun, grafik çizim yapabilen işlem makinelerinin gelişmesi ve tamamlanması ile ortaya çıkmıştır. Halen aşağıda sıralanan aletler bu amaca uygun olarak nitelendirilebilir.

#### 1.1 Digitizerler (Sayısal değer elde eden aletler)

Digitizerler, bir çizimi veya bu çizimde mevcut bulunan bilgileri bir sayısal hesaplayıcının çalışabileceği şekle dönüştüren aletlerdir. Sayısal duruma dönüştürme sonunda elde edilen, koordinat değerlerinin bir listesidir. Bu değerler manyetik bant veya bilinen başka bir taşıyıcı üzerine kaydedilirler. Böyle bir aletle sayısal duruma getirme işlemi, çok zaman alan, elle çalışılan ve oldukça hatalı sonuç veren bir işlem şeklidir. Bundan dolayı kartoğrafyada otomasyona girişin ilk basamağı olan bu aletlerin, bizzat otomasyonu denenmemiştir. İlk aletler, sayısal duruma getirme işlemini optik-mekanik yolla çözümleyen aletlerdir.

Scanner diye adlandırılan diğer aletler, televizyon kamerasında olduğu gibi görüntüyü tek tek resim elemanlarına ayırırlar ve daha sonra bu elemanları tanımlarlar. Bu tanımlama probleminde dünyanın çeşitli yerlerinde az veya çok bir başarı sağlanmıştır.

Amerikanın Reston şehrinde 1974 Aralık ayında verilen "Kartoğrafyada Otomasyon" konulu konferansda, genellikle otomasyon ile sayısal duruma getirme problemlerinin ancak ilerki 5 yıl içinde çözülebileceği görüşüne varılmıştır.

#### 1.2. Görüntü Ekranı

Otomatik olarak yürütülen kartoğrafik çalışmaların kontrolü maksadıyla her yerde görüntü ekranları yer almağa başlamıştır.

#### 1.3. Çizim Aletleri

Bugün uygulama sahasındaki çizim aletleri, kartoğrafik istekleri karşılayabilecek şekilde hem kazıma hem de ışıkla çizim yapabilecek niteliktedir. Tram prensibine dayalı çizim aletleri ise; normal çizgi çizen aletlere oranla çok daha hızlı çalışabilen, harita üretiminin hızlandırılmasında önemli bir rol oynayacak ve bilgi elde edilmesinde bazı prob-

lemleri çözümlenecek aletlerdir. Bu problemler ise, işleme girecek bilgi miktarına bağlı problemlerdir. Bilindiği gibi tram noktalarının birbirine 0,025 mm den daha yakın olma zorunluğu kartoğrafların çizimi yeterli bulmaları yönünden memnuniyet verici bir hususdur.

#### 1.4. Hesaplayıcılar (Kompüterler)

Şimdiye kadar kartoğrafyada kullanılan hesaplayıcılar bilgi işlem çalışmalarında kullanılanlardan çok az farklıdır. Genellikle kartoğrafik sistemler, DEC-PDP 11 hesaplayıcıları gibi disk, manyetik bant veya diğer kayıt sistemli, keza söz konusu problemlere uygun 100 K 16 Bit-Kelime büyüklüğünde hafızalı sistemlerdir. Tram ile çalışmalarda dizisel çalışan hesaplayıcılar pek kullanılmazlar. Tram çizim aletlerine bilgilerin taşınması için Goodyear'in Staran paralel prosörü gibi aletler kullanılır.

## 2. BİLGİ KAYNAKLARI

Otomasyonun bilgi kaynakları olarak, her şeyden önce, sayısal stereo çizim veya sayısal duruma getirilmiş stereo çizim şeklinde beliren fotogrametri, söz konusudur. Bunun yanında sayısal formda kullanılması ön görülen grafik dokümanın (haritaların) veya listelerin veyahutta arazi ölçmelerinin de sayısal hale getirilmesi de sayılabilir.

### 2.1. Bilgi Yapısı:

Bilgilerin işaretlenmesinde, bunların ilerde ne oldukları, nerede oldukları ve çizimi gerektiğinde nasıl çizilecekleri anlaşılabilir. Kartoğrafik bir detay, bir nokta, eğri bir çizgi, bir poligon veya bir doğru olabilir. Her durumda bu detayın bir işareti olmalıdır ve bütün bu özellikler, bu bilgi bandından ilerde harita yapılması gerekeceğinden, bilgi yapısı içinde tanımlanmalıdır. Şu halde her bir detay için bir tanıma kotu ve bir de çizgilerin hangi koordinat değerli ve hangi kotlu noktaların birleşmesinden meydana geleceğini belirten geometrik şekil kotu olması gereklidir. Aynı zamanda bu kotlar çok az farklı detay gruplarının kolayca bölümlenebileceği bir yapıda olmalıdırlar.

Örnek olarak Adv çalışma grubunun hazırladığı TK 25 den TÜK 200'e kadar dört rakamlı detay kotu verilebilir. Aynı kot sistemi DEF cede ele alınmış ve IfaG (Uygulamalı Geodezi Enstitüsü) tarafından da kullanılmıştır.

Örneğin;

- 5000 Trafik alanları
- 5100 Yollar
- 5110 Çok şeritli yollar
- 5111 Şehirlerarası yollar (Otobanlar)
- 5112 Orta şeritli yollar
- 5113 Orta şeridi olmayan yollar

Eğer bu bilgilere ait koordinat listesinin başında Z harfi varsa;

Z=1 Tek nokta veya bir doğru çizgi parçasının başlangıç noktası

Z=2 Bir önceki nokta ile doğru çizgi halinde birleştirilecek nokta

- Z=3 Bir önceki nokta ile parabol olarak birleştirilecek nokta  
 Z=4 Bir önceki nokta ile daire yayı olarak birleştirilecek nokta  
 Z=5 Enterpelâsyon şeklini değiştirmeyen ve devamında enterpelâsyon yapılması istenmiyen nokta  
 (Teğet doğrultusunda sürekliliğin son bulunduğu nokta)

### 3. BİLGİLERİN HAZIRLANMASI

Bilgilerin elde edilme işleminde, sonradan düzeltme olanakları sınırlı olduğundan, bilgilerin kullanılmasından önce hataların aranması ve giderilmesi gerekir.

#### 3.1. Hata Giderilmesi :

Geodezide olduğu gibi kaçınılmaz hata, alet veya metottan ortaya çıkan sistematik hata ve kişisel hatalardan doğan kaba hatalar vardır.

##### 3.1.1. Kaçınılmaz hata (tesadüfi hata)

Örnek olarak operatörün bir çizgiyi izlerken yapacağı el kaşması hataları sayılabilir. Bu titreklik hataları sayısal duruma getirilmiş değerlerin tekrar tersiminde göze batar ve tam düz çizgilerde haritayı kullanana bir kalite düşüklüğü olarak görünür. Sayısal duruma getirme aletlerinin kalem şeklinde yapılması ile ve operatörün bunu bir kanal içinde hareket ettirmesini sağlamakla giderilebilir. Bu titreklik hatasını içeren sayısal değerleri de önceden düzeltmek mümkündür. Bu işlem dengelenmiş bir eğri kullanmakla çözümlenebilir. Genellikle yayılan bir aritmetik ortalama kullanarak bir noktanın koordinatını komşu noktanın koordinatı ile yer değiştirmek yeterlidir.

##### 3.1.2. Sistematik Hata

Sayısal duruma getirme işleminin sistematik hatası,  
 a) x ve y doğrultularındaki ölçek farkı  
 b) x ve y eksenleri arasındaki açının 90° den farklılığı olabilir.

Bu hatalar 4 pas noktası yardımı ile sayısal duruma getirilmiş şeklin, olması lazım gelen dörtgen üzerine izdüşüm ettirilmesi ile giderilir.

$$X = \frac{a_1x + a_2y + a_3}{a_4x + a_5y + 1} \qquad Y = \frac{a_6x + a_7y + a_8}{a_4x + a_5y + 1}$$

##### 3.1.3. Kaba Hata

Kaba hatalar, ancak yerini bulup çıkarmakla veya ilâve bilgiler yardımı ile hesabi olarak giderilir. Bir kar-

toğrafik sistem, bu yazıda açıklanan sistemde olduğu gibi, bilgilerin istenilen formda değiştirileceği veya düzeltililebileceği bilgi işlem imkânına sahip olmalıdır.

#### 4. BİLGİ BANKASI (DATA BANK)

Elde olması istenen, aranan detayın çabuk olarak elde edilmesini sağlayan ve büyük miktarda bilgi alışverişi yapabilecek bir bilgi bankasıdır. Bu konuda birçok sistemler vardır. Her birinde ortak olan yön, bilgilerin bir esasa göre dizilmiş olmaları ve yeniden istenildiğinde bulunabilmeleridir. Dizilme esasları doğrusal, alansal ya da bunların karışımı olabilir. Bundan önceki iki yazıda kullanılmakta olan 2 tip bilgi bankası örneklenmiştir.

##### 4.1. Doğrusal yapıli bilgi bankası

Kesin bir doğrusal yapıli bilgi bankasına örnek, Amerikada istatistik bürosunda kullanılan bilgi bankası verilebilir. Bilgilerin depolanması sayısal duruma getirilmiş ve bir poligon yapısı gösteren karayolu ağında olduğu gibi yapılır. Bu poligon yapı, düğüm noktalarından, yani çizgilerin kesim noktaları, yay parçaları gibi çizgi elemanları ile bunların sınırladığı alanlardan oluşur. Böylelikle bu tip grafik bir yapı, tümüyle tanımlanabilir. Sistemde her yayın tarifi, bir yay işareti, yayın uç noktaları işareti ve bu yayı kısmen veya tamamen sınırlayan bir alan işaretinden oluşur. Bu açıklama yardımı ile yukarıda adı geçen düğüm noktası, yay ve sınırlandırılmış alanlar gibi 3 ana tip eleman birbirine bağlanmış olur. Bu sistem özellikle blok istatistik gibi problemlerin çözülmesinde uygulamaya elverişlidir. Bir noktanın (bir düğüm noktasının) bütün noktaların eşdeğerli olduğu en küçük bir blok (en küçük bir alan) içinden doğrudan doğruya elde edilmesini sağlar.

Koordinat değerlerine göre bir noktanın bulunması mümkün değildir ve herhangi bir elemanın birçok çizgi elemanı arasından arayıp bulmak uzun arama işlemleri gerektirir.

##### 4.2. Alansal yapıli bilgi bankası

Burada genellikle bilgiler istenildiği zaman depolanacak veya yeniden bulunacak düzgün bir kare taksimatı içine oturtulmuştur. Bu kare taksimatının en küçük karesinden daha küçük olan elemanlar, ancak bu taksimatın hassasiyeti içinde depolanabilir veya yeniden bulunabilir. Eğer taksimat, bütün ayrıntıların depolanmasını sağlayacak şekilde yeteri kadar küçültülmüşse o zaman bir elemanın elde edilmesi iki taksimat indeksi ile mümkün olabilir. Ancak, örneğin bir topografik harita için boş hücrelerin sayısı dolu hücrelerin sayısından çok olması gerektiği düşünüldüğünde, küçültülmüş taksimatın da buna bağlı olarak büyük bir hafıza gerektireceği gözden kaçmamalıdır.

##### 4.3 Karışım bilgi bankası

Ne doğrusal ne de alansal yapıli bilgi bankalarının kartografik maksatlar için tam yeterli olmamasından dolayı, IfaG da Dr.WEBER tarafından, bu iki tipin iyi yönlerini birleştirici bir karışım tipi geliştirilmiştir.

Kartografik bir bilgiye ait dizisel depolanmış çizgi elemanları için, tüm detayları içeren ve her bir dizinin belli bir bilgiye göre arasından seçilebileceği, geniş kapsamlı karelerden oluşan, bir yer indeksi hazırlanmıştır. Burada kenarlar olarak isimlendirilebileceğimiz çizgi elemanları, düğüm noktaları ile sınırlandırılmıştır. Her kenarın bir kenar açıklaması vardır. Bunun içinde bir tanıma işareti (Header), keza bilgi deposu içinde o kenarın bulunduğu yeri belirtecek hususlar bulunur. Bunun yanında belli bir tanıma işareti mevcut herhangi bir kenarın, diğer kenarlar içinden elde edilip edilemeyeceğini belirtecek şekilde hazırlanmış, tanıma işaretli veya header indeksli ikinci bir bilgileme sistemi daha vardır ki bu ikisi vasıtasıyla bilgi bankası içinde aranan bir detayın; yere bağlı olarak "Orada ne var" sorusunun ve tanıma işaretine bağlı olarak "Bu belli tanıma işaretli detaylar nerede var" sorusunun cevaplanmasıyla, iki yönlü elde edilmesi sağlanmış olur.

Bunun dışında bilgi bankasının kapsadığı bütün gerekli bilgileri içeren bir bilgi bankası açıklaması da mevcuttur.

## 5. BİLGİ GENELLEŞTİRİLMESİ

Eğer gerekli program, bilgi ve bilgi bankası mevcut ise bunlara bağlı olarak kartoğrafyanın temel problemi "Genelleştirme" ele alınabilir. Genelleştirme sözcüğünden burada kartografik genelleştirme anlaşılmalıdır. Genelleştirme olmadan büyük bir emekle sayısal hale dönüştürülmüş ve kullanıma sahasına konulmuş bilgilerin tam olarak kullanılması olanak dışıdır. Otomasyon, genelleştirme yapan kartoğraflara âdeta kendilerini tanıma problemini ortaya atmıştır. Şimdiye kadar az veya çok alışkanlıkla yürütülmüş genelleştirme işleminin, şimdi, bu işi yürütecek kompüterin çalışma sistemine uyacak şekilde sayısal duruma getirilmesi zorunluğu vardır.

### 5.1. Analizler

Genelleştirmenin ilk sayısal duruma getirilme denemesi, eski karakök kuralına göre bir ölçekten diğer ölçeye geçen miktar ilişkisi ile belirlenerek;

$$n_F = n_A \frac{m_A}{m_F} \quad \text{formülünü ortaya çıkarmıştır.}$$

$$(n_A = 1/m_A \quad \text{çıkış ölçüğünün genelleştirilen eleman sayısı})$$

$$(n_F = 1/m_F \quad \text{sonuç} \quad " \quad " \quad " \quad " \quad )$$

Bu kaideye bağlı olarak İfaG'da 1/5000 ölçeğinden 1/200.000 ölçeği ne geçiş için benzer denemeler yapılmıştır. Diğer denemeleri 1970 de SRNKA Rusya'da başka bir formülle yürütmüş, 1972 de NEUMANN genelleştirme de farklı ölçekler için yerleşme bölgelerinin istatistik durumlarını araştırmış ve 1973 de MESENBURG faktör analiz yardımı ile genelleştirmedeki diğer istatistikî ifadeleri elde etmiştir. 1973 de HAKE, 1971 de HOFMANN

ve diğerleri tarafından kartoğrafyayı, bilgi formül sistemi ile ifade edecek denemeler yapılmıştır.

Bütün bu denemeler kartoğrafyanın kendi yolunda tam bir ilim olmasına ve yeni bilgiler elde edilmesiyle, gelişmesine yardımcı olmuştur. Fakat genelleştirmeyi formülleştirmek zorunda olan programcılar, istatistik kurallarının genelleştirme programı içine girecek, bilinmesi gereken herşeyi kapsamadığını söylüyorlar. Gerçekte 1/50.000 den 1/200.000 geçen nekadar detayın genelleştirme dışında kalacağını biliyorlar ama bunların hangileri olacağını bilmiyorlar. Bunun için de alışlagelmiş bir kartoğrafyanın genelleştirme yapması halinde, hangi detaylar diğerlerinin yerine geçecekse, onu belirtecek bir matematiksel model bulabilme yoluna gidiyorlar.

## 5.2. Otomatik Genelleştirme Çözümünün Akışı

Bu yol; örneğin STAUFENBIEL, BERGER ve GOTTSCHALK ve diğerlerinin uyguladığı yoldur. Genelleştirmenin çalışma basamakları tek tek düşünülmüş ve bir dereceye kadar basitleştirilmiştir. İş zorlaştıran husus tek tek basamakların çokluğu ve bunların birbirine etkisidir. Bütün basamakları ve bunların karşılıklı etkilerini içeren bir matematiksel model çok büyük olmak zorunludur ve en azından bugün için programlanması olanak dışıdır. Bu bakımdan kartoğrafik detayların tümünün genelleştirilmesi, herbiri için basit programlanabilecek modeller bulunması mümkün olan gruplara ayrılarak yürütülmüştür.

Aşağıdaki örnekler sayılabilir.

### 5.2.1. Çizgilerin seçimi ve düzleştirilmesi

Çizgilerin düzleştirilmesinde en basit yol, yayılan aritmetik ortalama ile filtrelemedir. Çizgi, bir değişkene bağlı olarak verilir.

$$x = x(t) \quad y = y(t) \quad \text{ve}$$

$$G(p) = a-b|p| \quad |p| \leq s$$

$$G(p) = 0 \quad |p| > s \quad \text{ağırlık fonksiyonu ile düzleştirilir}$$

Düzleştirilmiş fonksiyon;

$$\bar{x}(t) = \int_{-\infty}^{+\infty} G(p) x(t-p) dp$$

$$\bar{y}(t) = \int_{-\infty}^{+\infty} G(p) y(t-p) dp \quad \text{olmuş olur.}$$

Çizgilerin seçiminde, kısa ve kıvrımlı çizgilerin tamamen atılması temel prensibi uygulanır. Bu kıvrımlar, keza G düzleştirme fonksiyonunun s ve b değişkenleri deneysel olarak elde edilir, yani çizgiler istenilen hale gelinceye kadar düzleştirme işlemine devam edilir. Çizgilerin genelleştirme işlemi için ölçü, SHANON'un teorisine göre, genelleştirmeden önceki ve sonraki çiz

gi uzunluklarıdır. Böylelikle çizgilerin spektral analizi yapılır. Genelleştirilmiş çizgiler düzleştirme işlemi sonunda, büyük derecede salınımlarını kaybederler. Bu metotta düzleştirmeye son verecek frenleme noktaları esası da kullanılabilir. Sınır çizgileri gibi özel çizgilerin düzleştirilmesin de çizgiler, dengelenmiş doğrular ve eğrilik analizi ile basitleştirilebilir.

#### 5.2.1.1. Tramlı çizgilerin düzleştirilmesi

Tramlı çizgiler sürekli çizgilere benzer olarak, çizgilerin kapladığı tramlı alanın düzleştirme işlemine tabi tutulması şeklinde düzleştirilirler. Bu düzleştirme işlemleri;

$$x = (A)^n x \quad \text{ve}$$

$$y = (A)^n y \quad \text{şeklinde olur. Burada A bir}$$

ağırlık matrisi ve x,y çizgi boyunca meydana gelmiş bulunan tramlı alanın tram koordinat değerleridir. Düzleştirme işlemi iteratif (basamaklı) olarak yapıldığında sınırlı bir kare içindeki komşu işlemlerle birlikte yürütülebilir.

#### 5.2.2. Alanların düzleştirilmesi

Eş yükseklik eğrilerinin genelleştirilmesi olarak ortaya çıkan alanların düzleştirilmesi, sayısal arazi modeline bağlı olarak yeteri derecede açıklığa kavuşmuştur. Şimdi ise KRAUS, KOCH, LAUER ve diğerlerinin ortaya attığı filtreleme sonucu olarak alanların genelleştirilmesi söz konusu olabilir.

#### 5.2.3. Yerleşme Bölgeleri

Yerleşme bölgeleri genelleştirmesinde bilhassa 1973 de STAUFENBIEL ve 1974 de BERGER uğraşında bulunmuşlardır. Her iki çalışma da, küçük bir yerleşme bölgesinin, örneğin; 1/25.000 ölçeğinden 1/50.000 ölçeğine geçiş için yapılacak genelleştirme işleminde gerekli elemanter geometrik düşünceleri ortaya koymuştur. Eğer genelleştirme ölçeğinde, yerleşme bölgelerinin tekrar amaca uygun bir görünümde olması isteniyorsa, en kısa uzunluklar ve genelleştirmenin relatif durumu hakkında geniş kapsamlı bir görünümün ortaya çıkarılması gerekmektedir. İlk sonuçlar tatmin edicidir. Ancak programların tamamlanması ve büyük çapta uygulamaya konulmasından sonra ortaya çıkacak sonuçlar ilginç olabilir.

1/50.000 ölçeğinden 1/200.000 ölçeğine geçişte olduğu gibi tek tek evlerin bloklar halinde gösterilmesi bir dereceye kadar basitleştirilmiş bir genelleştirme işlemidir. Bütün evler eni boyu olmayan tek bir nokta halinde sayısal duruma getirilirler. Sonra bir tram üzerine taşınırlar. Tram karesi yalnız bir tek ev bile olsa siyah bir karedir. Böylelikle yerleşme bölgesinin ikili (siyah-beyaz) görüntüsü elde edilir ve ikili işleme çalışılabilir.

$$R_{i,j} = \delta_{i,j} \quad \sum_{k=i-1}^{i+1} \sum_{m=i-1}^{i+1} R_{k,m} < N \quad \text{için ve}$$

$$\delta_{i,j} = 0$$

$$\delta_{i,j} = 1 \quad \sum_{k=i-1}^{i+1} \sum_{m=i-1}^{i+1} R_{k,m} > N \quad \text{için}$$

$R_{i,j}$ ,  $i,j$  indeksi tram değeridir. 0 veya 1 beyaz veya siyah olmuş olur.  $N$  artma değeridir.  $1 \leq N \leq 9$ .  $N=5$  yerine konursa ve tram işlemi 2 iterasyon yürütülürse, tek tek evlerin evlerin ikili görüntüleri, 1/200.000 ölçeğinde yerleşme sahalarının teşkil edeceği yerleşme esasına uyacak şekilde, bir bütün alan halinde birleşir.

#### 5.2.4. Yerinden uzaklaştırma

Yukarıda açıklandığı gibi çizgiler düzleştirildikten sonra yerlerinde kalacak deşillerdir. Normal olarak düzleştirildikten ve küçültüldükten sonra artık çizgiler, gözün ayırdedemeyeceği sıklıkta birbirine yaklaşmış olurlar. Bu durumda ölçeğe bağlı olarak ve gözün detayları tanıyacağı şekilde yeniden yerleştirilmeleri gerekir. Bu problemin çözümünde bazı esaslar vardır. Fakat bunların pratikte ne denli geçerli oldukları bilinmemektedir. Kartoğrafyada otomasyon sistemlerinde bu husus diğer yan programlar gibi uzun süre aktif bir gözlem altında kalacaktır.

#### 5.3. ÖZET

Şimdiye kadar genelleştirmenin tüm problemleri başarı ile sonuçlanamamıştır. Bazı kısımlarda ilerleme yavaş olmaktadır. Ne kadar ilerlenebileceği, çizgilerin düzleştirilmesi ve ikili çözümlerin kullanılması sahaları bulmalarına bağlıdır. Henüz el atılmamış otomatik gölgeleme söz konusudur. Genelleştirmenin bütün problemlerinin çözümü yan programlara bağlı olarak aktif bir gözlemlerle araştırılmak zorunludur. Bu konuda IfaG'nın DFG plânının sonuçları merakla beklenebilir.

#### 6. GRAFİK BİLGİ ÇIKIŞI

İster ana bilgilerden genelleştirilmiş ister orijinal bilgiler olsun, bir kez hazırlanmış bilgi bankasının kullanma olanakları hemen hemen



sonsuzdur denilebilir. Bunlardan biri de alışılacagelmış klâsik bir haritanın orjinalinden grafik baskısıdır. Bu amaçla uygulama alanında bulunan aletler kısmen çizilecek çizgiyi izleyen çizim aksesuarlı doğrusal aletler, kısmen tram prensibine göre görüntüyü yeterli noktalara ayırıp sonra bunları satırlar halinde çizen çizim aletleridir.

Doğrusal aletler, çizimi çini mürekkebi ile, kazıma ile veya ışık yolu ile oluştururlar. Işık yolu ile çizimde film üzerinde hareketli bir ışık vardır. Birçok alette çizimin sonucunu bir ekranda görmek mümkündür Ekran görüntüsü bütün haritayı gösterecek şekilde olmalıdır. Harita çizimi yapan çizim aletlerinde kesinlikle olması gereken husus, bilgi bankasındaki bilgileri hazırlanacak haritanın ölçeğine uygun büyüklükte özel işarete çevirebilmesidir.

Bir detayın tanıma işareti, belli bir ölçek için, haritada belli bir sembole özdeştir. Bu sembol aletin sembol tablosunda bulunmalıdır ve detayın tanıma işaretine bağlı olarak bilgi bankasından çizim veya kazıma isteği geldiğinde de sembol tablosundan çağırılabilmelidir. Aynı husus görüntü ekranı için de geçerli olmalıdır.

Kazıma tipinde çift çizgi, üçlü çizgi kazıyacak uygun bir takım kazıma ucu bulunmalıdır ve bunlar da sistem içinde gerektiğinde çağırılabilmelidir. Örneğin harabe, maden ocağı, telsiz istasyonu v.b gibi özel işaretlerin kazanması için, o ölçek için geçerli sembol tablosunun hazırlanmasında şekiller önceden programlanmalı ve çağırıldığında gelecek şekilde hafızaya alınmış olmalıdır. Şu halde her ölçek için gerekli özel işaretlerin bir yorucu çalışma sonucu bir araya getirilmesi zorunluluğu vardır. Böyle bir çalışma IfaG'da 1/200.000 ve 1/25.000 ölçeklerin her biri için 100 saati gerektirmiştir. Işık yolu ile çalışan aletler için özel işaretlerin negatif şekillerini üzerinde bulunduran diskler hazırlanmak mecburiyetindedir. Her hangi bir özel işaretin sembol tablosundan çağırılmasında bu disk otomatik olarak, istenen özel işaret film üzerine pozlanacak şekilde dönmelidir.

Işık yolu ile çizim ve kazıma, doğal olarak teğet yaklaşmalı olmalıdır. Çizim sonucundan da anlaşılacağı gibi bu iki çizim tarzı bugün için kartografik çalışmalarda yeterli olabilmektedir. Bunun yanında çift çizgilerin çiziminde eğri iki çizgi arasındaki uzaklıktan daha küçük yarıçaplı bir eğri çizilecekse zorlukla karşılaşılabilmektedir. Kesim noktalarında elle düzeltilmesi gereken taşmalar olmaktadır. Çizim hızının biraz daha arttırılması, doğrusal aletlerde, WEBER'in 1975 de öneride bulunduğu gibi, çizim başlığının optimum bir hıza ulaşmasını sağlayacaktır.

## 7. MALİYET

Otomasyonun maliyeti tahminen oldukça çoktur ve ancak yeterli yarar sağlanabiliyorsa bu harcama yerinde görülebilir. Şimdiye kadar klâsik harita yapımı ile otomatik harita yapımı arasında çok az bir karşılaştırma yapılmıştır. 1975 de IfaG'da PFROMMER tarafından aşağıdaki rakamlar yayınlanmıştır. 1/50.000 ölçekli sayısal duruma getirilmiş bir haritadan, kompütereye dayalı 1,9 adet TÜK 200 (1/200.000) harita ile 1 adet 1/50.000 haritanın hazırlanması 1 191 240 alman markı ve aynı haritaların klâsik olarak hazırlanması 1 194 675 alman markına malolmuştur.

Maliyet her iki metotda da hemen hemen aynı kalmaktadır. Fakat otomatik olarak haritaların hazırlanması klasik metoda oranla % 61 oranın da daha çabuk yapılabilir. Kaba olarak:

Aynı personel ve aynı harcamayla ve otomasyon uygulamakla bugün için klâsik yolla elde edilenden iki kat fazla harita elde etmek mümkündür. Bilgi bankasındaki bilgiler ne kadar sık kullanılırsa otomasyonun yararı da o kadar fazla olacaktır. Bu sonuçlar Kanada'daki çalışma sonuçlarının açıklamalarına da uymakta, yani bir noktada gerçekçi olmaktadır. Otomasyonda personel masraflarının çoğuna elle sayısal duruma getirme işlemi sebep olmaktadır. Sayısal duruma getirme işlemlerinin de tamamen otomatikleştiğinde bu harcamalar daha da azalacaktır.

#### 8. KAPANIŞ

Kartoğrafyada otomasyonun şimdiye kadarki gelişimi, henüz her şeyi içeren bir modelin başarı ile sonuçlanmasını ortaya koyamamıştır. Birçok problemler kısmen çözümlenmiş, bir kısım tamamlanmış çalışmalar ise otomasyona ulaşabilmiştir. Fakat işin büyük bir kısmı, kartoğrafların önemli katkısı ile aktif bir kontrol altında çalışır halde bulunmaktadır. Birçok problemler (seçim, birleştirme, genelleştirme işlemlerinde karşılıklı bağlantı, kenarlaşma, tram bilgi bankaları) henüz halledilmiş değildir. Fakat bunların da önümüzdeki 5-10 yıl içinde, yeterli vasıta sağlandığı sürece, halledilebileceği iyimserliğine varılabilir. Eğer bizden haritalarımızın şimdi olduğundan daha çabuk revizyonu isteniyorsa harcama ve çalışmanın zamanını dikkatle kestirip, aynı harcamaya malolacak, fakat daha hızlandırılmış bir revizyon sağlayacak otomasyonu denemek mecburiyetindeyiz.