

# İTERAKTİF GRAFİK SİSTEMLERDE PREZİSYON ARAŞTIRMASI

Ismail H. Gürdoğan

## 1. GİRİŞ

Yeryüzünün geometrik yapısına ilişkin güncel verilerin açık, güvenilir, kolay yorumlanabilir ve kullanıcıların bilgi gereksinimlerini karşılayacak şekilde sunulması haritacılığın önemli ve öncelikli görevi sayılmaktadır.

Değişik kaynaklardan üretilen geometrik verilerin üretim hassasiyetleri bozulmadan ölçek ve pafta boyutundan bağımsız bir şekilde arşivlenmesi, işlenmesi, görüntülenmesi ve amaca uygun haritaların çizdirilmesi ancak yeni teknolojilerin kullanılmasıyla mümkün olmaktadır. İteraktif grafik sistemler bu alanda geniş olanaklar sunmaktadır. Bu sistemlerin kullanım alanları çizim ve konstrüksiyon işlerini aşmakta, geometrik verilere sözel veriler (örneğin tapu bilgileri) eklenerek arazi bilgi sistemleri (Coğrafi Veri Tabanı) oluşturulmaktadır (Şekil 1).

İteraktif grafik sistemlerin ekonomik kullanımı için geçerli ölçüt, sayısal haritaların oluşturulmasındaki ilk yatırım ve bunların çok amaçlı kullanımı olmaktadır. İteraktif grafik sistemle, sayısal haritalardan ve arazi bilgi sistemlerden çok amaçlı yararlanılabilmesi koşuluyla ekonomik olabilmektedirler.

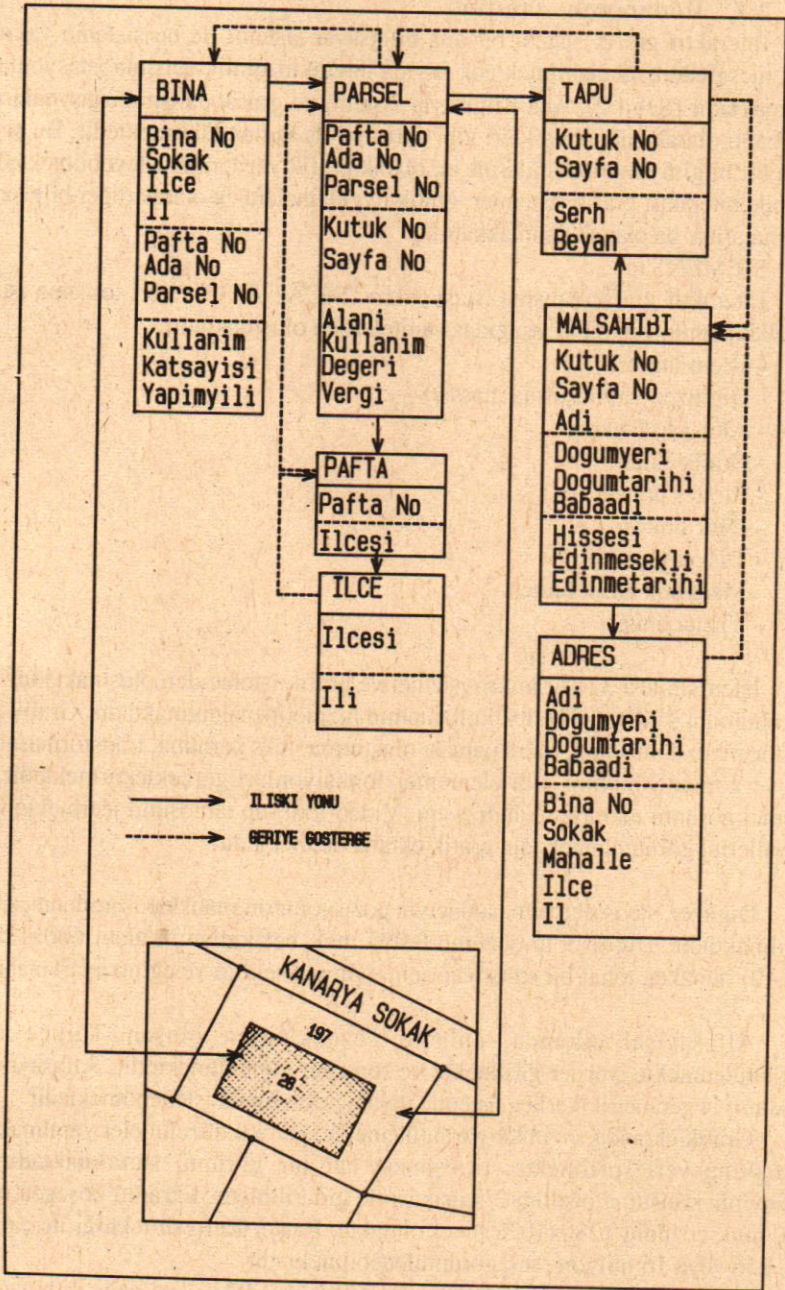
İteraktif grafik sistemlerin, tapu ve kadastro hizmetlerinde, arazi toplulaştırması ve yeniden düzenlenmesinde, belediyelerin imar hizmetlerinde, teknik alt yapının planlanması ve dökümantasyonda, tematik harita üretiminde, tarım üretiminin ve çevre kirlenmesinin izlemesinde ve mühendislik projelerinin hazırlanmasında kullanım olanakları bulunmaktadır.

Sayısal harita üretiminde, veriler arazi ölçmelerinden, fotogrametrik değerlendirmelerden, uydu görüntülerinden ve mevcut haritaların sayısallaştırılmasından elde edilmektedir.

Sayısal harita üretiminde, geometrik verilerin üretiminde maliyetin yüksek olması, üretimin uzun sürmesi, kısıtlı ekonomik olanaklar ve verilen hizmetlerin aksamaması gibi nedenlerden dolayı ilk etapta mevcut haritaların sayısallaştırılmasına gidilmektedir. Sayısallaştırma işlemi, DIGITIZER ve SCANNER'ler ile yapılmaktadır. Ülkemizde interaktif grafik sistemlerin yaygın olarak kullanılması nedeniyle, sayısallaştırma prezisyonu hakkında yanlış düşünceler hakim bulunmaktadır.

Sayısallaştırma işleminde, koordinat değerlerinin ve alanların değişimi, pafta deformasyonlarının sayısallaştırmaya etkileri genellikle merak edilmektedir.

Bildiride, SIEMENS'in SICAD-9732 İteraktif Grafik Çalışma İstasyonunda köşe noktalarının koordinatları ve alanı kesin olarak bilinen geometrik şeklin çok kez sayısallaştırılması ile bulunan sonuçlar sunulmaktadır.



SEKIL 1 : COGRAFI VERI TABANI ORNEGI

## 2. İNTERAKTİF GRAFİK SİSTEMİN TANITIMI

### 2.1. Donanımın tanıtımı

İnteraktif grafik sistem bir ana bilgisayar sistemi ile bu sisteme yakın veya uzak mesafede bağlanabilmek çok sayıda interaktif grafik çalışma istasyonlarından oluşmaktadır (Şekil 2). Ana Bilgisayar sistemi ve grafik çalışma istasyonları birbirine bağlı olarak çalışabildikleri gibi ayrı ayrı da kullanılabilirlerdir. Bu sistemler yalın bir bilgisayarın özelliklerine ek olarak grafik verileri de işleyebilmektedir. Bu nedenle interaktif grafik sistemler, grafik uygulamalara ek olarak diğer bilgisayar uygulamalarına da olanak tanımaktadırlar.

#### SIEMENS'in

İnteraktif grafik çalışma istasyonları "SICAT-9732", Veri toplama istasyonu olarak kullanılmaktadır ve aşağıdaki ünitelerden oluşmaktadır:

- İşlem ünitesi
- Digitizer (sayılaştırma masası)
- Alfasayısal ekran
- Grafik ekran
- Plotter ünitesi
- Disk ünitesi
- Disket ünitesi
- Manyetik kaset ünitesi
- Yazıcı ünitesi

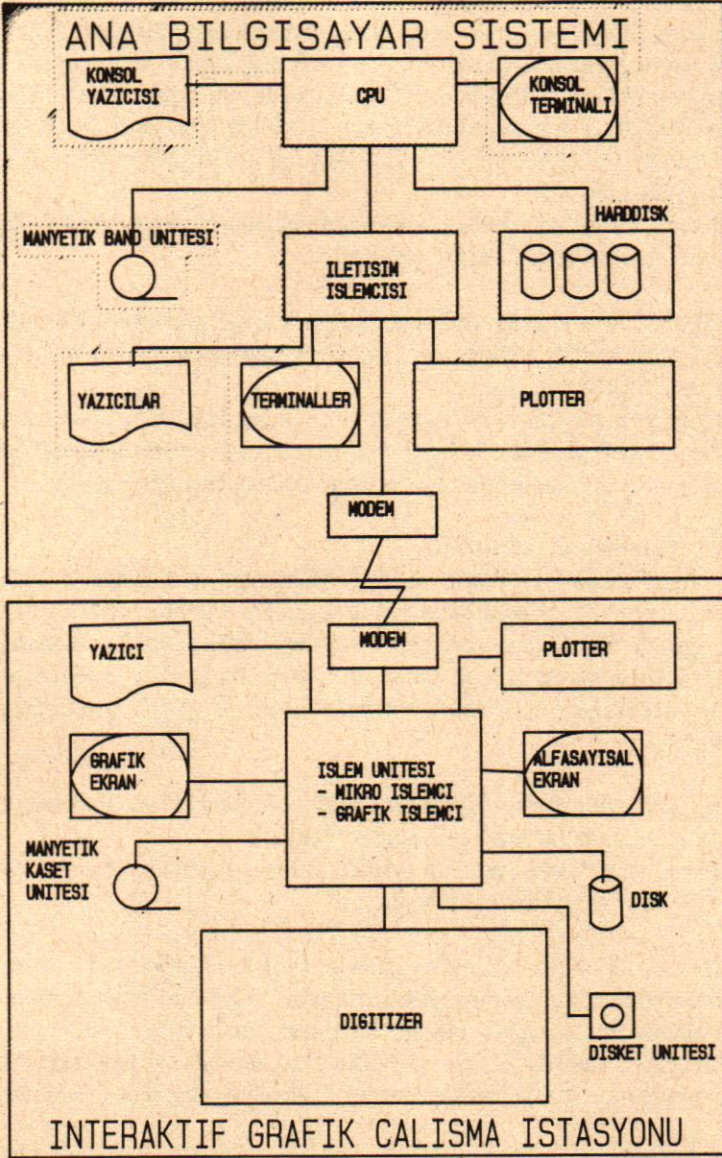
İşlem ünitesi 32-Bit mikro işlemci ve grafik işlemciden oluşmaktadır. Sistemde minimum 4 MB ana bellek kullanıcının hizmetine sunulmaktadır. Grafik işlemci, vektör-pixel dönüşümü, daire parçası oluşturma, teks yaratma, transformasyon, tarama ve közör yönetimi gibi elementer fonksiyonları gerçekleştirmektedir. Grafik işlemci görüntü tekrarlama hafızasını, Video-look-up tablosunu içermekte ve video sinyallerini görüntülemek için grafik ekrana iletmektedir.

Digitizer, sayısallaştırma amacıyla pozisyonların maus ile işaretlenmesinde kullanılmaktadır. Digitizer'in çözümü 0.025 mm, net kullanım alanı 600x1280 mm (3x A2) olmakta, rahat bir çalışma ortamı için yüksekliği ve eğimi ayarlanabilmektedir.

Alfasayısal ekranda, anlamlı sözcüklerden oluşan Türkçe menüler görüntülenmekte, veriler girilmekte ve sonuçlar alınabilmektedir. Alfasayısal ekran yardımıyla geometrik veriler sistemle diyalog ortamında işlenebilmektedir.

Grafik ekranda, çizimler görüntülenmekte, gerekli düzeltmeler yapılmakta, kağıt formatına yerleştirilmekte, titreşimsiz net bir görüntü sunulmaktadır. Ekran yüzeyinin yansıtma özelliği 2/ tabakası ile giderilmiştir. Ekranın köşegen uzunluğu 510 mm, çözümü 1280x1024 pixel olmakta, Raster-Refresh tekniği ile çalışmakta, 16, 256 veya 16 milyon renk görüntülenebilmektedir.

İnteraktif Grafik Çalışma İstasyonu "SICAD-9732" ye değişik boyutlarda ve özellikte çizim yapabilen plotterler bağlanabilmektedir. Standart olarak sisteme A3 boyutunda çizim yapabilen bir plotter bağlı bulunmaktadır. Bu plottere 8 değişik renkte elyaf uçlu kalem veya rapido takılabilmekte ve asetat dahil değişik altlıklara



SIEMENS

SEKİL 2 : İNTERAKTİF GRAFİK SİSTEMLERDE DONANIM KONFIGURASYONU

çizim yapılabilir. Adreslenebilen en küçük adım büyüklüğü 0.025 mm, çizim doğruluğu 0.1 mm olmaktadır.

Grafik Çalışma İstasyonunda işlem ünitesi ile aynı kabin içine yerleştirilmiş net kapasitesi 73.7 MB olan bir hard disk bulunmaktadır. Sisteme gerektiğinde 2. hard disk bağlanabilmekte ve toplam 147.4 MB disk kapasitesi yaratılabilmektedir. Kabin içinde 650 KByte'lık disketler (5 1/4") için disket sürücü bulunmaktadır.

Sisteme RS232 ara birimi üzerinden 45 MByte kapasiteli manyetik kasetler için kaset sürücüsü bağlanabilmektedir. Manyetik kaset yardımıyla veriler güvence altına alınabilmektedir.

Sisteme, koordinat ve alan listeleri gibi sonuçları kağıt üzerine dökülebilmek amacıyla bir matris yazıcı bağlanmaktadır.

SIEMENS'in yeni geliştirdiği interaktif grafik çalışma istasyonlarında ana bellek 16 MByte ve hard disk kapasitesi 310 MByte kadar genişletilebilmekte ve bu sistemlerin hızı 15 MHz olmaktadır.

İnteraktif Grafik Çalışma İstasyonlarına, değişik kaynaklardan elde edilen verileri aktarmak için fotogrametrik değerlendirme cihazları ve elektronik takometrelerin kayıt üniteleri RS232 standart ara birimi üzerinden bağlanabilmektedir.

## 2.2. Yazılımın tanıtımı

İnteraktif grafik sistemlerin verimli olabilmeleri için donanım özelliklerinin yanısıra güçlü yazılımlar ile desteklenmeleri gerekir. Çünkü, yazılım geliştirme zaman alıcı, pahalı olmasının yanısıra mesleki bilgisi yüksek yazılım uzmanı gerektirmektedir. Yazılımlar hazırlanıp kullanım aşamasına gelinceye kadar alınan donanımlar güncelliğini yitirmekte ve daha ucuz ve güçlü sistemler piyasaya sürülmektedir.

SIEMENS, geliştirdiği interaktif grafik sistemler için değişik uygulamalara yönelik yazılımları da birlikte sunmaktadır (Şekil 3).

Bildirideki inceleme, interaktif grafik çalışma istasyonu bazında çalışan SICAD-DIGSY yazılımı ile yapılmıştır.

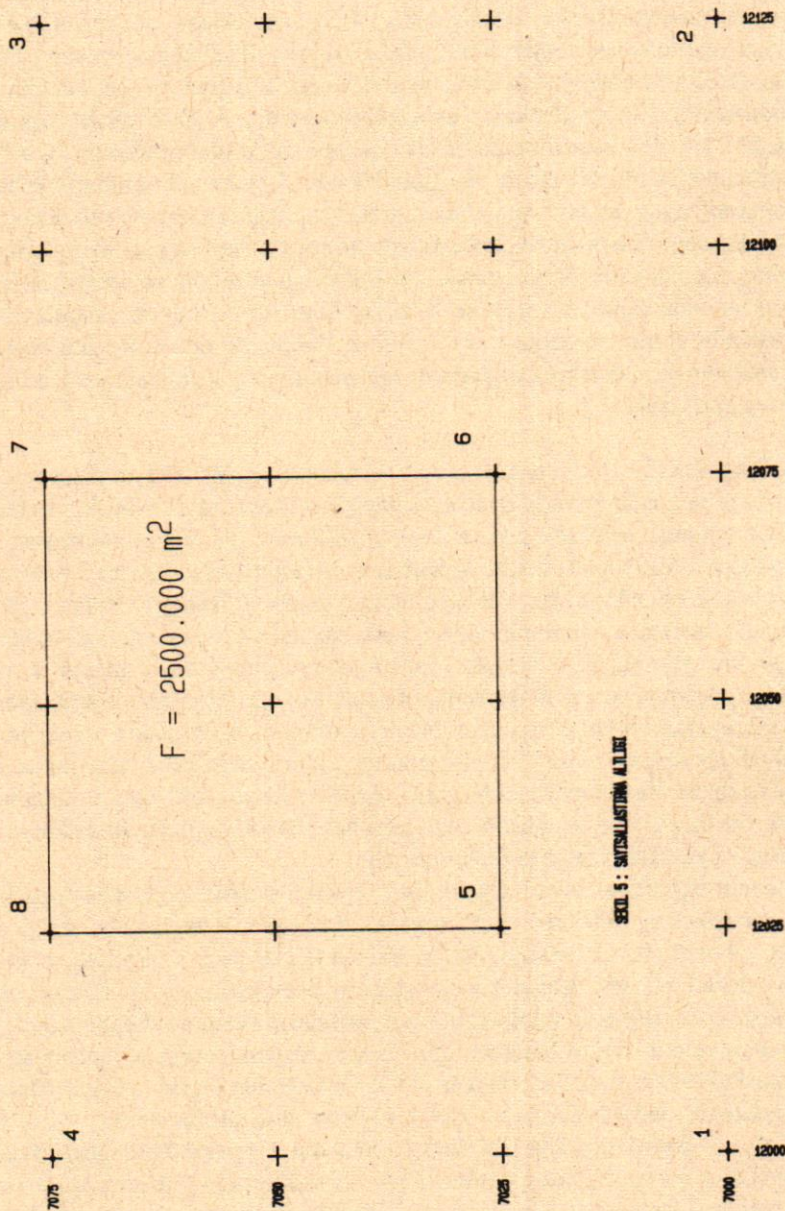
SICAD-DIGSY, sayısal harita, plan ve projelerin üretiminde kullanılan, çok sayıda fonksiyonu kapsayan bir grafik yazılımdır. Yazılımda genel çizim fonksiyonlarına ek olarak özellikle harita üretiminde gereksinim duyulan fonksiyonlara büyük önem verilmiştir. SICAD-DIGSY ile alfasayısal ekranda görüntülenen ve anlamlı sözcüklerden oluşan Türkçe menüler düzeyinde diyalog ortamında çalışılmaktadır.

SICAD-DIGSY yazılımı, bilgisayar ile insan arasındaki iletişim, kolay ve esnek olacak şekilde tasarlanmıştır. Bütün fonksiyonlar hiyerarşik yapıda bir menü ağacı şeklinde düzenlenmiştir (şekil 4). Sistem hakkında biraz bilgi ve kısa bir uygulama döneminden sonra kullanıcı üretime geçebilmektedir. Bu yazılım ile harita sektörüne son derece gelişmiş bir sistem sunulmaktadır. Sistemin sunduğu bütün olanakları sonuna kadar değerlendirebilmek için deneyim gerekmektedir. SICAD-

DIGSY yazılımı, resim (pafta), obje (ada, parsel v.s) ve çizgi elemanları (parsel kenarları v.s.) olmak üzere üç işlem düzeyinden oluşmaktadır. En üst işlem düzeyinde resimler isimlendirilmekte, bellekten çağrılabilmekte, kopyalanmakta, silinmekte, güncelleştirme işlemine geçebilmekte, grafik ekranda görüntülenen çizim formatının içine yerleştirilmekte ve plot fonksiyonları ile çizdirilmektedir. Bir resim, bir veya çok sayıda obje'den oluşabilmektedir. Objeler, isimleri olan bağımsız resim parçaları olmakta, transforme edilebilmekte, taranabilmekte, dengeleyici eğri geçirilebilmekte, ölçülendirilebilmekte ve alanları hesaplanabilmektedir. Ada ve parsel ilişkisinde olduğu gibi bir obje kendisine bağlı alt objelere sahip olabilmektedir. Objeye için yapılan işlemler alt objeler için de yapılabilmektedir. Objeler nokta, ardaşık kenar dizisi (poligon), kenar ve daire parçalarından oluşan çizgi dizilerinden oluşmaktadır. Güçlü ve kapsamlı konstrüksiyon fonksiyonlarının yanısıra sayısal haritaların prezisyonunu ve optik kalitesini artırmak için kullanılan düzeltme ve dengeleme fonksiyonları bulunmaktadır. Dengeleme fonksiyonları ile noktaların dengeleyici bir doğru üstünde olması, kenarların ortogonallık, paralellik, açı ve mesafe koşulları sağlanmaktadır. Bu geometrik koşulların sağlanması ile görüntünün yanısıra içerik kalitesinde artmaktadır.

SICAD-DIGSY yazılımı ile sayısal haritaların içeriği 50 ayrı düzlemde, 10 değişik çizgi modunda ve kalınlığında, 10 değişik renkte çizdirilebilmekte ve bu parametreler sonradan gerektiği şekilde değiştirilebilmektedir. Yazılımın kapsamında bulunan diğer fonksiyonlar ile sayısal haritanın içeriği çizim parametrelerinin kombinasyonları ile tanımlanmakta, istenilen ölçekte grafik ekranda görüntülenmekte ve çıktı alınabilmektedir. Yazılımın kapsamında her işlem düzeyinde kullanılabilen çizim, zoom, informasyon, fastplot, raster, değişkenlere değer atama, komut (prosedür) geliştirme ve icra fonksiyonları bulunmaktadır. Informasyon fonksiyonları ile noktaların koordinatları ve alan listeleri alfasayısal ekrandan ve yazıcıdan alınabilmekte veya bir dosyaya aktarılarak diğer programlar tarafından kullanılabilir. Yazılımın sunduğu geniş olanaklar ile yönetmeliklerde tanımlanan semboller bir kez çizilip depolandıktan sonra her çizimde kullanılabilmekte, nokta numaraları ve yükseklikleri yazdırılabilmektedir.

Mevcut haritaların sayısallaştırılması, digitizer üzerine yerleştirilen pafta ile grafik ekran arasında Helmert veya Afin transformasyonu ile bağlantı kurulmaktadır. Bağlantı için pafta üzerinde koortinatları bilinen nokta maus ile işaretlenmekte ve koordinat değerleri sayısal olarak klavyeden girilmektedir. Bu şekilde 30 pas noktası girilebilmektedir. Digitizer koordinatları ve noktaların kesin kordinatları ile isteğe göre helmert ve afin Transformasyonu için Transformasyon matrisi hesaplanmakta ve depolanmaktadır. Pas noktalarındaki artık hatalar istenilen ölçekle vektör olarak ve ayrıca istatistik değerlendirmeler için bir dosya oluşturulmaktadır. Artık hata vektörleri ve yaratılan dosya ile transformasyon irdelenmekte, pas noktaları ayıklanmakta veya yenileri eklenebilmektedir. Transformasyon matrisi kesin olarak bir kez belirlendikten sonra pafta konumu değişmediği sürece pafta-ekran bağlantısı korunmaktadır. Bu işlemten sonra pafta üzerinde işaretlenen bütün noktalar otomatik olarak bulunan, transformasyon parametreleri ile dönüştürülmekte ve komşuluk



SETEL 5 : SATUKALAJARAN ALI LIRI

prensipini korumak amacıyla bulunan koordinatlara, pas noktalarına uzaklıklarına göre bulunan ağırlıklar ile düzeltmeler getirilmektedir. Bu yol izlenilerek çok sayıda paftayı birleştirmek mümkün olmaktadır.

### 3.PREZİSYON ARAŞTIRMA

Araştıma amacıyla alanı kolay hesaplanabilen bir şekil seçilmiştir. Kenar uzunlukları 50m olan bir karenin köşe noktalarının kordinatları girilerek 1 numaralı düzlemde kapalı bir şekil oluşturulmuştur. Şekil ile birlikte karelej noktaları da oluşturulmuş ve karenin köşe noktaları ve kare A4 formatında bir kağıda çizdirilmiştir (Şekil 5). Çizim aşamasında, x ve y eksenleri doğrultusunda farklı ölçekler verilmiştir. Bu sayede pafta deformasyonu simule edilmiştir. Bundan sonraki aşamada kağıt üzerindeki çizimin sayısallaştırılması yapılmıştır. Sayısallaştırmada, pafta-ekran bağlantısı hem Helmert hem de Afin Transformasyonu ile yapılmıştır. Artık hata vektörleri çizelge 1 ve 2 ile şekil 6 ve 7/de görülmektedir. Transformasyonlar için sadece 4 nokta kullanılmıştır. Helmert ve Afin Transformasyonları ile kurulan bağlantılardan sonra 20'şer defa sayısallaştırma yapılmıştır. Her bir bağlantı için bulunan koordinat değerleri, alan değerleri ve bunların kesin değerlere olan farkları çizelge 3,4 ve 5'de gösterilmiştir. Sayısallaştırma işlemlerinde sonuçları positif yönde etkileyecek özel bir çabadan özellikle kaçınılmış, normal bir çalışma temposu tercih edilmiştir.

Transformasyon ve 20 sayısallaştırma için 30 dakika harcanmıştır. Disk bellette, kare için 1200 byte yer ayrılmaktadır. Bu yer nokta koordinatları, nokta numaraları, noktaları birleştiren çizgiler, semboller, resmin ismi ve çizim parametreleri (çizgi türü, çizgi kalınlığı, düzlem numarası, renk) için kullanılmaktadır. İzole bir nokta için sembol ve numara olmaksızın 52 byte yer gerekmektedir. Resim ile genel bilgiler 500 byte kadar yer tutmaktadır.

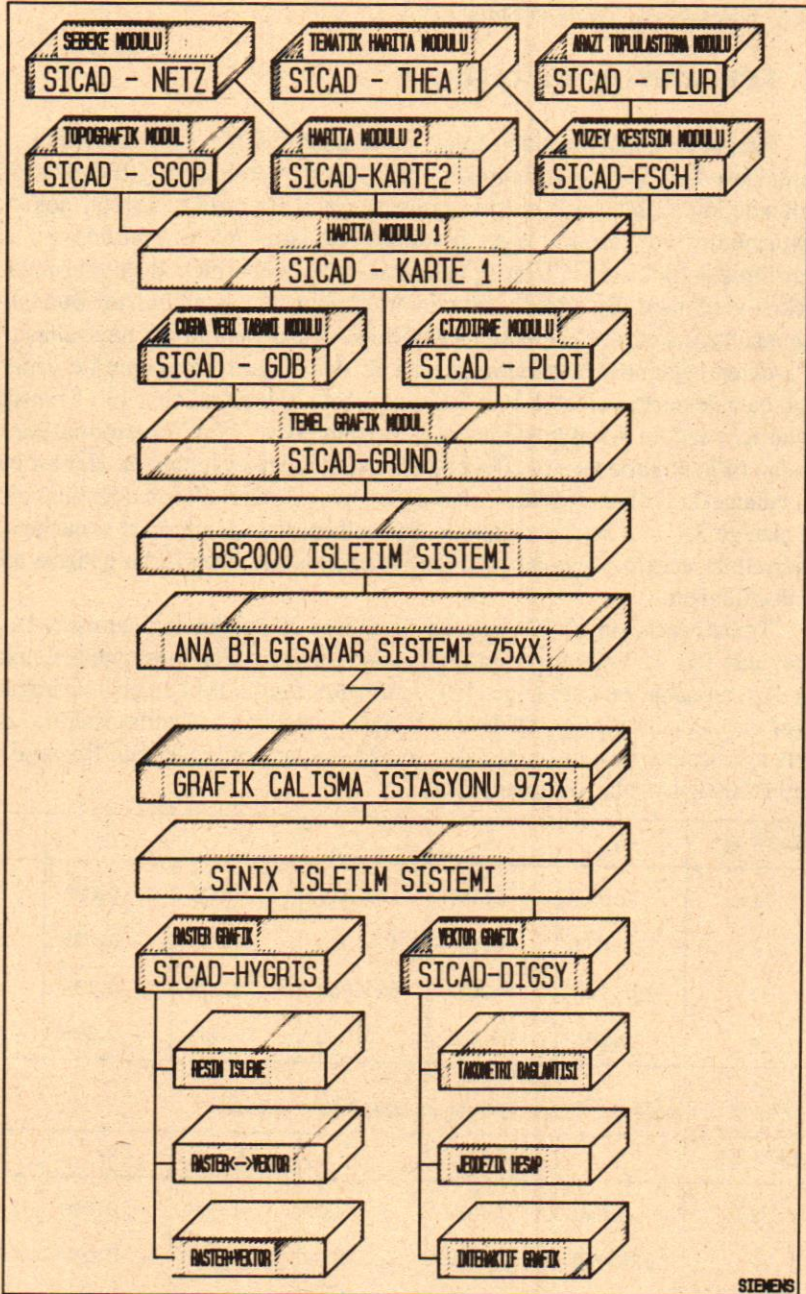
NOKTA NO.	y	x	y	x	yy	yx
1	- 0.093	0.169	0.000	0.000	- 0.093	0.169
2	125.053	0.145	125.000	0.000	0.053	0.145
3	125.134	74.879	125.000	75.000	0.134	- 0.121
4	- 0.094	74.807	0.000	75.000	- 0.094	- 0.193

ÇİZELGE 1: Helmert Transformasyonunda artık hatalar

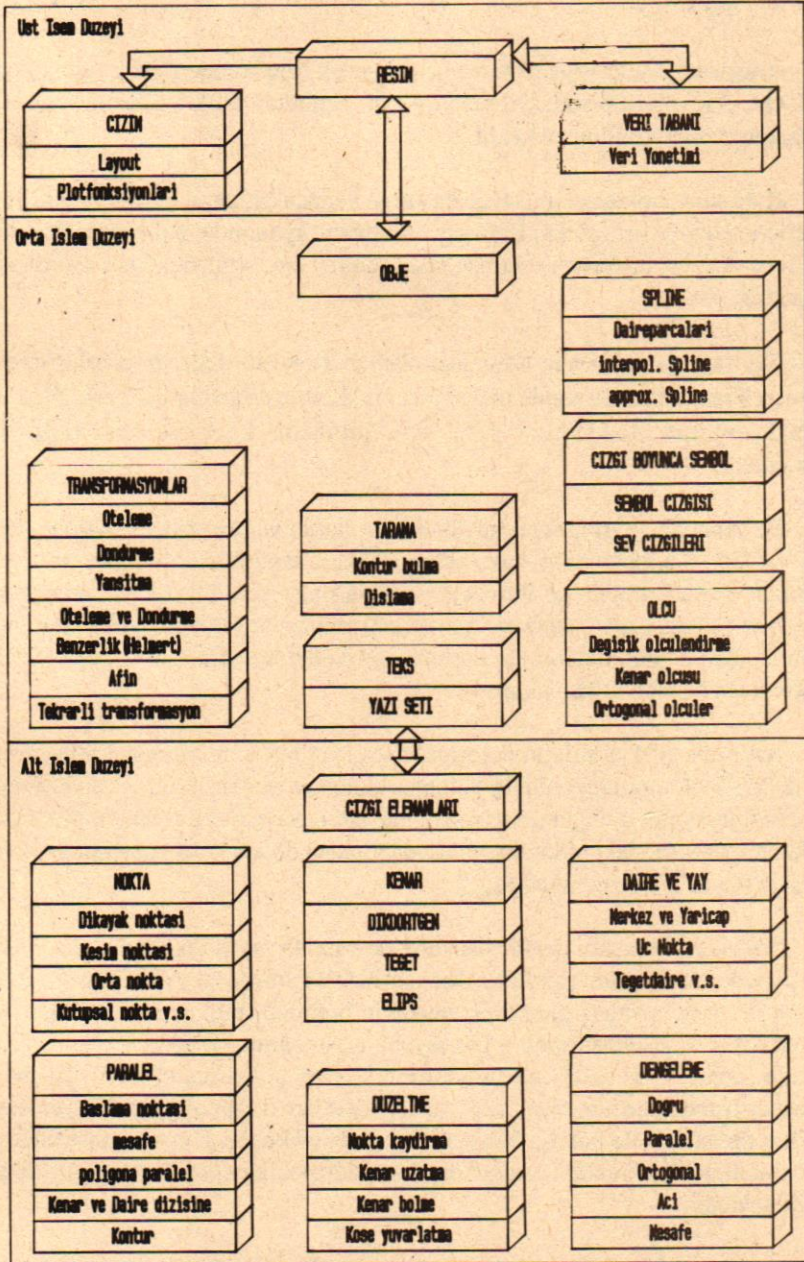
NOKTA NO.	y	x	y	x	yy	yx
1	0.040	0.012	0.000	0.000	0.040	0.012
2	124.960	- 0.012	125.000	0.000	- 0.040	- 0.012
3	125.040	75.012	125.000	75.000	0.040	0.012
4	- 0.040	74.988	0.000	75.000	- 0.040	- 0.012

ÇİZELGE 2: Afin Transformasyonunda artık hatalar





SEKIL 3 : SICAD-KARTOGRAFYA YAZILIMLARI



SEKIL 4 : PRINSIP OLARAK SICAD-DIGSY MENUSUNUN YAPISI

#### 4. SONUÇ

Araştırma sonuçlarına göre maksimum artık hata Helmert Transformasyonunda 14,5 cm, Afin Transformasyonunda 4 cm olmakta, artık hataların dağılımında uyumsuzluklar görülmektedir.

Kare köşe noktalarının sayısallaştırma sonucu bulunan koordinatları ile kesin değerlerin karşılaştırmasında Helmert Transformasyonunda maksimum 25 cm, ortalama 7 cm, Afin Transformasyonunda maksimum 9 cm, ortalama 2 cm koordinat farkı bulunmaktadır.

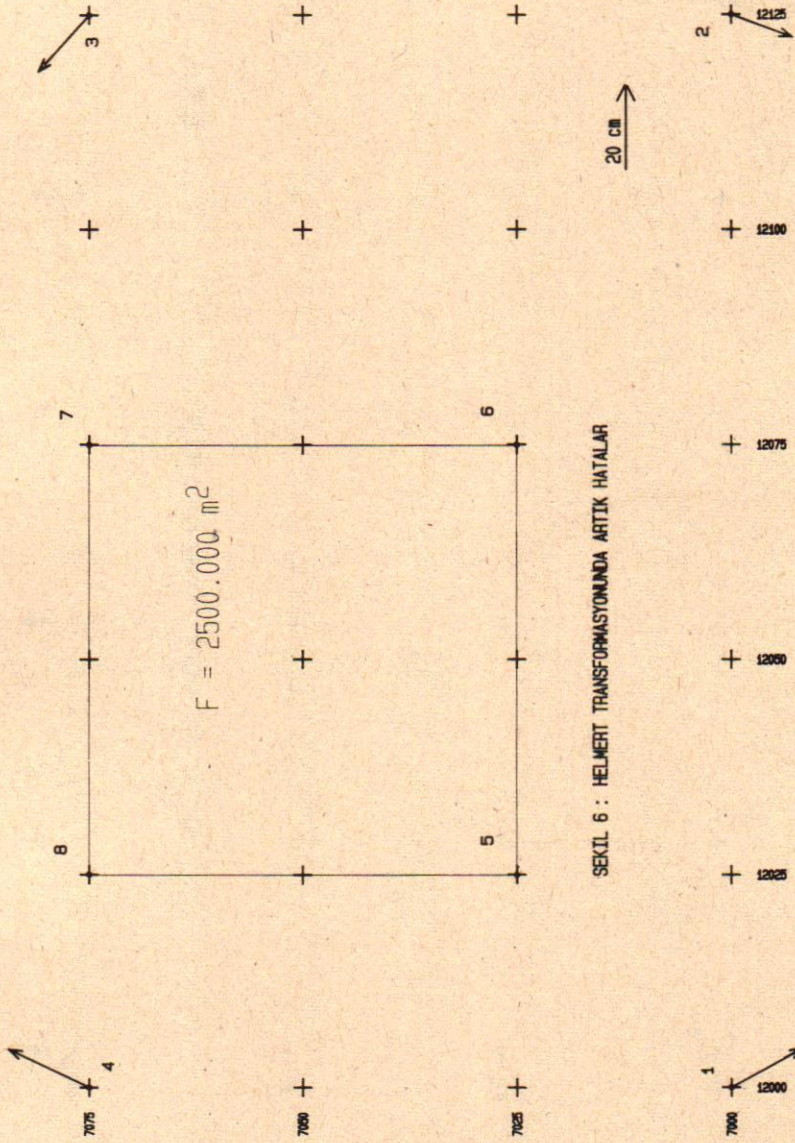
Sayısallaştırma sonucu bulunan alanlar ile kesin değerlerin karşılaştırmasında Helmert Transformasyonunda maksimum 13,25 m<sup>2</sup>, ortalama 8,15 m<sup>2</sup>, Afin Transformasyonunda maksimum 5.43 m<sup>2</sup>, ortalama 1.13 m<sup>2</sup> alan farkı ortaya çıkmaktadır.

Bulunan alan farklarının, büyük ölçekli harita yapım yönetmeliğinin (31.Ocak 1988), 259. maddesindeki hata sınırı ile karşılaştırması, bütün farkların hata sınırının içinde kaldığını göstermektedir. Hata sınırı formülü, koordinatlar ve grafik yöntemle bulunan alan farkları için geçerli olmasına rağmen, yönetmeliğin kapsamında daha uygun bir formülün olmayışı ve alan hesaplarındaki geçerli toleransı ifade etmesi nedeniyle kullanılmıştır.

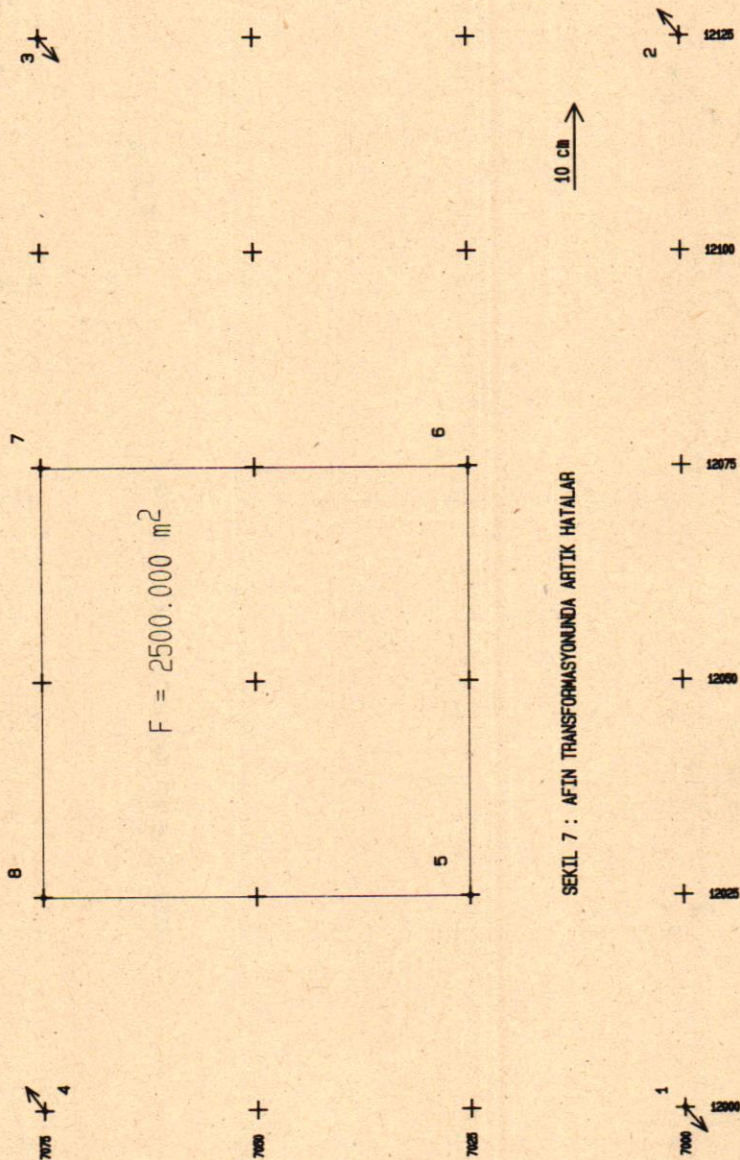
Sayısallaştırılan altlığın deformasyon ölçeğinin y ekseninde 1.008 ve x ekseninde 0.997 olduğu göz önünde bulundurulursa, sonuçlar sistemin deforme olmuş paftalar için uygun olduğunu ortaya koymaktadır. Sayısallaştırılan altlığın x ve y eksenleri doğrultusundaki farklı deformasyonlarından dolayı, afin transformasyonda çok daha iyi sonuçlar elde edilmektedir.

Sonuçlar, interaktif grafik sistemler ile yapılan sayısallaştırmalarda donanımın hassasiyetinin yanısıra yazılımın kapsamında Helmert ve Afin Transformasyonlarının deformasyonları gidermek amacıyla bulunmasının zorunlu olduğunu göstermektedir. Sayısallaştırmanın prezisyonunu, donanım özellikleri ile birlikte kullanılan transformasyon ve gösterilen özen belirlemektedir. Bu nedenle sayısallaştırmaya geçilmeden önce, sayısallaştırılan altlığa uygun transformasyonun yazılım olanakları ile çok iyi belirlenmesi gerekmektedir. Uygun transformasyonun seçimi için grafik ekranda istenilen ölçekte çizdirilebilen artık hata vektörleri yeterli olabilmektedir.

Artık hataların istatistik değerlendirilmesi ise diğer bir olanak olmaktadır. Sayısallaştırma işlemlerinde mevcut altlıklardaki deformasyonlar giderilebildiği ölçüde, elde edilen sayısal haritaların kullanımından kaynaklanan sakıncalar ortadan kalkmaktadır.



SEKIL 6 : HELMERT TRANSFORMASYONUNDA ARTIK HATALAR



SEKIL 7 : AFIN TRANSFORMASYONUNDA ARTIK HATALAR

NOK.NO:	5		6		7		8	
	y -DY-(cm)	x -DX-(cm)	y -DY-(cm)	x -DX-(cm)	y -DY-(cm)	x -DX-(cm)	y -DY-(cm)	x -DX-(cm)
KEŞİN DEĞER	12025.00	7025.00	12075.00	7025.00	12075.00	7075.00	12025.00	7075.00
1	12024.94 +6	7025.05 -5	12075.02 -2	7025.03 -3	12074.97 +3	7074.85 +15	12024.93 +7	7074.87 +13
2	12024.94 +6	7025.05 -5	12074.98 +2	7025.08 -8	12075.01 -1	7074.80 +20	12024.97 +3	7074.82 +18
3	12024.98 +2	7025.00 -0	12075.02 -2	7025.08 -8	12074.97 +3	7074.85 +15	12024.93 +7	7074.82 +18
4	12024.98 +2	7024.95 +5	12074.98 +2	7025.03 -3	12075.01 -1	7074.85 +15	12024.97 +3	7074.82 +18
5	12024.90 +10	7025.05 -5	12074.98 +2	7025.08 -8	12074.97 +3	7074.80 +20	12025.13 -13	7074.87 +13
6	12024.98 +2	7025.05 -5	12075.02 -2	7025.03 -3	12075.05 -5	7074.75 +25	12024.97 +3	7074.82 +18
7	12024.98 +2	7025.10 -10	12075.02 -2	7025.08 -8	12074.97 +3	7074.80 +20	12024.97 +3	7074.82 +18
8	12024.90 +10	7025.05 -5	12075.02 -2	7025.08 -8	12075.01 -1	7074.85 +15	12024.93 +7	7074.77 +23
9	12024.90 +10	7025.05 -5	12074.98 +2	7025.03 -3	12074.97 +3	7074.85 +15	12024.97 +3	7074.82 +18
10	12024.98 +2	7025.05 -5	12074.98 +2	7025.03 -3	12074.97 +3	7074.85 +15	12024.93 +7	7074.82 +18
11	12024.98 +2	7025.05 -5	12074.98 +2	7025.03 -3	12074.97 +3	7074.85 +15	12024.93 +7	7074.87 +13
12	12024.90 +10	7025.05 -5	12074.98 +2	7025.03 -3	12075.01 -1	7074.80 +20	12024.89 +11	7074.87 +13
13	12024.82 +18	7025.00 -0	12074.98 +2	7025.08 -8	12074.97 +3	7074.80 +20	12024.93 +7	7074.87 +13
14	12024.94 +6	7025.10 -10	12074.98 +2	7025.03 -3	12074.97 +3	7074.85 +15	12024.93 +7	7074.82 +18
15	12024.94 +6	7025.05 -5	12075.02 -2	7025.03 -3	12074.97 +3	7074.80 +20	12024.89 +11	7074.87 +13
16	12024.90 +10	7025.00 -0	12074.98 +2	7025.03 -3	12074.97 +3	7074.85 +15	12024.93 +7	7074.82 +18
17	12024.90 +10	7025.05 -5	12074.98 +2	7025.03 -3	12075.01 -1	7074.85 +15	12024.97 +3	7074.82 +18
18	12024.94 +6	7025.05 -5	12074.98 +2	7025.03 -3	12075.01 -1	7074.85 +15	12024.97 +3	7074.82 +18
19	12024.98 +2	7025.00 -0	12074.98 +2	7025.03 -3	12074.97 +3	7074.85 +15	12024.97 +3	7074.87 +13
20	12024.94 +6	7025.00 -0	12074.98 +2	7025.08 -8	12074.97 +3	7074.80 +20	12024.97 +3	7074.77 +23
ORTALAMA	12024.94 +6	7025.04 -4	12074.99 +1	7025.05 -5	12074.99 +1	7074.83 +17	12024.95 +5	7074.83 +17

Çizelge 3 : Pafta-Grafik ekran bağlantısının Helmert Transformasyonu ile yapılması durumunda okunan koordinatlar ve kesin değerler ile karşılaştırılması.

NOK.NO:	5		6		7		8	
	y -BY-(cm)	x -BX-(cm)	y -BY-(cm)	x -BX-(cm)	y -BY-(cm)	x -BX-(cm)	y -BY-(cm)	x -BX-(cm)
KEŞİN DEĞER	12025.00	7025.00	12075.00	7025.00	12075.00	7075.00	12025.00	7075.00
1	12024.98 +2	7025.00 -0	12074.97 +3	7025.02 -2	12074.97 +3	7075.00 -0	12024.94 +6	7074.98 +2
2	12024.98 +2	7024.95 +5	12074.97 +3	7024.97 +3	12074.97 +3	7074.96 +4	12024.94 +6	7075.04 -4
3	12024.94 +6	7025.00 -0	12074.97 +3	7024.97 +3	12075.00 -0	7075.00 -0	12024.94 +6	7074.98 +2
4	12025.02 -2	7024.95 +5	12075.01 -1	7025.02 -2	12074.97 +3	7075.00 -0	12024.94 +6	7074.98 +2
5	12024.94 +6	7025.00 -0	12074.97 +3	7025.02 -2	12075.01 -1	7074.96 +4	12024.94 +6	7075.04 -4
6	12024.94 +6	7025.00 -0	12074.97 +3	7024.97 +3	12074.97 +3	7075.00 -0	12024.94 +6	7075.04 -4
7	12024.98 +2	7025.00 -0	12074.97 +2	7024.97 +3	12075.01 -1	7075.00 -0	12024.98 +2	7074.98 +2
8	12024.98 +2	7025.00 -0	12075.01 -1	7025.02 -2	12075.01 -1	7075.00 -0	12024.94 +6	7074.98 +2
9	12024.94 +6	7025.00 -0	12074.97 +3	7024.97 +3	12075.01 -1	7075.05 -5	12024.94 +6	7074.98 +2
10	12024.98 +2	7025.00 -0	12074.97 +3	7025.07 -7	12074.97 +3	7075.00 -0	12024.94 +6	7074.98 +2
11	12025.06 -6	7024.95 +5	12074.97 +3	7025.02 -2	12075.01 -1	7075.05 -5	12024.98 +2	7075.03 -3
12	12024.94 +6	7025.00 -0	12075.01 -1	7025.02 -2	12075.01 -1	7075.00 -0	12024.94 +6	7074.98 +2
13	12024.98 +2	7024.95 +5	12074.97 +3	7025.07 -7	12074.97 +3	7075.00 -0	12024.98 +2	7075.03 -3
14	12024.94 +6	7025.00 -0	12075.01 -1	7025.02 -2	12075.01 -1	7075.00 -0	12024.98 +2	7075.03 -3
15	12025.02 -2	7025.00 -0	12074.97 +3	7025.07 -7	12074.97 +3	7075.00 -0	12024.94 +6	7075.04 -4
16	12024.98 +2	7025.00 -0	12075.01 -1	7024.97 +3	12075.01 -1	7075.00 -0	12024.98 +2	7074.98 +2
17	12025.02 -2	7025.05 -5	12074.97 +3	7025.02 -2	12074.97 +3	7075.00 -0	12024.98 +2	7074.98 +2
18	12024.98 +2	7024.95 +5	12074.97 +3	7025.07 -7	12075.01 -1	7075.10 -10	12024.94 +6	7075.09 -9
19	12025.02 -2	7025.00 -0	12075.01 -1	7025.02 -2	12075.01 -1	7075.05 -5	12024.94 +6	7075.04 -4
20	12025.02 -2	7025.00 -0	12075.01 -1	7025.02 -2	12074.97 +3	7075.05 -5	12024.94 +6	7074.98 +2
ORTALAMA	12024.98 +2	7024.99 +1	12074.98 +2	7025.02 -2	12074.99 +1	7075.01 -1	12024.95 +5	7075.01 -1

Çizelge 4 : Pafta-Grafik ekran bağlantısının Afin Transformasyonu ile yapılması durumunda okunan koordinatlar ve kesin değerler ile karşılaştırılması.

OKUMA NO.	HELMERT T. ve ALAN m <sup>2</sup>	FARK m <sup>2</sup>	AFİN T. ve ALAN m <sup>2</sup>	FARK m <sup>2</sup>
1	2494.23	5.77	2499.36	+ 0.64
2	2489.56	10.44	2501.92	- 1.92
3	2492.04	7.96	2502.53	- 2.53
4	2493.57	6.43	2500.61	- 0.61
5	2486.75	13.25	2501.31	- 1.31
6	2490.54	9.46	2502.78	- 2.78
7	2487.33	12.67	2500.58	- 0.58
8	2492.54	7.46	2501.31	- 1.31
9	2492.01	7.99	2503.80	- 3.80
10	2490.99	9.01	2498.12	+ 1.88
11	2492.23	7.77	2501.16	- 1.16
12	2494.99	5.01	2502.23	- 2.23
13	2495.00	5.00	2499.63	+ 0.37
14	2490.70	9.30	2502.46	- 2.46
15	2494.03	5.97	2498.38	+ 1.62
16	2494.24	5.76	2501.54	- 1.54
17	2493.00	7.00	2496.08	+ 3.92
18	2492.01	7.99	2505.43	- 5.43
19	2492.55	7.45	2502.84	- 2.84
20	2488.67	11.33	2500.61	- 0.61
ORTALAMA	2491.85	8.15	2501.13	- 1.13
Hata sınırı (Büyük ölçekli haritaların yapım yönetmeliği, Madde 259) $f = 0.013$ MF $+0.0003F=0.013$ $500 \times 2500 + 0.0003 \times 2500$ $f = 15.28 \text{ m}^2$				

Çizelge 5



Interaktif grafik sistemler ile mevcut haritaların sayısallaştırılması, uzun vadede pafta deformasyonu sorununu, arşivleme sorununu ortadan kaldırmakta, güncelleştirme, ölçek değiştirme, değişik hizmetlere yönelik harita üretebilme, arazi bilgi sisteminin oluşturulmasının hızlandırılması, verilen hizmetlerde kalite ve hız artışı, kurumlar arasındaki veri iletişimde kolaylık gibi önemli olanakları sunmaktadır. Ancak kullanılan sistemlerin prezisyonunun, bellek kapasitesinin uygun olması, büyütülebilme ve yabancı sistemler ile veri iletişim olanaklarının bulunması gerekmektedir.

SICAD, donanım ve yazılım olanakları ile sayısal harita üretiminde ve arazi bilgi sistemleri konusunda beklentileri karşılayabilmektedir.