

**KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ  MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
HARİTA MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ**

RASTER GÖRÜNTÜLERDEN HARİTA ÜRETİMİNDE İKİ BOYUTLU DÖNÜŞÜMLER

**Selim TAKCI
060227017**

BİTİRME ÇALIŞMASI

**KOCAELİ
Ocak, 2013**

**KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ  MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
HARİTA MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ**

RASTER GÖRÜNTÜLERİNDEN HARİTA ÜRETİMİNDE İKİ BOYUTLU DÖNÜŞÜMLER

**Selim TAKCI
060227017**

BİTİRME ÇALIŞMASI

**Danışman : Yrd. Doç. Dr. Orhan KURT
Üye :
Üye :**

**KOCAELİ
Ocak, 2013**

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İÇİNDEKİLER.....	ii
SİMGE LİSTESİ	iv
KISALTIMA LİSTESİ.....	v
ŞEKİL LİSTESİ	vi
ÇİZELGE LİSTESİ.....	vii
ÖNSÖZ.....	viii
ÖZET	ix
1. GİRİŞ.....	1
2. GÖRÜNTÜ TÜRLERİ.....	2
2.1 Raster Görüntü.....	2
2.2 Vektör Görüntü.....	2
3. RASTER GÖRÜNTÜ ELDE ETME YÖNTEMLERİ	3
3.1 Fotogrametrik Yöntem.....	3
3.2 Uzaktan Algılama Yöntemi	4
4. DETAY NOKTA KOORDİNATLARININ HESAPLANMASI.....	7
5. 2B DÖNÜŞÜMLER.....	8
5.1 Bilineer Dönüşüm.....	9
5.2 Afın Dönüşümü	10
5.3 Benzerlik (Helmert) Dönüşümü	12
6. MATEMATİK MODELİN OLUŞTURULMASI VE ÇÖZÜMÜ	15
7. DÖNÜŞÜM SONUÇLARININ TEST EDİLMESİ.....	16
7.1 Uyuşumsuz Ölçüler Testi	16
7.2 Parametre Testi	16
8. SAYISAL UYGULAMA	18
8.1 Bilineer Dönüşüm.....	20
8.2 Afın Dönüşüm	21
8.3 Benzerlik Dönüşüm	22
9. SONUÇLAR.....	24

KAYNAKLAR.....	26
INTERNET KAYNAKLARI.....	26
EKLER	27
Ek 1 Ortak noktaların raster görüntü (xy) ve ITRF96 (XY) koordinatları	28
Ek 2 Bilineer dönüşüm sonuçları	29
Ek 3 Afin dönüşüm sonuçları	32
Ek 4 Benzerlik dönüşüm sonuçları.....	35

SİMGE LİSTESİ

n	Ortak nokta sayısı
u	Bilinmeyen sayısı
f	Serbestlik derecesi
d	Polinomsal dönüşümün derecesi
a_{ij}, b_{ij}	Sırasıyla x ve y koordinatlarının polinomsal dönüşüm katsayıları ($i, j=1, 2, \dots, d$)
a_{00}, b_{00}	Sırasıyla x ve y eksenleri yönündeki ötelemeler
λ, μ	Sırasıyla x ve y eksenleri yönündeki ölçek parametreleri
α, β	Sırasıyla x ve y eksenlerinin X ve Y eksenleri ile dönüklükleri
σ^2	Kuramsal varyans
m^2	Deneysel varyans
\mathbf{v}	Düzeltilmeler vektörü
\mathbf{A}	Bilinmeyenlerin katsayılar matrisi
\mathbf{x}	Bilinmeyenler vektörü
\mathbf{l}	Ötelenmiş gözlemler vektörü
\mathbf{P}	Ağırlık matrisi
\mathbf{I}	Birim matris

KISALTMA LİSTESİ

2B	İki Boyutlu
3B	Üç Boyutlu
EKK	En Küçük Kareler
HGK	Harita Genel Komutanlığı
HKMO	Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası
KOÜ	Kocaeli Üniversitesi
TKGM	Tapu Kadastro Genel Müdürlüğü
TMMOB	Türk Mühendis Mimarlık Odalar Birliği
TKG	Tapu Kadastro Genel Müdürlüğü

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa
ŞEKİL 1 Uzaktan algılamada dalga boyları	5
ŞEKİL 2 Afin ($\alpha \neq \beta$, $k_x \neq k_y$, $a_{11} = b_{11} = 0$) ve benzerlik ($\alpha = \beta$, $k_x = k_y$, $a_{11} = b_{11} = 0$) dönüşümü (Kurt, 2011).....	8
ŞEKİL 3 Karenin bilineer dönüşümü (Kurt, 2011).....	9
ŞEKİL 4 Karenin afin dönüşümü (Kurt, 2011).....	11
ŞEKİL 5 Karenin benzerlik dönüşümü (Kurt, 2011).....	13
ŞEKİL 6 Geoeye-1 (solda) ve Ikonos (sağda) uzaktan algılama uyduları ([2]).....	18
ŞEKİL 7 Ortak noktalar.....	19

ÇİZELGE LİSTESİ

	Sayfa
ÇİZELGE 1 Bir karenin kenarlarına ait nokta koordinatları (Kurt, 2011).....	9
ÇİZELGE 2 Bir karenin kenarlarına ait nokta koordinatları ([2], [3]).....	18
ÇİZELGE 3 Bilineer dönüşümde uyumsuz ölçüler testi (EK 2).	20
ÇİZELGE 4 Afin dönüşümünde uyumsuz ölçüler testi (EK 3).....	21
ÇİZELGE 5 Benzerlik dönüşümünde uyumsuz ölçüler testi (EK 4).....	22

ÖNSÖZ

Bu çalışmada, raster görüntülerden yararlanarak küçük ölçekli harita yapımı bir örnek uygulama üzerinden gerçekleştirilmiştir. Örnek uygulama olarak, Google Earth'den alınan ve Umuttepe Yerleşkesi'ni gösteren raster görüntü kullanılmıştır. Bu raster görüntü üzerinde net olarak görülen detay noktaları ülke ağında koordinatları bilinen noktalardan yararlanarak yersel ölçüm yöntemleri kullanılarak ölçülmüş ve ülke sistemindeki koordinatları hesaplanmıştır. Raster görüntüler CAD ortamında vektör hale getirilmiştir. Hem görüntü hem de ülke sisteminde koordinatları bilinen noktalardan yararlanarak, vektör görüntü ülke sistemine dönüştürülmüştür. Vektör görüntünün ülke sistemine dönüşümünde farklı dönüşümler kullanılmış ve bu dönüşümlerin bu işlem için uygunluğu araştırılmıştır.

Çalışma süresinde bu proje için değerli zamanını esirgemeyen, bilgi ve tecrübesi ile her konuda yön gösterip düşünce ufkumu genişleten ve tez çalışmamın sonuçlanmasına büyük katkı sağlayan değerli danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Orhan KURT'a ve arazi ölçümlerinde yardımlarını esirgemeyen değerli arkadaşlarım Oğuzhan TECEL, Furkan BUDAK ve Ersin ÖZLEM'e teşekkürlerimi sunarım.

Selim TAKCI

Ocak 2013, Kocaeli

ÖZET

Günümüzde, teknolojinin gelişmesiyle birlikte harita yapımında farklı gelişimler olmuştur. Fotogrametrinin geometrik temellerine dayanan ve fotogrametrik yöntemle göre daha geniş alanları kapsayabilen raster görüntülerin elde edilebildiği uzaktan algılama yöntemi ile belirli bir ölçeğe kadar harita üretilebilmektedir. Bu çalışmada, bu tür görüntülerden en basit anlamda nasıl harita üretilebileceği üzerinde durulmuş ve Google-Earth'den alınan Umuttepe Yerleşkesi raster görüntüsü üzerinde uygulama yapılmıştır. Uygulama sırasında, raster görüntü üzerinde yer alan belirgin noktaların yersel ölçülerden yararlanılarak elde edilen ülke koordinatları ile bu noktaların görüntü koordinatları arasında uygun dönüşüm modeli araştırması yapılmıştır.

Araziden Umuttepe ASN ağındaki nirengi ve poligonlar yardımıyla arazideki uydu görüntüsünde net görünebilen binaların köşe noktalarına kutupsal alım yapılmıştır. Kutupsal alım ile elde edilen ölçüler CAD ortamında değerlendirilmiş ve belirgin detay noktalarının ITRF96 datumundaki 2B koordinatları hesaplanmıştır. Çalışmada, ülke ve görüntü koordinatları bilinen bu noktalar ortak noktalar olarak adlandırılmıştır.

Görüntü üzerinde yer alan ortak ve diğer noktaların (bina köşeleri, yollar, ...vb.) serbest bir koordinat sistemindeki görüntü koordinatları CAD ortamında vektörleştirme işlemi ile elde edilmiştir. Vektörleştirilen görüntü koordinatları, ortak noktalar yardımı ile ITRF96 datumu ve 2005.0 epoğunda elde edilmiştir. Üç adet dönüşüm modeli uygulanmıştır. Bunlar; benzerlik (Helmert), afin ve bilinear dönüşüm modelleridir.

Görüntü koordinatlarının belirlenmesinde, cubicconvolution yöntemini tercih edilmiştir. Bu yöntemin tercih edilmesinin nedeni, piksellerin 4x4'lük bloklar halinde dönüştürülmesi ve yeniden örnekleme yapılırsa görüntü hassasiyetinin yüksek kalitede elde edilmesini sağlamasıdır.

Uygulama kullanılan görüntü üzerindeki bazı önemli ayrıntılar görüntü alındıktan sonraki tarihlerde inşa edildiğinden, üretilen harita üzerinde bütünleme yapılmıştır. Bütünleme sırasında, bu eksik detaylar yersel ölçüler yardımı ile koordinatlandırılmış ve üretilen sayısal haritaya eklenmiştir.

Anahtar Sözcükler: Raster ve vektör görüntüler, iki boyutlu dönüşümler.

1. GİRİŞ

Çalışmanın amacı, uydu yada hava fotoğrafından (raster görüntü) yararlanılarak küçük ölçekli bir harita elde etmek ve harita elde edilme aşamasında yaygın olarak kullanılan 2B dönüşüm yöntemlerinin uygulamada seçilen görüntü için uygunluğunun araştırılmasıdır.

İlk önce haritası yapılacak olan alana ait raster görüntü (Google Earth) elde edilmiştir. Arazide var olan kontrol (poligon, nirengi) noktalarına yakın olan ve görüntü üzerinde net olarak görülen ortak noktalar numaralandırılmış ve bu noktalar yersel yöntemle ölçülmüştür. Bu kontrol noktalarının koordinatları CAD ortamında serbest bir koordinat sisteminde belirlenmiştir. Ortak noktaların, ITRF96 datumundaki koordinatları da CAD ortamına girilmiş ve diğer noktaların koordinatları ortak noktalar yardımı ile elde edilen dönüşüm parametreleri ile ülke sisteminin dönüştürülmüştür.

Dönüşüm aşamasında 2B boyutlu; benzerlik, afin ve bilineer dönüşüm modelleri uygulanmış. Ortak noktalar ile gerçekleştirilecek en uygun dönüşüm modeli belirlenmeye çalışılmıştır.

2. GÖRÜNTÜ TÜRLERİ

Coğrafi Bilgi Sistemlerinde veya Bilgisayar Destekli Kartografya’da kullanılan veriler iki ana formattadır. Bunlar *raster veri* ve *vektör veri* formatıdır.

2.1 Raster Görüntü

Raster görüntüler grid hücre yapısıdır. Veri grid hücrelere bölünmüştür ve bu grid hücreler görüntünün özelliklerini tanımlar. Raster veri bilgisayar ortamında üç ana rengin karıştırılması ve farklı tonlarda kullanılmasıyla ifade edilir. Raster görüntüler içerisinde şema, harita, grafik, fotoğraf gibi özellikleri barındırırlar. Görüntüler radar algılayıcısı olan cihazların ürettiği sinyallerin sayısallaştırılmasıyla yada dijital kameralardan ışığın kimyasal reaksiyonla mercekten izdüşürülmesinden elde edilir. Haritacıların; tarayıcılar vasıtasıyla bilgisayar ekranında görüntüleyip harita yapımı için kullanılan görüntü türüdür.

2.2 Vektör Görüntü

Belli bir geometrik şekli (nokta, çizgi, poligon, daire, ...vb.) oluşturan piksellerin, tamamını saklamak yerine bu piksellerin tanımlayan geometrik şeklin temel özelliklerini belirleyebilecek bilgilerin saklandığı görüntü türüdür. Sözelimi, bir doğruyu oluşturan piksellerin tamamını saklamak yerine, bu doğrunun uç noktalarındaki iki noktayı ve doğru özneliğini saklamak vektör veri yapısına uygundur. Bir başka örnek, bir daireyi oluşturan pikselleri saklamak yerine, dairenin merkez koordinatlarını ve yarıçapının saklandığı veri yapısı olarak da verilebilir.

Vektör görüntü modeli 3B bir harita için altlık oluşturmaya daha uygundur. Koordinata dayalı bir görüntü türüdür. Vektör görüntü modeli ile raster görüntü modeli birbirlerinden farklı görüntü modelleridir.

3. RASTER GÖRÜNTÜ ELDE ETME YÖNTEMLERİ

Meslek alanımızda kullanılan raster görüntüler, genellikle fotogrametrik yada uzaktan algılama yöntemleri ile elde edilmektedir. Fotogrametrik yöntemde raster görüntü dijital fotoğraf makneleri ile doğrudan elde edilirken, analog fotoğrafların uygun çözünürlükte sayısallaştırılması ile elde edilirler. Uzaktan algılamada elde edilen görüntülerin tamamı raster özelliklidir.

3.1 Fotogrametrik Yöntem

Fotogrametri anlam olarak ışık, çizim ve ölçme anlamına gelmektedir. Fotogrametri 3 boyutlu hassas ölçme tekniğidir. Fotogrametrik sayısal harita yapımında resimlerden cisimlerin konum ve biçimleri yeniden oluşturulur. Fotogrametrik haritalar teknolojinin el verdiği hassasiyette oluşturulabilmektedir. Fotogrametrinin ana uygulama alanı topoğrafik haritaların üretimidir. Küçük ölçekli haritaların yapımında daha çok kullanılır. Çünkü büyük ölçekli harita yapımında arazi bütünleştirilmesi ile birleştirilmesi gerekmektedir ve bu da konumsal hatalara sebebiyet verebilmektedir. Özellikle hava fotogrametrisinde sensör hataları, mercekle hataları, filmlerdeki ve taramalardaki problem, kıymetlendirme ve edit aşamalarındaki kullanıcı tarafı yapılan hatalar gibi benzeri hata durumlarından dolayı planimetrik ya da yükseklik doğruluklarında istenmeyen düzeyde sonuçlar elde edilebilmektedir. Bu tür hataları gidermek için gerekli yerlerde kalibrasyon ve edit aşamasında operatör tarafından düzeltmeler getirilebilir. Bir Fotogrametrik değerlendirmenin sonuçları aşağıdaki gibidir:

- Ölçme sayıları, tek tek cisim noktalarının üç boyutlu bir koordinat sistemindeki koordinatlarını belirleme (dijital nokta belirleme)
- Çizimler, yükseklik eğrileri ve cisimlerin diğer grafik gösterimleri ile harita ve planlar
- Bilgi sistemine veri olarak aktarılan Geometrik Modeller (dijital)
- Dijital ve analog resimler, ortofotolar, hava fotoğrafları, CAD modelleri olan 3B fotolar

Fotogrametrik Yöntemler Yardımıyla;

- Cisimlere dokunulmadan cismin ölçmesi yapılabilmektedir.
- Ölçme işlemi, yer ve zaman yönünden resim çekiminden bağımsız olup istenilen zamanda yapılabilir veya tekrar edilebilir.

- Gözle görünmeyen ışıklardan belli sınırlar içerisinde yararlanılabilir.
- Karmaşık cisimler ve hareket büyük bir güçlük çıkartmadan ölçülebilir.
- Resim çekilen alan kamera görüntüsüne girmeyecek kadar büyükse ve uzaklaşıldığında yeterince hassasiyette olmuyorsa parça parça çekilip bütünleştirme yapılabilir

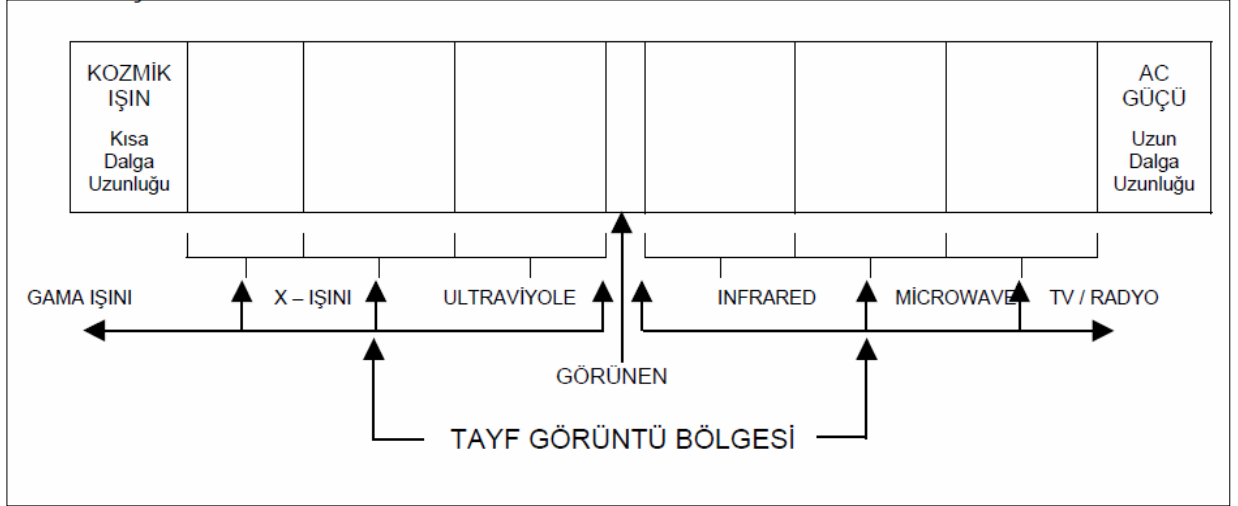
3.2 Uzaktan Algılama Yöntemi

Uzaktan algılama yeryüzünden belli bir mesafeden, atmosferde veya uzayda hareket eden platformlara yerleştirilen ölçüm aletleri aracılığıyla, objelere fiziksel olarak temas etmeden, yeryüzünün doğal ve yapay objeleri hakkında bilgi alma ve bunları değerlendirme tekniğidir. Uzaktan Algılama kısa biçimde tele kayıt (tele detection) ya da Dünya'nın gözlenmesi (Earth observation) olarak tanımlanabilir. Uzaktan algılamanın temel gereksinimi hedefin bir enerji kaynağı tarafından aydınlatılmasıdır. Uzaktan Algılama yansıyan ve yayılan enerjinin algılanması ve kaydı sonucunda elde edilmektedir. Elektro manyetik yayımın, dalga uzunluğu ve frekans olarak adlandırılan iki özelliğinin bilinmesi gerekmektedir. Uzaktan Algılamanın uygulamaları veri elde etme ve veri işleme aşamalarıdır.

Hava Fotoğrafları uzaktan algılamanın temel taşlarındandır. Günümüzde uzaktan algılama verisi, kameralar ve sensörler ile donatılmış uçaklar, insansız hava uçakları ve uydular tarafından sağlanmaktadır. Kameralar ve sensörler görüntüyü elektromanyetik tayfta "Tayf görüntü bölgesi" olarak adlandırılan ve kapsamındaki ultraviyole, görünen ve infrared (kızılötesi) bölgelerinde, yeryüzünden yansıyan ve yayılan enerjiyi ölçerek ve kayıt ederek Uzaktan algılama yeryüzünden belli bir mesafeden, atmosferde veya uzayda hareket eden platformlara yerleştirilen ölçüm aletleri aracılığıyla, objelere fiziksel olarak temas etmeden, yeryüzünün doğal ve yapay objeleri hakkında bilgi alma ve bunları değerlendirme tekniğidir. Uzaktan Algılama kısa biçimde tele kayıt (tele detection) ya da Dünya'nın gözlenmesi (Earth observation) olarak tanımlanabilir. Uzaktan algılamanın temel gereksinimi hedefin bir enerji kaynağı tarafından aydınlatılmasıdır. Uzaktan Algılama yansıyan ve yayılan enerjinin algılanması ve kaydı sonucunda elde edilmektedir. Elektro manyetik yayımın, dalga uzunluğu ve frekans olarak adlandırılan iki özelliğinin bilinmesi gerekmektedir. Uzaktan Algılamanın uygulamaları veri elde etme ve veri işleme aşamalarıdır.

Hava Fotoğrafları uzaktan algılamanın temel taşlarındandır. Günümüzde uzaktan algılama verisi, kameralar ve sensörler ile donatılmış uçaklar, insansız hava uçakları ve uydular

tarafından sağlanmaktadır. Kameralar ve sensörler görüntüyü elektromanyetik tayfta "Tayf görüntü bölgesi" olarak adlandırılan ve kapsamındaki ultraviyole, görünen ve infrared (kızılötesi) bölgelerinde, yeryüzünden yansıyan ve yayılan enerjiyi ölçerek ve kayıt ederek oluştururlar. (Uzaktan Algılama, Ders Notları, 2010, Kocaeli)



ŞEKİL 1 Uzaktan algılamada dalga boyları

Uzaktan Algılamanın en önemli kaynağını uzay fotoğrafları ve uydular oluştururlar.

Ülkelerin ekonomik gelişmesinin temeli toprak yapısının maksimum verimlilikle kullanılmasına bağlıdır. Bu verimlilik doğal kaynakların, büyük şehirlerin kurulmasında, kırsal kesimlerdeki tarım arazileri gibi tüm alanlarda en verimli ve etkili kullanıma bağlıdır. Gelişmiş ülkelerde doğal kaynaklarını yeterince verimlilikte kullanırken gelişmemiş ülkelerde doğal kaynakların yeterli biçimde haritalanmamış ve tespit edilememiş olması sonucu doğal kaynaklar hakkında konumsal yerleri ve miktarları konusunda yeterince veri bulunmamaktadır. Doğal çevrenin yapısının dinamik olması nedeniyle bir kez belirlenmesi yetmemektedir ve sık sık yenileme gerektirmektedir. Hava fotoğrafları, Fotogrametrik harita yapımında kullanılmakla birlikte, doğal kaynaklarında tespit edilmesinde kullanılabilir. Uzaktan algılama yöntemi ülkemizde genel olarak;

- Ormanların korunması, sınırlarının belirlenmesi, bitki ve ağaç çeşitlerinin bölgelere göre ayırt edilmesi, bitki ve ağaçlar arasında çıkan hastalıklı bölgelerin belirlenmesi ve orman kaynaklarının ön envanterlerinin yapımı ve haritalandırılmasında;
- Ormanlara belirli aralıklarla kurulan sensörler sayesinde yangın durumunda sensörler

tarafından algılanıp yangının büyüklüğü ve konumsal olarak yerinin tespitinde, yangın sonrasında oluşan hasarın tespitinde ve görüntülerin haritalandırılmasında;

- Altyapı (boru hattı, kanalizasyon vb.), demiryolu, otoyol, devlet yolu, sulama, baraj, boru hattı koridor seçimleri, madencilik ve ormancılık ön etütlerinde;
- Stereo uydu görüntülerinden derinlik bilgisi elde edilerek 3 boyutlu sayısal arazi modelleri ve etüd haritaları hazırlanmasında;
- Tarımsal amaçlı arazi kullanım ve toprak haritalarının etüdünde
- Askeri amaçlı savunma ve planlama haritalarının yapımında
- Maden aramalarında, jeolojik etüdlerin yapımında, yeraltında doğal aktivitelerin izlenmesinde, yer çalışmalarını süre ve maliyet açısından en aza indirmek amacıyla;
- Deprem öncesi ve sonrasında oluşmuş olan yeryüzü hareketinin yönünün ve miktarının düşük hassasiyetle tespitinde;

Ve bunlara benzer daha birçok çalışmada başarıyla uygulanmaktadır.

4. DETAY NOKTA KOORDİNATLARININ HESAPLANMASI

Görüntü üzerinde ayrıntılı olarak görülen detay noktaları, ülke sisteminde koordinatları bilinen kontrol noktalarından (nirenge ve poligon) yapılan yersel ölçüler (düşey açı z , yatay doğrultu r , ve eğik uzunluk s) yardımıyla ülke sistemine bağlanır.

i durulan noktayı ve j bakılan noktayı gösteren alt indisler olmak üzere, yersel ölçülerinden yararlanarak detay nokta koordinatları aşağıdaki bağıntılar ile elde edilir.

$$(i0) = \arctan \left\{ \frac{y_0 - y_j}{x_0 - x_j} \right\} \quad (1)$$

(1) bağıntısı ile elde edilen semt kutupsal hesap için gerekli olan başlangıç semtidir. Başlangıç semti, koordinatları bilinen durulan ve “0” alt indisi ile gösterilen nokta koordinatlarından hesaplanır. Diğer nokta koordinatları bu semt ve yersel ölçüler yardımı ile bulunur.

$$x_j = x_i + s_{ij} \sin z_{ij} \cos \{ (i0) + r_{ij} - r_{i0} \} \quad (2a)$$

$$y_j = y_i + s_{ij} \sin z_{ij} \sin \{ (i0) + r_{ij} - r_{i0} \} \quad (2b)$$

Yukarıdaki (2) bağıntılarında geçen i ve $j=0$ indisleri sabit noktaları temsil ederken; $j=1,2,3,\dots,m$ numaralı indisler i sabit noktasından yapılan m adet detay noktasını temsil etmektedir.

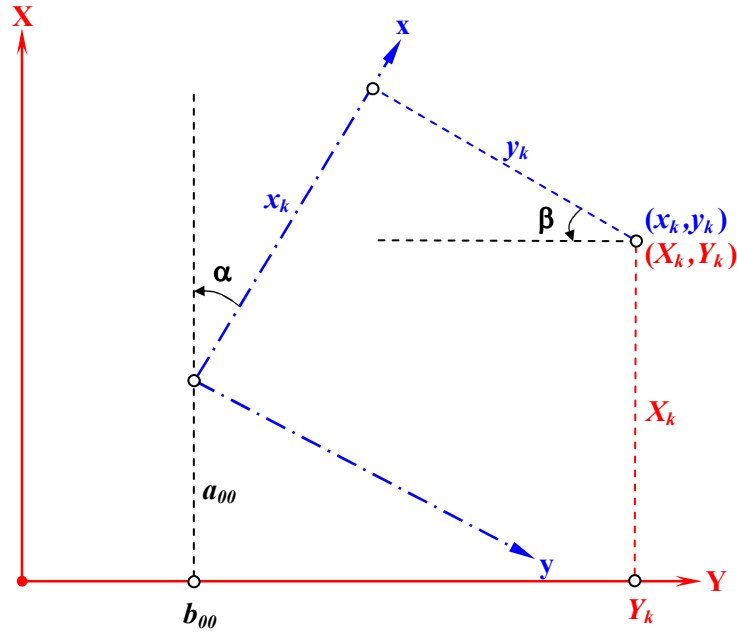
5. 2B DÖNÜŞÜMLER

Uygulamada yaygın olarak kullanılan 2B benzerlik (Helmert) ve afin dönüşüm modelleri her bir koordinat çifti için yazılan polinomsal fonksiyonun özel halleridir . Dönüştürülen koordinatlar (xy) ve dönüşen koordinatlar (XY) olacak şekilde gösterilirse, polinomsal model aşağıdaki gibi yazılır (ŞEKİL 2) (Kurt, 2011).

$$X_k = \sum_{j=0}^d \sum_{i=0}^d a_{ij} x_k^i y_k^j \quad (3a)$$

$$Y_k = \sum_{j=0}^d \sum_{i=0}^d b_{ij} x_k^i y_k^j \quad (3b)$$

(3) bağıntılarındaki d polinomun derecesini göstermektedir. Bu bağıntılarda $d=1$ alınırsa, bilineer dönüşüm modeli, ek olarak $i+j \leq d$ koşulu eklenirse afin dönüşüm modeli ve bunlara ek olarak $a_{10}=b_{01}$ ve $-a_{01}=b_{10}$ alınırsa benzerlik (Helmert) dönüşüm modeli elde edilir (Kurt, 2011).



ŞEKİL 2 Afin ($\alpha \neq \beta$, $k_x \neq k_y$, $a_{11}=b_{11}=0$) ve benzerlik ($\alpha = \beta$, $k_x = k_y$, $a_{11}=b_{11}=0$) dönüşümü (Kurt, 2011).

Yukarıda genel şekli verilen ve özetlenen 2B dönüşümlerin fonksiyonel modelleri, ayrı başlıklar altında ayrıntılı olarak incelenecektir (ŞEKİL 2).

Ayrıca bu dönüşüm modellerinin geometrik yapısı, ÇİZELGE 1’de verilen ve kenarı 5 birim

olan bir karenin kenarları üzerindeki yer alan nokta koordinatları üzerinden incelenecektir.

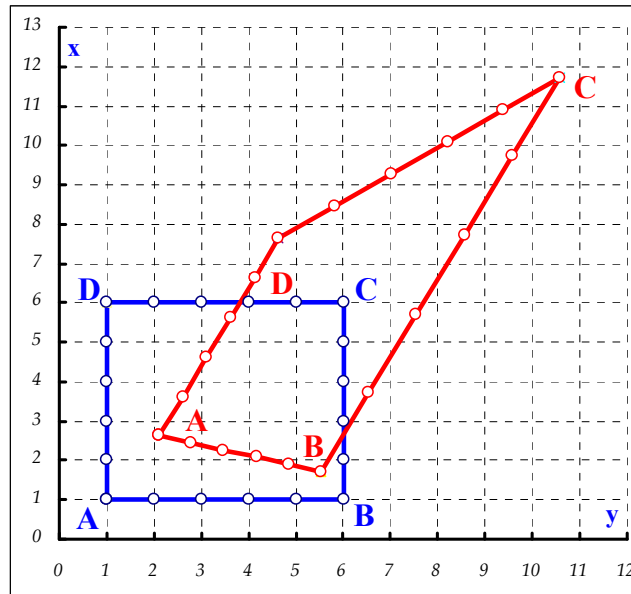
ÇİZELGE 1 Bir karenin kenarlarına ait nokta koordinatları (Kurt, 2011).

NN	x	y	NN	x	y	NN	x	y	NN	x	y
A	1	1	B	1	6	C	6	6	D	6	1
	1	2		2	6		6	5		5	1
	1	3		3	6		6	4		4	1
	1	4		4	6		6	3		3	1
	1	5		5	6		6	2		2	1

2B boyutlu dönüşüm ile ilgili ayrıntılı bilgilere Öztürk ve Şerbetçi (1992), Kurt (2002; 2011) ve [1] kaynaklarından elde edilebilir.

5.1 Bilineer Dönüşüm

Bilineer dönüşüm modelinin kapalı bağıntıları olan (3) bağıntılarında $d=1$ alınarak doğrudan elde edilir. Nokta sayısı n olmak üzere, bilinear dönüşüm modelinin açık bağıntılar aşağıdaki şekilde verilir.



ŞEKİL 3 Karenin bilinear dönüşümü (Kurt, 2011).

$$X_k = a_{00} + a_{10}x_k + a_{01}y_k + a_{11}x_k y_k \quad (4a)$$

$$Y_k = b_{00} + b_{10}x_k + b_{01}y_k + b_{11}x_k y_k \quad (4b)$$

$$k = 1, 2, \dots, n$$

Sözgelimi $a_{00}=2$, $a_{10}=0.8019$, $a_{01}=-0.3812$, $a_{11}=0.2$ ve $b_{00}=1$, $b_{10}=0.4086$, $b_{01}=0.5871$, $b_{11}=0.1$ olan bir bilineer dönüşümü ÇİZELGE 1’de verilen kare koordinatlarını ŞEKİL 3’de verilen herhangi bir dörtgene dönüştürür.

Bilineer dönüşümün geometrisinin anlaşılabilmesi için, ŞEKİL 3 de uygulanan bilineer dönüşüm parametreleri abartılı olarak seçilmiştir.

Uygulamada bilineer dönüşüm parametreleri n adet ortak noktadan yararlanarak dengelemeli olarak elde edilir. $u=8$ bilinmeyen parametrelili olan bilineer dönüşümde tek anlamlı çözüm için en az 4 ortak noktaya ihtiyaç duyulur ($n \geq 4$ olmalı). Tek bir nokta için fonksiyonel model aşağıdaki şekilde kurulur.

$$\begin{bmatrix} v_X \\ v_Y \end{bmatrix}_k = \begin{bmatrix} \mathbf{x}_k & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \mathbf{x}_k \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mathbf{a} \\ \mathbf{b} \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} X \\ Y \end{bmatrix}_k \quad (5a)$$

$$\mathbf{x}_k^T = [1 \quad x_k \quad y_k \quad x_k y_k] , \quad \mathbf{a}^T = [a_{00} \quad a_{10} \quad a_{01} \quad a_{11}] , \quad \mathbf{b}^T = [b_{00} \quad b_{10} \quad b_{01} \quad b_{11}]$$

$$\mathbf{v}_k = \mathbf{A}_k \mathbf{a} - \mathbf{l}_k \quad k = 1, 2, \dots, n \quad (5b)$$

Bilineer dönüşümde a_{11} ve b_{11} parametreleri sırasıyla x ve y yönlerindeki koordinatların sünmelerine neden olurken; diğer parametrelerin öteleme, ölçek ve dönüklük ilişkileri vardır. Bu ilişkiler afin ve benzerlik dönüşümlerinde gösterilecektir (Kurt, 2011).

5.2 Afin Dönüşümü

Birbirine paralel olmayan iki düzlemden birinin diğeri üzerine izdüşümü yapılırsa resim ve esas şekil arasında bir afin dönüşüm bağıntısı oluşur. Arka arkaya paralel izdüşümlerle elde edilen şekiller arasında afin dönüşüm bağıntısı kurulabilir. Genel bir afin dönüşüm bağıntısını kurulabilmesi için arka arkaya altı paralel izdüşüm yeterli olmaktadır. Afin dönüşümünün temel özelliği paralelliği korumasıdır. Afin modeli (3) kapalı bağıntısında $d=1$ ve $i+j \leq d$ koşulu ile yada (4) bağıntılarından $a_{11}=b_{11}=0$ alınarak elde edilir. Nokta sayısı n olmak üzere, afin dönüşüm modelinin açık bağıntılar aşağıdaki şekilde yazılır.

$$X_k = a_{00} + a_{10}x_k + a_{01}y_k = a_{00} + \lambda \cos \alpha x_k - \mu \sin \beta y_k \quad (6a)$$

$$Y_k = b_{00} + b_{10}x_k + b_{01}y_k = b_{00} + \lambda \sin \alpha x_k + \mu \cos \beta y_k \quad (6b)$$

$$k = 1, 2, \dots, n$$

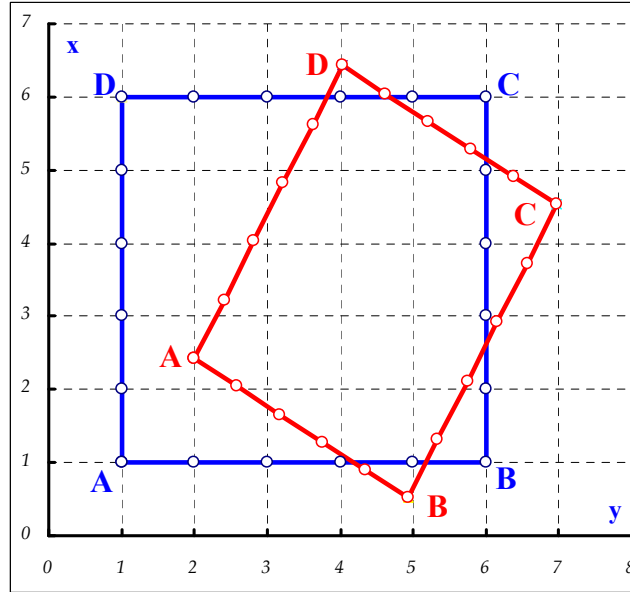
Ayrıca (6) bağıntılarında polinomsal katsayıların dönüşümün geometrisi ile ilgili bağıntıları da verilmiştir (ŞEKİL 2).

(6) bağıntılarında λ ve α parametreleri sırasıyla x - X eksenleri arasındaki ölçek ve dönüklüğü, μ ve β parametreleri de sırasıyla y - Y eksenleri arasındaki ölçek ve dönüklüğü göstermektedir. λ , μ , α , β biliniyorken a_{10} , a_{01} , b_{10} , b_{01} polinom katsayıları (6) bağıntılarından hesaplanır. Polinom katsayıları biliniyorken, ölçek ve dönüklük parametreleri aşağıdaki bağıntılardan bulunur.

$$\lambda = \sqrt{a_{10}^2 + b_{10}^2} \quad , \quad \mu = \sqrt{a_{01}^2 + b_{01}^2} \quad (7a)$$

$$\alpha = \arctan\left\{\frac{b_{10}}{a_{10}}\right\} \quad , \quad \beta = \arctan\left\{\frac{-a_{01}}{b_{01}}\right\} \quad (7b)$$

Sözgelimi $a_{00}=2$, $a_{10}=0.8019$, $a_{01}=-0.3812$ ve $b_{00}=1$, $b_{10}=0.4086$, $b_{01}=0.5871$ (bilineer dönüşümden farklı $a_{11}=b_{11}=0$) olan bir afin dönüşümü ÇİZELGE 1’de verilen kare koordinatlarını ŞEKİL 4’de verilen bir paralel kenara dönüştürür (Kurt, 2011).



ŞEKİL 4 Karenin afin dönüşümü (Kurt, 2011).

Örnekte verilen polinomsal katsayılar (7) bağıntıları yardımı ile ölçek ve dönüklük parametrelerine dönüştürülür. Hesaplanan bu parametreler ve ötelemeler ile dönüşüm bağıntıları $X_k=2+0.9\cos27^\circ x_k-0.7\sin33^\circ y_k$ ve $Y_k=1+0.9\sin27^\circ x_k+0.7\cos33^\circ y_k$ olarak elde edilir.

Uygulamada afin dönüşüm parametreleri n adet ortak noktadan yararlanarak dengelemeli olarak elde edilir. $u=6$ bilinmeyen parametrelili olan afin dönüşümde tek anlamlı çözüm için en az 3 ortak noktaya ihtiyaç duyulur ($n \geq 3$ olmalı). Tek bir nokta için fonksiyonel model aşağıdaki şekilde kurulur.

$$\begin{bmatrix} v_X \\ v_Y \end{bmatrix}_k = \begin{bmatrix} \mathbf{x}_k & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \mathbf{x}_k \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mathbf{a} \\ \mathbf{b} \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} X \\ Y \end{bmatrix}_k \quad (8a)$$

$$\mathbf{x}_k^T = [1 \quad x_k \quad y_k] \quad , \quad \mathbf{a}^T = [a_{00} \quad a_{10} \quad a_{01}] \quad , \quad \mathbf{b}^T = [b_{00} \quad b_{10} \quad b_{01}]$$

$$\mathbf{v}_k = \mathbf{A}_k \mathbf{a} - \mathbf{1}_k \quad k = 1, 2, \dots, n \quad (8b)$$

(8) bağıntısı ile elde edilen polinomsal katsayılar, istenirse (7) bağıntıları yardımıyla ölçek ve dönüklük parametrelerine kolayca dönüştürülebilir (Kurt, 2011).

5.3 Benzerlik (Helmert) Dönüşümü

Benzerlik dönüşümü afin dönüşümün özel bir halidir. Dönüşümden önceki ve sonraki şekil birbirine benzerdir. Benzerlik dönüşümü parametrelerinde tek bir ölçek faktörü olduğundan hem paralelliği hem de dikliği korur. Dönüşüm sonucunda geometrik şeklin ötelenmiş, ölçeklendirilmiş ve döndürülmüşü elde edilirken benzerliği korunur. Afin dönüşümünde $a_{10} = b_{01}$ ve $a_{01} = -b_{10}$ alınarak benzerlik dönüşüm modeli elde edilir.

$$X_k = a_{00} + a_{10}x_k - b_{10}y_k = a_{00} + \lambda \cos \alpha x_k - \lambda \sin \alpha y_k \quad (9a)$$

$$Y_k = b_{00} + b_{10}x_k + a_{10}y_k = b_{00} + \lambda \sin \alpha x_k + \lambda \cos \alpha y_k \quad (9b)$$

$$k = 1, 2, \dots, n$$

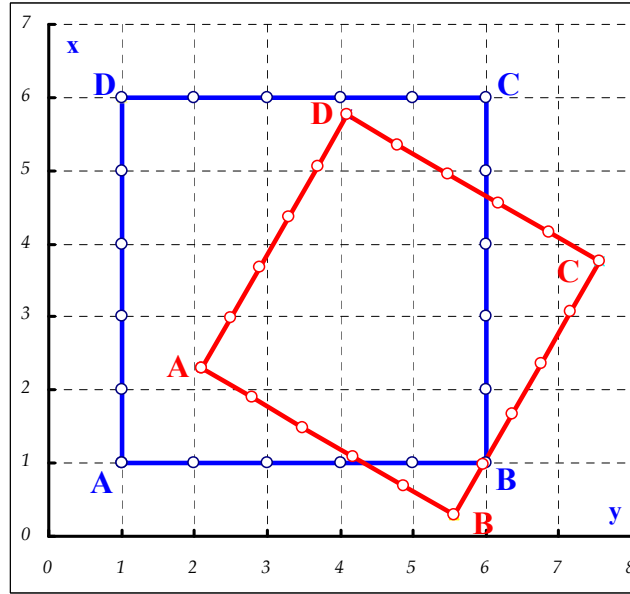
Ayrıca (9) bağıntılarında polinomsal katsayıların dönüşümün geometrisi ($\lambda = \mu$ ve $\alpha = \beta$) ile ilgili bağıntıları da verilmiştir (ŞEKİL 2).

(9) bağıntılarında λ ve α parametreleri sırasıyla her iki eksen yönündeki ölçek ve dönüklüğü, göstermektedir. λ , α biliniyorken a_{10} , b_{10} polinom katsayıları (9) bağıntılarından hesaplanır. Polinom katsayıları biliniyorken, ölçek ve dönüklük parametreleri aşağıdaki bağıntılardan bulunur.

$$\lambda = \sqrt{a_{10}^2 + b_{10}^2} \quad (10a)$$

$$\alpha = \arctan \left\{ \frac{b_{10}}{a_{10}} \right\} \quad (10b)$$

Sözgelimi $a_{00}=2$, $a_{10}=0.6928$ ve $b_{00}=1$, $b_{10}=0.4000$ (afin dönüşümden farkı $a_{01}=b_{10}$ ve $b_{01}=a_{10}$) olan bir benzerlik dönüşümü ÇİZELGE 1’de verilen kare koordinatlarını ŞEKİL 4’de verilen bir kareye dönüştürür (Kurt, 2011).



ŞEKİL 5 Karenin benzerlik dönüşümü (Kurt, 2011).

Örnekte verilen polinomsal katsayılar (10) bağıntıları yardımı ile ölçek ve dönüklük parametrelerine dönüştürülür. Hesaplanan bu parametreler ve ötelemeler ile dönüşüm bağıntıları $X_k=2+0.8\cos30^\circ x_k-0.8\sin30^\circ y_k$ ve $Y_k=1+0.8\sin30^\circ x_k+0.8\cos30^\circ y_k$ olarak elde edilir.

Uygulamada benzerlik dönüşüm parametreleri n adet ortak noktadan yararlanarak dengelemeli olarak elde edilir. $u=4$ bilinmeyen parametrelili olan afin dönüşümde tek anlamlı çözüm için en az 2 ortak noktaya ihtiyaç duyulur ($n \geq 2$ olmalı). Tek bir nokta için fonksiyonel model aşağıdaki şekilde kurulur.

$$\begin{bmatrix} v_X \\ v_Y \end{bmatrix}_k = \begin{bmatrix} 1 & x_k & 0 & -y_k \\ 0 & y_k & 1 & x_k \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_{00} \\ a_{10} \\ b_{00} \\ b_{10} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X \\ Y \end{bmatrix}_k \quad (11a)$$

$$\mathbf{v}_k = \mathbf{A}_k \mathbf{a} - \mathbf{l}_k \quad k = 1, 2, \dots, n \quad (11b)$$

(11) bağıntısı ile elde edilen polinomsal katsayılar, istenirse (10) bağıntıları yardımıyla ölçek ve dönüklük parametrelerine kolayca dönüştürülebilir (Kurt, 2011).

6. MATEMATİK MODELİN OLUŞTURULMASI VE ÇÖZÜMÜ

Yukarıda ilgili başlıklar altında verilen bilineer, afin ve benzerlik dönüşüm modellerinin fonksiyonel modeller (5), (8) ve (11) bağıntıları ile verilmiştir. Uygulamada her bir nokta çifti için eşit ağırlıklı ve korelasyonsuz alındığından stokastik model $\mathbf{P}=\mathbf{I}$ matris olur. Bu koşullar altında bütün dönüşüm modelleri için genel matematik model aşağıdaki bağıntı ile verilir.

$$\mathbf{v} = \mathbf{A}\mathbf{x} - \mathbf{l} \qquad \mathbf{P} = \mathbf{I} \qquad (12)$$

Bilinmeyen sayısından fazla olan denklemler arasındaki tutarsızlıkları gidermek için EKK (En Küçük Kareler) amaç fonksiyonuna yararlanılarak bilinmeyenlerin ve istenen diğer parametrelerin (sözelimi düzeltmeler, bilinmeyenlerin fonksiyonları vb.) en olası değeri hesaplanır.

$$\mathbf{x} = (\mathbf{A}^T \mathbf{A})^{-1} \mathbf{A}^T \mathbf{l} \qquad (13)$$

Bilinmeyenler hesaplandıktan sonra (12) bağıntısından düzeltmeler elde edilir. Düzeltmeler ve istenen parametrelerin ters ağırlıklarından yararlanarak duyarlık hesapları yapılır. Bir koordinatın karesel ortalama hatası, bilinmeyenlerin ters ağırlığı ve düzeltmelerin ters ağırlıkları aşağıdaki bağıntılarla hesaplanır.

$$m_0 = \pm \sqrt{\frac{\mathbf{v}^T \mathbf{v}}{f}} \qquad f = 2n - u \qquad (14a)$$

$$\mathbf{Q}_x = (\mathbf{A}^T \mathbf{A})^{-1} \qquad (14b)$$

$$\mathbf{Q}_v = \mathbf{I} - \mathbf{A} \mathbf{Q}_x \mathbf{A}^T \qquad (14c)$$

Bilinmeyenlerin fonksiyonlarının ters ağırlıkları hata yayılma kuralı ile elde edilir.

$$\mathbf{f} = \Phi(\mathbf{x}) \qquad (15a)$$

$$\mathbf{Q}_f = \mathbf{F} \mathbf{Q}_x \mathbf{F}^T \qquad \mathbf{F} = \frac{\partial \Phi(\mathbf{x})}{\partial \mathbf{x}} \qquad (15b)$$

(15) bağıntıları polinomsal dönüşüm katsayılarından ölçek, dönüklük parametreleri ve bu parametrelerin ters ağırlıklarına ulaşabilmek için kullanılır (Öztürk ve Şerbetçi, 1989; 1992; Kurt, 2011).

7. DÖNÜŞÜM SONUÇLARININ TEST EDİLMESİ

Bitirme çalışmasında seçilen örnek uygulamada üç dönüşüm modeli incelenmiştir. Bu dönüşüm modelleri üzerinde uyumsuz ölçüler testi ve parametre testi gerçekleştirilmiş ve genelde deneysel birim ölçünün soncul değeri kullanılmıştır.

7.1 Uyuşumsuz Ölçüler Testi

Çalışmanın temel konusunu oluşturan dönüşüm modellerinde bir noktaya ait koordinat çiftleri kullanılmaktadır. Bir noktanın üretilmesinde yapılan hata iki koordinatı birlikte etkileyeceğinden, uyumsuz ölçüler testi koordinat çiftlerini birlikte test edebileceğimiz, koordinat çiftlerinde uyumsuz ölçüler testi şeklinde gerçekleştirilmiştir. Tek bir koordinat çifti için uyumsuz ölçüler test büyüklüğü aşağıdaki bağıntı ile elde edilir.

$$T_k = \frac{\mathbf{v}_k^T \mathbf{P}_{v_k} \mathbf{v}_k}{r m_0^2} \sim F_{\{1-\alpha_0, r, f\}} \quad k = 1, 2, \dots, n \quad (16)$$

$$\mathbf{v}_k^T = [v_X \quad v_Y]_k, \quad \mathbf{P}_{v_k} = (\mathbf{Q}_v)_k^{-1}, \quad \alpha_0 = \frac{\alpha}{n}, \quad r = \text{rank}\{\mathbf{P}_{v_k}\}$$

(16) bağıntısında; α yanılma olasılığı, α_0 tek bir nokta çiftinin yanılma olasılığı, \mathbf{v}_k ve \mathbf{P}_{v_k} k 'nci noktaya ait koordinatların düzeltmeler vektörü ve bu düzeltmeler vektörünün 2×2 boyutlu ağırlık matrisi, r test edilen düzeltme grubunun boyutu ve $F_{\{1-\alpha_0, r, f\}}$ Fisher dağılımının sınır değeridir. $\alpha_0 \approx 0$ ise $\alpha_0 \approx 0.01$ alınabilir. Çalışmada iki boyutlu dönüşümler incelendiğinden daima $r=2$ 'dir (Öztürk ve Şerbetçi 1992; Kurt, 2011).

7.2 Parametre Testi

Parametre testi, tek bir parametre yada bir grup parametrenin testi şeklinde olabileceğinden aşağıdaki test büyüklüğü genellenerek verilmiştir. Bir grup parametrenin anlamlılık testi aşağıdaki bağıntı ile elde edilir.

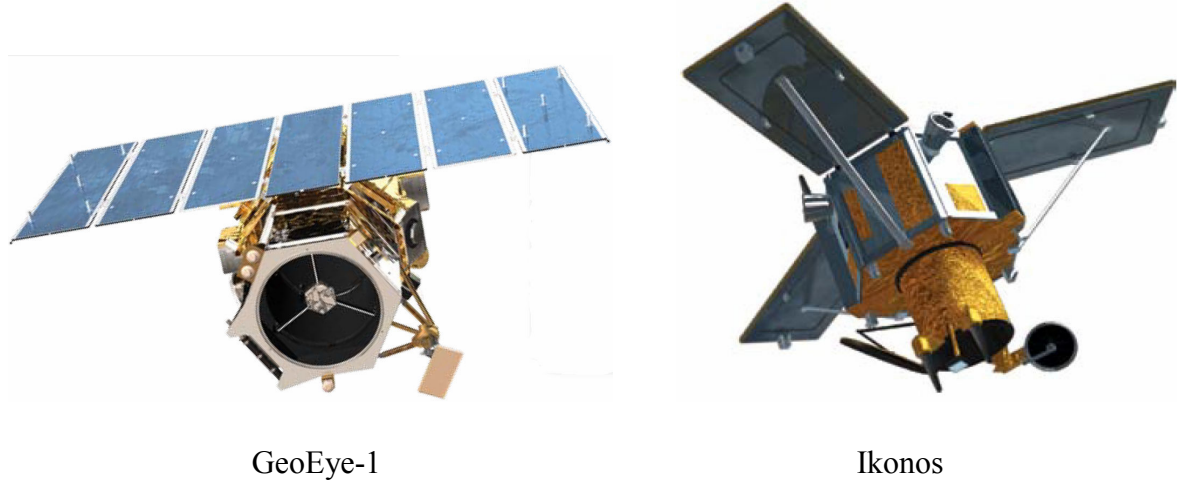
$$T_k = \frac{\mathbf{x}_k^T \mathbf{P}_{x_k} \mathbf{x}_k}{r m_0^2} \sim F_{\{1-\alpha, r, f\}} \quad (17)$$

$$\mathbf{P}_{x_k} = (\mathbf{Q}_x)_k^{-1}, \quad r = \text{rank}\{\mathbf{P}_{x_k}\}$$

(17) bağıntısında; \mathbf{x}_k ve $\mathbf{P}_{\mathbf{x}_k}$ k 'inci grup parametre ve bu parametrelerin ağırlık matrisi, r test edilen parametre grubunun boyutu ve $F_{\{1-\alpha, r, f\}}$ Fisher dağılımının sınır değeridir. Genellikle $\alpha=0.05$ alınır (Öztürk ve Şerbetçi 1992; Kurt, 2011).

8. SAYISAL UYGULAMA

Sayısal uygulamada kullanılan Kocaeli Üniversitesi sınırlarını gösteren dijital görüntüler Google-Earth'den 25/09/2011'de alınmıştır. Görüntünün GeoEye-1 (ŞEKİL 6a) uzaktan algılama uydusu ile kaydedilme tarihi 4/11/2009'dur (ŞEKİL 6a, ÇİZELGE 2).



ŞEKİL 6 Geoeeye-1 (solda) ve Ikonos (sağda) uzaktan algılama uyduları ([2]).

GeoEye-1 uzaktan uygulama uydusu ile ilk yüksek çözünürlüklü uydu olan Ikonos (ŞEKİL 6b) uzaktan algılama uyduları ÇİZELGE 2'de karşılaştırılmıştır (ŞEKİL 6).

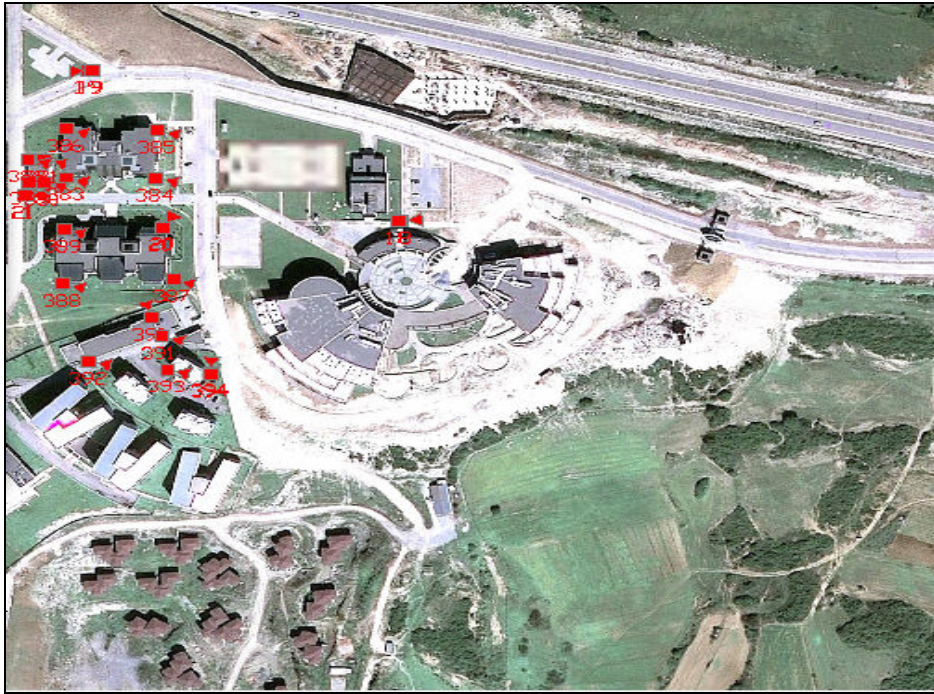
ÇİZELGE 2 Bir karenin kenarlarına ait nokta koordinatları ([2], [3]).

Açıklama	GeoEye-1'un Özellikleri		Ikonos'un Özellikleri	
	Pankromatik	Multispektral	Pankromatik	Multispektral
Konumsal Çözünürlük	0.41 m	1.65 m	0.82 m	3.2 m
Spektral aralık	450-900 nm	450-520 nm (mavi) 520-600 nm (yeşil) 625-695 nm (kırmızı) 760-900 nm (yakın IR)	526-929 nm	445-516 nm (mavi) 506-595 nm (yeşil) 632-698 nm (kırmızı) 757-853 nm (yakın IR)
Tarama Genişliği	15.2	km	11.3	km
Görüntüleme açısı	60	°	60	°
Dinamik aralık	11	bit/pixel	11	bit/pixel
Öngörülen görev süresi	> 10	yıl	> 8.3	yıl
Tekrar geçiş zamanı	3	gün (den az)	3	gün (yaklaşık)
Yörünge yüksekliği	681	km	681	km
Düğüm noktası geçişi	10:30	saat	10:30	saat

Görüntüler yaklaşık 1,5 km yükseklikten alınan 4 adet multispektral banddaki görüntü,

PhotoShop'ta kenarlaştırılarak birleştirilmiştir. Google Earth görüntüsü GeoEye-1 uzaktan uygulama uydusu üzerinde coğrafi koordinatlara dayalı olarak 4 görüntünün her birinin ayrı ayrı köşe noktalarının koordinatlarının aynı olması hedeflenerek görüntü seçimleri yapılmıştır. Yani bütün alanı kapsayan multispektral banddaki görüntünün dikdörtgen olduğu varsayılarak 4'e bölünüp her bir parçası ayrı ayrı alınıp daha sonra photoshop'da tekrar birleştirme işlemi yapılmıştır. Bölme işlemi esnasında köşe noktalarının koordinatlarının aynı olması hedeflenmiş fakat bu doğruluk saniye bazında olmuştur. Bu sebeple görüntüde önemsenmeyecek miktarda deformasyon oluşmuştur.

Elde edilen bu 4 ayrı görüntüyü birleştirmek için Photoshoph Ac3 programı kullanıldı. İlk olarak dikdörtgenin sol üst köşesindeki 1. görüntü Select all komutuyla programa yüklendi. Görüntünün başlangıcı sol üst köşe olarak belirlendi. Daha sonra 2. görüntü 1. Görüntünün piksellerinin bittiği yerden başlayacak şekilde programa yüklendi. 3. ve 4. görüntüler için aynı işlem uygulandı. Görüntü birleştirmeden önceki piksel sayısı ile birleştirme sonundaki piksel sayıları eşit çıktığından 0 piksel kaybıyla çalışma alanının tamamı tek bir görüntü olacak şekilde birleştirilmiş oldu. Bu işlem; halihazır haritası yapılması istenilen alanın tamamını alabilen görüntüde (uzaklık yaklaşık 2,9 km) detayların gözün ayırt etme gücünün altında kalması nedeniyle yapılmıştır.



ŞEKİL 7 Ortak noktalar.

Birleştirilmiş görüntü üzerinde iyi görünen ve kontrol noktası olarak seçilen (56 adet, 13 ve 15 aynı noktayı temsil ettiğinden 15 numaralı nokta Ek 1 den çıkarılmıştır) detay noktasının görüntü koordinatları PaintBrush programından yararlanarak tek tek okunmuştur. Ayrıca bu kontrol noktaları yersel ölçüler ile ölçülmüş ve ITRF96 projeksiyon koordinatları hesaplanmıştır (EK 1).

8.1 Bilineer Dönüşüm

Bilineer Dönüşüm modeli (4) numaralı bağıntıda $n=56$ alınarak kurulmuştur. (12) numaralı bağıntı uygulanarak bilinmeyen parametreler, (13) numaralı bağıntı ile düzeltmeler vektörü, (14) numaralı bağıntılar ile herhangi bir koordinatın karesel ortalama hatası, bilinmeyenlerin ters ağırlığı ve düzeltmelerin ters ağırlıkları, (15) numaralı bağıntılar ile ölçek, dönüklük parametreleri ve bu parametrelerin ters ağırlıkları bulunmuştur. (16) numaralı bağıntı uygulanarak koordinat çiftleri için uyumsuz ölçüler testi Fisher dağılımı sınır değerine göre yapılmıştır. Yapılan bu testte 18, 45 ve 36 numaralı noktalar uyumsuz ölçüler olarak çıkmıştır. Elde edilen karesel ortalama hatası ise istenen hassasiyetin çok üstünde bir değerdir. 18 numaralı noktanın uyumsuzluk derecesi diğerlerinden daha yüksek olduğundan ölçüden çıkarılıp Sırasıyla (4), (12), (13), (14), (15) ve (16) numaralı bağıntılar tekrardan uygulanmıştır. Uyumsuz ölçüler testinde bu işlem sonrasında 45, 36 ve 37 numaralı noktalar uyumsuz çıkmıştır. Yine en kaba hatalı olan 45 numaralı nokta dönüşümden çıkartılmış ve işlemler tekrarlanmıştır. Bu işlemler her seferinde sadece bir uyumsuz nokta çifti çıkartılarak uyumsuz ölçü kalmayınca kadar devam etmiştir. Sonucunda uyumsuz nokta çiftleri olarak tespit edilen 18, 45, 36, 37, 24 ve 28 numaralı noktalar dönüşümden çıkartılarak bütün noktaların kendi arasında uyumlu olması sağlanmıştır (ÇİZELGE 3).

ÇİZELGE 3 Bilineer dönüşümde uyumsuz ölçüler testi (EK 2).

Adım	Nokta Sayısı	Bilinmeyen Say.	Serb. Der.	$\pm m_0$ [m]	Uyumsuz Nokta
1	56	8	104	26.712	18
2	55		102	3.741	45
3	54		100	1.957	36
4	53		98	1.572	37
5	52		96	1.182	24
6	51		94	1.064	28
7	50		92	0.996	---

Uyuşumsuz noktaların çıkartılmasından sonra oluşan yeni değerler Ek-2 de verilmiştir. Bu değerlere göre çıkan $m_0 = 99.59 \text{ cm}^2$ 'dir. Yani yapılan bu dönüşüm CAD ortamına tanıtılıp sayısal hale getirilmesiyle objelerin konum doğruluğu yaklaşık $\pm 1\text{m}$ ile saptanabilir. Dönüşüm parametrelerinden α_{11} ve b_{11} parametreleri bilineerliği temsil etmektedir. Bu parametrelerin geçerlilik testi (17) no'lu bağıntı ile yapılmış ve Fisher dağılımının sınır değerine göre değerlendirilmiştir. Yapılan bilineerlik testi anlamlı çıkmıştır (Ek-2).

8.2 Afin Dönüşüm

Afin Dönüşüm modeli (6) numaralı bağıntıda $n=56$ alınarak kurulmuştur. Sırasıyla bilineer dönüşümde uygulandığı gibi (12), (13), (14), (15) ve (16) numaralı bağıntı uygulanmıştır. En son elde edilen uyuşumsuz ölçü testlerinde 18, 45 ve 36 numaralı noktalar uyuşumsuz ölçüler olarak çıkmıştır. Elde edilen karesel ortalama hatası ise istenen hassasiyetin çok üstünde bir değerdir. 18 numaralı noktanın uyuşumsuzluk derecesi diğerlerinden daha yüksek olduğundan ölçüden çıkarılıp Sırasıyla (4), (12), (13), (14), (15) ve (16) numaralı bağıntılar tekrardan uygulanmıştır. Uyuşumsuz ölçüler testinde bu işlem sonrasında 45, 36 ve 37 numaralı noktalar uyuşumsuz çıkmıştır. Yine en kaba hatalı olan 45 numaralı nokta dönüşümden çıkartılmış ve işlemler tekrarlanmıştır. Bu işlemler her seferinde sadece bir uyuşumsuz nokta çifti çıkartılarak uyuşumsuz ölçü kalmayınca kadar devam etmiştir. Sonucunda uyuşumsuz nokta çiftleri olarak tespit edilen 18, 45, 36, 37, 24 ve 28 numaralı noktalar dönüşümden çıkartılarak bütün noktaların kendi arasında uyumlu olması sağlanmıştır (ÇİZELGE 4).

ÇİZELGE 4 Afin dönüşümünde uyuşumsuz ölçüler testi (EK 3).

Adım	Nokta Sayısı	Bilinmeyen Say.	Serb. Der.	$\pm m_0[m]$	Uyuşumsuz Nokta
1	56	6	106	26.477	18
2	55		104	3.746	45
3	54		102	1.973	36
4	53		100	1.606	37
5	52		98	1.215	24
6	51		96	1.096	28
7	50		94	1.015	---

Uyuşumsuz noktalar bu testte de bilineer dönüşüm modelinde yapılan testte de aynı noktalardır. Uyuşumsuz noktaların çıkartılmasından sonra oluşan yeni değerler Ek-3 de verilmiştir. Bu değerlere göre çıkan $m_0 = 101.52 \text{ cm}^2$ 'dir. Yani yapılan bu dönüşüm CAD

ortamına tanıtılıp sayısal hale getirilmesiyle objelerin konum doğruluğu yaklaşık $\pm 1m$ ile saptanabilmektedir. Afin dönüşümünde a_{00} ve b_{00} parametreleri ötelemeleri karşılık gelirken, ölçekler ve dönüklükler a_{01} , b_{01} , a_{10} ve b_{10} parametrelerinden (6) ve (7) numaralı bağıntılar uygulanarak elde edilmiştir. Afinlik testi için $a_{01}=b_{10}$ ve $a_{10}=-b_{01}$ için anlamlı olup olmadığına bakılmıştır. Bu modelin anlamlılık testi (15) no'lu bağıntı ile yapılmış ve F dağılımının sınır değerine göre değerlendirilmiştir. Sonuç olarak afinlik testi anlamlı çıkmıştır (Ek 3).

8.3 Benzerlik Dönüşüm

Benzerlik Dönüşüm modeli (9) numaralı bağıntıda $n=56$ alınarak kurulmuştur. Sırasıyla bilineer ve afin dönüşümlerin de izlenen yol izlenmiş (12), (13), (14), (15) ve (16) numaralı bağıntılar uygulanmıştır. En son elde edilen uyuşumsuz ölçü testlerinde 18, 45 ve 36 numaralı noktalar uyuşumsuz ölçüler olarak çıkmıştır. Elde edilen karesel ortalama hatası ise istenen hassasiyetin çok üstünde bir değerdir. 18 numaralı noktanın uyuşumsuzluk derecesi diğerlerinden daha yüksek olduğundan ölçüden çıkarılıp Sırasıyla (4), (12), (13), (14), (15) ve (16) numaralı bağıntılar tekrardan uygulanmıştır. Uyuşumsuz ölçüler testinde bu işlem sonrasında 45, 36 ve 37 numaralı noktalar uyuşumsuz çıkmıştır. Yine en kaba hatalı olan 45 numaralı nokta dönüşümden çıkartılmış ve işlemler tekrarlanmıştır. Bu işlemler her seferinde sadece bir uyuşumsuz nokta çifti çıkartılarak uyuşumsuz ölçü kalmayınca kadar devam etmiştir. Sonucunda uyuşumsuz nokta çiftleri olarak tespit edilen 18, 45, 36, 37, 24 ve 28 numaralı noktalar dönüşümden çıkartılarak bütün noktaların kendi arasında uyumlu olması sağlanmıştır (ÇİZELGE 5)

ÇİZELGE 5 Benzerlik dönüşümünde uyuşumsuz ölçüler testi (EK 4).

Adım	Nokta Sayısı	Bilinmeyen Say.	Serb. Der.	$\pm m_0[m]$	Uyuşumsuz Nokta
1	56	4	108	26.247	18
2	55		106	3.776	45
3	54		104	2.057	36
4	53		102	1.748	37
5	52		100	1.368	24
6	51		98	1.254	28
7	50		96	1.186	---

Uyuşumsuz noktalar bu testte de bilineer dönüşüm modelinde ve afin dönüşüm modelinde

yapılan testlerde de aynı noktalardır. Uyuşumsuz noktaların çıkartılmasından sonra oluşan yeni değerler Ek-4 de verilmiştir. Bu değerlere göre çıkan $m_0 = 118.61 \text{ cm}^2$ 'dir. Yani yapılan bu dönüşüm CAD ortamına tanıtılıp sayısal hale getirilmesiyle objelerin konum doğruluğu yaklaşık $\pm 1.2 \text{ m}$ ile saptanabilmektedir. Dönüşüm parametrelerinden a_{00} ve b_{00} parametreleri ötelemeleri gösterirken, a_{01} , b_{01} , a_{10} ve b_{10} parametrelerinden dönük ve ölçe elde edilmektedir. Benzerlik dönüşüm modelinde tek ölçek ve tek dönüklük parametresi söz konusudur. $a_{01}=b_{10}$ ve $a_{10}=-b_{01}$ modeli geçerlidir. Bu sebeple ölçek ve dönüklük her iki eksen içinde aynıdır. (10) numaralı bağıntılar uygulandığında dönüklük ve ölçek elde edilmiştir. Ölçek ve dönüklülük anlamlılık testi (15) numaralı bağıntı ile yapılmış ve Fisher dağılımının sınır değerine göre değerlendirilmiştir. Yapılan ölçek ve dönüklük testi anlamlı çıkmıştır.

9. SONUÇLAR

Ortak noktalarımızı bilineer dönüşüm modeli ile dönüştürdüğümüzde elde edilen karesel ortalama hata $m_0 = \pm 99.59 \text{ cm}^2$ dir. Parametrelerden a_{11} ve b_{11} bilineerliği temsil etmektedir. Bu parametreler %97.5 güvenle anlamsız olarak elde edilmiştir. Modelin, bu parametrelerle genişletilmesi %97.5 güvenle anlamsızdır.

Afin dönüşüm modeli ile elde edilen karesel ortalama hata $m_0 = 101.52 \text{ cm}^2$ olarak hesaplanmıştır. Afinlik testi, $a_{01} = b_{10}$ ve $a_{10} = -b_{01}$ olması gereken benzerlik dönüşümünün alternatif testi üzerinden kurulmuştur. Parametreler test edilmiş %97.5 güvenle eşdeğer olmadığı ve alternatif hipotez olan afinliğin anlamlı olduğu görülmüştür.

Bütün dönüşüm modellerinde aynı ortak noktalarda uyuşumsuz çıktığından, bu noktalar bütün dönüşüm modellerinde değerlendirme dışı bırakılmıştır.

Çalışmada afin dönüşümü parametrelerinin anlamlı çıkması ve soncul karesel ortalama hatasının daha gelişmiş model olan bilineer modelin soncul karesel ortalama hatasına çok yakın olması nedeni ile, dönüşümde afin dönüşümü kullanılmıştır.

Çalışmada kullanılan görüntüde doğu-batı doğrultusunda 6686 pixel kuzey-güney doğrultusunda 4547 pixel bulunmaktadır. Arazi ölçümleri sonucu elde edilen uzunluklar doğu-batı doğrultusunda yaklaşık 3.210 km iken kuzey-güney doğrultuda 1.950 km 'dir. Bu değerlerden, görüntünün mekânsal çözünürlüğü (bir pixel'e denk gelen arazideki gerçek alanının) yaklaşık 4.86 m^2 ($2.2045 \text{ m} * 2.204 \text{ m}$) olarak bulunmuştur. GeoEye uydusunun konumsal çözünürlüğünün $\pm 1.65 \text{ m}$ 'ye kadar çıkabildiği ve görüntüdeki objelerin konum doğruluklarının $\pm 0.5 - 4.0 \text{ m}$ arasında kaldığı bilindiğine göre, çalışmada kullanılan görüntünün verilen sınırlar içerisinde kaldığı görülmektedir. Bu durum dönüşüm sonuçları ile de desteklenmektedir. Çalışmada kullanılan afin dönüşümünün yaklaşık $\pm 1 \text{ m}$ olan karesel ortalama hatası, GeoEye uydusu için verilen obje konum doğruluğu aralığı içinde kalmaktadır.

Hali hazır haritalarına altlık oluşturmak amacıyla yapılan bu tarz çalışmalarda ilk olarak dönüştürülecek olan ortak noktaların arazide BÖHBBÜY yönetmeliğine göre ölçülmesi gerekmektedir. Ölçüm yapılan aletin kalibrasyonları yapılmış olmalıdır. Seçilen ortak noktaların görüntü üzerinde net ayırt edilebilmesi ve nokta numaralandırılmalarının dikkatli bir şekilde yapılması gerekmektedir. Görüntü bölme ve birleştirme işlemlerinde pixel

sayılarının işlem öncesi ve sonrası aynı olmasına dikkat edilmelidir. Dönüşüm modelleri irdelenmeli, uyşumsuz ölçüler çıkartılmalı, parametreler test edilmeli ve yapılan testler sonucu en uygun model altlık olarak seçilmelidir.

KAYNAKLAR

BAŞ Musa, BAYRAM M. Abbas, YAĞIZ Berivan, YILDIZ Müfit, GÖNÜL Nuri, (2012), Raster Görüntülerinden Yararlanılarak Harita Yapımı Bitirme Çalışması, KOÜ-MF, Harita Müh. Böl.. Kocaeli.

ARSLAN Ozan, (2010), Uzaktan Algılama, Ders Notları, KOÜ-MF, Harita Müh. Böl., Kocaeli.

DENİZ Rasim, ÇELİK Rahmi N., (2005), Açıklamalı Örneklemeli Büyük Ölçekli Harita ve Harita Bilgileri Üretim Yönetmeliği, TMMOB-HKMO, Ankara.

KONAK Haluk, (2010), Ölçme Bilgisi IV, Ders Notları, KOÜ-MF, Harita Müh. Böl., Kocaeli.

KURT Orhan, (1998), Dengeleme Sonuçlarının Test Edilmesi, ZKÜ-MF, Jeodezi ve F. Müh. Böl., Zonguldak.

KURT Orhan, (2002), 2B Doğrusal Dönüşümler, ZKÜ-MF, Jeodezi ve F. Müh. Böl., Zonguldak.

KURT, Orhan, (2011), Jeodezik Verilerin İrdelenmesi, Ders Notları, KOÜ-MF, Harita Mühendisliği Bölümü, Kocaeli.

ÖZTÜRK Ergün, ŞERBETÇİ Muzaffer, (1991), Dengeleme Hesabı, Cilt 1, KTÜ Yayınları, 119/38, Trabzon.

ÖZTÜRK Ergün, ŞERBETÇİ Muzaffer, (1989), Dengeleme Hesabı, Cilt 2, KTÜ Yayınları, 144/40, Trabzon.

ÖZTÜRK, Ergün ve ŞERBETÇİ, Muzaffer (1992), Dengeleme Hesabı Cilt 3, KTÜ-MMF, Genel Yay No:144, Trabzon.

ŞERBETÇİ Muzaffer, ATASOY Veysel, (2000), Jeodezik Hesap, KTÜ Yayınları 153/44 Trabzon.

INTERNET KAYNAKLARI

URL1:http://www.hkmo.org.tr/resimler/ekler/240b65810859cbf_ek.pdf/, İki Boyutlu Doğrusal Dönüşümler, (Yrd. Doç. Ferruh Bahadır ÜNSAL)

URL2: http://www.geoeye.com/CorpSite/assets/docs/brochures/GeoEye_Constellation.pdf

URL3: <http://en.wikipedia.org/wiki/GeoEye-1>

EKLER

- Ek 1 Ortak noktaların raster görüntü (xy) ve ITRF96 (XY) koordinatları
- Ek 2 Bilineer dönüşüm sonuçları
- Ek 3 Afın dönüşüm sonuçları
- Ek 4 Benzerlik dönüşüm sonuçları

Ek 1 Ortak noktaların raster görüntü (xy) ve ITRF96 (XY) koordinatları

NN	y[pixel]	y[pixel]	Y [m]	X [m]
1	1950	850	493330.171	4520600.526
2	1975	931	493337.240	4520627.029
3	2043	1274	493361.848	4520745.968
4	2028	1093	493356.867	4520682.422
5	2165	1173	493403.191	4520711.044
6	1859	944	493299.252	4520632.730
7	2003	915	493348.250	4520622.165
8	1400	34	493141.600	4520321.574
9	1024	903	493010.757	4520620.074
10	1742	2527	493259.449	4521174.803
11	1678	2420	493235.289	4521137.760
12	1868	2501	493301.147	4521162.844
13	1956	2072	493331.057	4521014.587
14	2070	1762	493368.928	4520912.134
16	2092	2154	493376.840	4521044.290
17	2108	2153	493382.970	4521044.201
18	4675	1414	493920.016	4520789.559
19	3181	1733	493751.321	4520898.065
20	3291	1397	493789.730	4520784.383
21	3075	1469	493714.516	4520808.311
22	2763	1496	493608.768	4520819.870
23	2791	1527	493617.081	4520828.975
24	2773	1558	493605.997	4520837.881
25	2778	1576	493612.726	4520846.985
26	2785	1568	493615.893	4520845.600
27	2848	1636	493636.453	4520866.413
28	2828	1665	493625.623	4520876.958
29	2757	1716	493604.109	4520896.279
30	2701	1720	493583.328	4520896.872
31	2659	1690	493571.057	4520885.987
32	2663	1686	493573.827	4520884.205
33	2652	1676	493570.265	4520880.841
34	2672	1657	493576.994	4520873.914
35	2663	1644	493572.838	4520869.163
36	2622	1643	493561.556	4520880.841
37	2634	1672	493556.608	4520870.747
38	2233	929	493426.113	4520626.140
39	2237	939	493429.675	4520629.505
40	2250	935	493432.842	4520626.734
41	2308	992	493452.040	4520646.328
42	2311	1005	493453.228	4520651.672
43	2319	1005	493456.988	4520654.641
44	2332	1002	493460.947	4520651.276
45	2325	897	493458.374	4520648.307
46	2340	980	493463.520	4520643.359
47	2347	985	493466.093	4520645.339
48	2359	973	493471.041	4520640.786
49	2448	1071	493501.322	4520674.235
50	2429	1098	493491.822	4520682.350
51	2415	1092	493489.051	4520680.766
52	2403	1102	493485.291	4520683.141
53	2412	1111	493487.666	4520689.277
54	2393	1130	493481.135	4520693.631
55	2386	1124	493478.562	4520691.058
56	2370	1134	493473.416	4520696.402
57	2310	1197	493452.487	4520717.777

Ek 2 Bilineer dönüşüm sonuçları

UYUSUM TESTI							
====	====	====	====	====	$v'Q^v$	$\frac{v'Q^v}{2m_0^2}$	====
SN	NN	v[cm]	(Qvv)ii	mv[cm]	[m2]		F
====	====	====	====	====	====	====	====
1	1	-39.59 -77.18	0.9469 -0.0000 0.9469	96.91 96.91	0.7947	0.40	
2	2	106.27 35.98	0.9540 -0.0000 0.9540	97.27 97.27	1.3195	0.67	
3	3	-49.35 -146.84	0.9700 -0.0000 0.9700	98.09 98.09	2.4740	1.25	
4	4	-50.00 23.40	0.9651 -0.0000 0.9651	97.84 97.84	0.3158	0.16	
5	5	10.57 -131.75	0.9728 -0.0000 0.9728	98.22 98.22	1.7960	0.91	
6	6	-79.87 -65.43	0.9447 -0.0000 0.9447	96.80 96.80	1.1284	0.57	
7	7	-31.72 -30.43	0.9544 -0.0000 0.9544	97.29 97.29	0.2024	0.10	
8	8	-97.20 57.37	0.4692 -0.0000 0.4692	68.21 68.21	2.7152	1.37	
9	9	88.70 -25.05	0.6649 -0.0000 0.6649	81.21 81.21	1.2777	0.64	
10	10	-177.37 -149.37	0.7674 -0.0000 0.7674	87.24 87.24	7.0070	3.53	
11	11	60.61 -91.45	0.7677 -0.0000 0.7677	87.26 87.26	1.5679	0.79	
12	12	-52.04 137.98	0.8175 -0.0000 0.8175	90.04 90.04	2.6603	1.34	
13	13	-12.27 285.69	0.9091 -0.0000 0.9091	94.96 94.96	8.9939	4.53	
14	14	122.97 -86.24	0.9530 -0.0000 0.9530	97.22 97.22	2.3674	1.19	
15	16	46.32 95.16	0.9053 -0.0000 0.9053	94.76 94.76	1.2374	0.62	
16	17	-20.35 67.16	0.9055 -0.0000 0.9055	94.77 94.77	0.5438	0.27	
17	19	-105.59 125.04	0.8208 -0.0000 0.8208	90.23 90.23	3.2630	1.64	
18	20	-82.52 -26.73	0.8751 -0.0000 0.8751	93.16 93.16	0.8598	0.43	
19	21	18.12 86.27	0.9176 -0.0000 0.9176	95.40 95.40	0.8469	0.43	

20	22	-100.44 -85.96	0.9578 -0.0000	-0.0000 0.9578	97.46 97.46	1.8249	0.92
21	23	20.61 58.65	0.9526 -0.0000	-0.0000 0.9526	97.20 97.20	0.4057	0.20
22	25	0.47 -63.64	0.9487 -0.0000	-0.0000 0.9487	97.00 97.00	0.4270	0.22
23	26	-74.85 -200.14	0.9489 -0.0000	-0.0000 0.9489	97.01 97.01	4.8114	2.43
24	27	10.89 32.99	0.9294 -0.0000	-0.0000 0.9294	96.01 96.01	0.1298	0.07
25	29	113.86 -199.95	0.9249 -0.0000	-0.0000 0.9249	95.78 95.78	5.7242	2.89
26	30	275.20 -112.10	0.9323 -0.0000	-0.0000 0.9323	96.16 96.16	9.4714	4.77
27	31	71.15 -42.01	0.9438 -0.0000	-0.0000 0.9438	96.75 96.75	0.7233	0.36
28	32	-68.21 -1.37	0.9441 -0.0000	-0.0000 0.9441	96.77 96.77	0.4929	0.25
29	33	-86.49 -4.98	0.9472 -0.0000	-0.0000 0.9472	96.92 96.92	0.7925	0.40
30	34	-71.28 34.11	0.9482 -0.0000	-0.0000 0.9482	96.98 96.98	0.6585	0.33
31	35	38.83 66.22	0.9513 -0.0000	-0.0000 0.9513	97.13 97.13	0.6195	0.31
32	38	80.61 2.32	0.9528 -0.0000	-0.0000 0.9528	97.21 97.21	0.6826	0.34
33	39	-139.42 6.89	0.9537 -0.0000	-0.0000 0.9537	97.26 97.26	2.0432	1.03
34	40	-9.14 144.50	0.9523 -0.0000	-0.0000 0.9523	97.19 97.19	2.2014	1.11
35	41	55.51 121.95	0.9548 -0.0000	-0.0000 0.9548	97.31 97.31	1.8803	0.95
36	42	37.98 31.44	0.9562 -0.0000	-0.0000 0.9562	97.38 97.38	0.2542	0.13
37	43	-63.35 -267.12	0.9556 -0.0000	-0.0000 0.9556	97.35 97.35	7.8871	3.98
38	44	-12.49 -35.90	0.9541 -0.0000	-0.0000 0.9541	97.28 97.28	0.1515	0.08
39	46	7.94 1.86	0.9504 -0.0000	-0.0000 0.9504	97.09 97.09	0.0070	0.00
40	47	-9.70 -26.63	0.9504 -0.0000	-0.0000 0.9504	97.09 97.09	0.0845	0.04

41	48	-90.74 15.84	0.9474 -0.0000	-0.0000 0.9474	96.94 96.94	0.8956	0.45
42	49	-78.04 3.76	0.9528 -0.0000	-0.0000 0.9528	97.21 97.21	0.6407	0.32
43	50	215.67 119.49	0.9584 -0.0000	-0.0000 0.9584	97.50 97.50	6.3432	3.20
44	51	13.22 75.58	0.9588 -0.0000	-0.0000 0.9588	97.52 97.52	0.6140	0.31
45	52	-24.10 182.50	0.9610 -0.0000	-0.0000 0.9610	97.63 97.63	3.5262	1.78
46	53	45.90 -125.17	0.9614 -0.0000	-0.0000 0.9614	97.65 97.65	1.8488	0.93
47	54	44.18 93.03	0.9648 -0.0000	-0.0000 0.9648	97.82 97.82	1.0994	0.55
48	55	62.17 146.58	0.9646 -0.0000	-0.0000 0.9646	97.81 97.81	2.6281	1.32
49	56	26.31 -42.60	0.9666 -0.0000	-0.0000 0.9666	97.91 97.91	0.2594	0.13
50	57	52.06 -13.72	0.9737 -0.0000	-0.0000 0.9737	98.27 98.27	0.2976	0.15

vv=91.2484 m2		f=92	m0=99.59 cm	F(0.010,2,92)=6.4418			

*****Donusum Parametreleri*****

4.731	-0.002321	-0.002915	1.457e-006	0	0	0	0	492658
-0.002321	1.184e-006	1.444e-006	-7.507e-010	0	0	0	0	0.345042
-0.002915	1.444e-006	2.085e-006	-1.027e-009	0	0	0	0	0.00257456
1.457e-006	-7.507e-010	-1.027e-009	5.277e-013	0	0	0	0	-1.69379e-006
0	0	0	0	4.731	-0.002321	-0.002915	1.457e-006	4.52031e+006
0	0	0	0	-0.002321	1.184e-006	1.444e-006	-7.507e-010	-0.00240375
0	0	0	0	-0.002915	1.444e-006	2.085e-006	-1.027e-009	0.34118
0	0	0	0	1.457e-006	-7.507e-010	-1.027e-009	5.277e-013	3.26268e-007

F

0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0

*****Bilineerlik Katsayilari*****

5.277e-013	0	-1.69379e-006
0	5.277e-013	3.26268e-007

Bilineerlik Testi :

R= 56385.4386 cm2

T= 2.8425 < F(0.975,2,92)= 4.4480 → Bilineer Dönüşüm Anlamsız

Ek 3 Afın dönüşüm sonuçları

UYUSUM TESTI								
SN	NN	v[cm]	(Qvv)ii		mv[cm]	v'Q^v [m2]	v'Q^v 2m0^2	F
1	1	-41.13 -76.88	0.9469 -0.0000	-0.0000 0.9469	98.79 98.79	0.8029	0.39	
2	2	102.71 36.67	0.9543 -0.0000	-0.0000 0.9543	99.18 99.18	1.2463	0.60	
3	3	-52.93 -146.15	0.9702 -0.0000	-0.0000 0.9702	100.00 100.00	2.4903	1.21	
4	4	-55.73 24.50	0.9657 -0.0000	-0.0000 0.9657	99.77 99.77	0.3837	0.19	
5	5	0.17 -129.75	0.9747 -0.0000	-0.0000 0.9747	100.23 100.23	1.7271	0.84	
6	6	-73.96 -66.57	0.9454 -0.0000	-0.0000 0.9454	98.71 98.71	1.0474	0.51	
7	7	-37.77 -29.26	0.9551 -0.0000	-0.0000 0.9551	99.22 99.22	0.2390	0.12	
8	8	30.05 32.86	0.7669 -0.0000	-0.0000 0.7669	88.91 88.91	0.2585	0.13	
9	9	168.70 -40.46	0.7826 -0.0000	-0.0000 0.7826	89.81 89.81	3.8460	1.87	
10	10	-216.62 -141.81	0.7957 -0.0000	-0.0000 0.7957	90.56 90.56	8.4243	4.09	
11	11	14.25 -82.52	0.8073 -0.0000	-0.0000 0.8073	91.22 91.22	0.8686	0.42	
12	12	-67.38 140.93	0.8218 -0.0000	-0.0000 0.8218	92.03 92.03	2.9695	1.44	
13	13	-12.28 285.69	0.9091 -0.0000	-0.0000 0.9091	96.80 96.80	8.9941	4.36	
14	14	128.98 -87.40	0.9536 -0.0000	-0.0000 0.9536	99.14 99.14	2.5456	1.23	
15	16	63.30 91.89	0.9106 -0.0000	-0.0000 0.9106	96.88 96.88	1.3674	0.66	
16	17	-1.41 63.51	0.9121 -0.0000	-0.0000 0.9121	96.96 96.96	0.4424	0.21	
17	19	-41.79 112.75	0.8957 -0.0000	-0.0000 0.8957	96.08 96.08	1.6143	0.78	
18	20	-89.51 -25.38	0.8760 -0.0000	-0.0000 0.8760	95.02 95.02	0.9881	0.48	
19	21	25.85 84.78	0.9187 -0.0000	-0.0000 0.9187	97.31 97.31	0.8552	0.41	

20	22	-91.42 -87.70	0.9592 -0.0000	-0.0000 0.9592	99.43 99.43	1.6732	0.81
21	23	34.41 56.00	0.9561 -0.0000	-0.0000 0.9561	99.27 99.27	0.4518	0.22
22	25	20.95 -67.59	0.9564 -0.0000	-0.0000 0.9564	99.29 99.29	0.5235	0.25
23	26	-55.33 -203.90	0.9560 -0.0000	-0.0000 0.9560	99.26 99.26	4.6692	2.27
24	27	42.35 26.93	0.9476 -0.0000	-0.0000 0.9476	98.83 98.83	0.2658	0.13
25	29	153.03 -207.50	0.9532 -0.0000	-0.0000 0.9532	99.12 99.12	6.9741	3.38
26	30	312.10 -119.21	0.9574 -0.0000	-0.0000 0.9574	99.34 99.34	11.6591	5.66
27	31	102.31 -48.01	0.9617 -0.0000	-0.0000 0.9617	99.56 99.56	1.3281	0.64
28	32	-37.35 -7.31	0.9616 -0.0000	-0.0000 0.9616	99.56 99.56	0.1506	0.07
29	33	-57.32 -10.60	0.9628 -0.0000	-0.0000 0.9628	99.62 99.62	0.3529	0.17
30	34	-43.59 28.78	0.9623 -0.0000	-0.0000 0.9623	99.59 99.59	0.2835	0.14
31	35	64.58 61.26	0.9635 -0.0000	-0.0000 0.9635	99.65 99.65	0.8224	0.40
32	38	55.46 7.17	0.9644 -0.0000	-0.0000 0.9644	99.70 99.70	0.3243	0.16
33	39	-164.41 11.71	0.9651 -0.0000	-0.0000 0.9651	99.74 99.74	2.8148	1.37
34	40	-35.40 149.56	0.9650 -0.0000	-0.0000 0.9650	99.73 99.73	2.4478	1.19
35	41	27.96 127.26	0.9688 -0.0000	-0.0000 0.9688	99.93 99.93	1.7523	0.85
36	42	11.01 36.63	0.9696 -0.0000	-0.0000 0.9696	99.97 99.97	0.1509	0.07
37	43	-90.88 -261.82	0.9695 -0.0000	-0.0000 0.9695	99.96 99.96	7.9223	3.84
38	44	-41.14 -30.38	0.9692 -0.0000	-0.0000 0.9692	99.95 99.95	0.2699	0.13
39	46	-22.75 7.77	0.9677 -0.0000	-0.0000 0.9677	99.87 99.87	0.0597	0.03
40	47	-40.57 -20.68	0.9680 -0.0000	-0.0000 0.9680	99.88 99.88	0.2142	0.10

41	48	-123.35 22.12	0.9670 -0.0000	-0.0000 0.9670	99.83 99.83	1.6240	0.79
42	49	-109.09 9.74	0.9705 -0.0000	-0.0000 0.9705	100.02 100.02	1.2359	0.60
43	50	187.96 124.83	0.9725 -0.0000	-0.0000 0.9725	100.12 100.12	5.2352	2.54
44	51	-14.19 80.86	0.9726 -0.0000	-0.0000 0.9726	100.12 100.12	0.6929	0.34
45	52	-50.07 187.50	0.9734 -0.0000	-0.0000 0.9734	100.16 100.16	3.8693	1.88
46	53	20.15 -120.21	0.9736 -0.0000	-0.0000 0.9736	100.17 100.17	1.5260	0.74
47	54	20.88 97.52	0.9748 -0.0000	-0.0000 0.9748	100.24 100.24	1.0203	0.49
48	55	38.77 151.09	0.9747 -0.0000	-0.0000 0.9747	100.23 100.23	2.4963	1.21
49	56	4.44 -38.39	0.9754 -0.0000	-0.0000 0.9754	100.27 100.27	0.1531	0.07
50	57	37.00 -10.82	0.9779 -0.0000	-0.0000 0.9779	100.40 100.40	0.1520	0.07

vv=96.8869 m2 f=94 m0=101.52 cm F(0.010,2,94)=6.4369

*****Donusum Parametreleri*****

0.707	-0.0002477	-7.991e-005	0	0	0	492662
-0.0002477	1.155e-007	-1.649e-008	0	0	0	0.342632
-7.991e-005	-1.649e-008	8.748e-008	0	0	0	-0.000721183
0	0	0	0.707	-0.0002477	-7.991e-005	4.52031e+006
0	0	0	-0.0002477	1.155e-007	-1.649e-008	-0.00193958
0	0	0	-7.991e-005	-1.649e-008	8.748e-008	0.341815

Afin Donusum Parametreleri

$\lambda = 0.342638$ $\mu = 0.483978$
 $\alpha = -0.360375$ g $\beta = 0.134318$ g

F

0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	-1.0
0.0	0.0	1.0	0.0	1.0	0.0

*****Afinlik Parametreleri*****

2.03e-007-4.301e-023 0.000816845
-4.301e-023 2.03e-007 -0.00266076

Afinlik Testi :

R= 381579.4572 cm2
T= 18.5105 > F(0.975,2,94)= 4.4450 → Afin Dönüşümü Anlamlı

Ek 4 Benzerlik dönüşüm sonuçları

UYUSUM TESTI							
====	====	====	====	====	v'Q^v	v'Q^v	====
SN	NN	v[cm]	(Qvv)ii	mv[cm]	[m2]	2m0^2	F
====	====	====	====	====	====	====	====
1	1	-75.92 -139.74	0.9604 0.0000	0.0000 0.9604	116.24 116.24	2.6333	0.94
2	2	76.04 -21.47	0.9650 0.0000	0.0000 0.9650	116.51 116.51	0.6470	0.23
3	3	-42.63 -189.78	0.9755 0.0000	0.0000 0.9755	117.14 117.14	3.8785	1.38
4	4	-66.35 -23.76	0.9721 0.0000	0.0000 0.9721	116.94 116.94	0.5110	0.18
5	5	-10.09 -157.09	0.9770 0.0000	0.0000 0.9770	117.23 117.23	2.5363	0.90
6	6	-91.15 -141.33	0.9608 0.0000	0.0000 0.9608	116.26 116.26	2.9436	1.05
7	7	-68.28 -83.57	0.9653 0.0000	0.0000 0.9653	116.53 116.53	1.2065	0.43
8	8	-66.25 -120.72	0.8531 -0.0000	-0.0000 0.8531	109.55 109.55	2.2229	0.79
9	9	203.41 -236.68	0.8866 0.0000	0.0000 0.8866	111.68 111.68	10.9841	3.90
10	10	-33.85 -212.00	0.8962 0.0000	0.0000 0.8962	112.28 112.28	5.1429	1.83
11	11	188.40 -163.43	0.9039 0.0000	0.0000 0.9039	112.76 112.76	6.8816	2.45
12	12	103.65 88.63	0.9056 -0.0000	-0.0000 0.9056	112.87 112.87	2.0538	0.73
13	13	100.73 240.30	0.9480 0.0000	0.0000 0.9480	115.48 115.48	7.1614	2.55
14	14	196.63 -120.49	0.9685 0.0000	0.0000 0.9685	116.72 116.72	5.4915	1.95
15	16	177.00 67.31	0.9461 -0.0000	-0.0000 0.9461	115.36 115.36	3.7903	1.35
16	17	111.07 41.23	0.9465 0.0000	0.0000 0.9465	115.39 115.39	1.4830	0.53
17	19	-53.31 240.13	0.9385 0.0000	0.0000 0.9385	114.90 114.90	6.4466	2.29
18	20	-149.27 113.36	0.9358 0.0000	0.0000 0.9358	114.73 114.73	3.7541	1.33
19	21	-10.48 193.23	0.9530 0.0000	0.0000 0.9530	115.78 115.78	3.9294	1.40

20	22	-103.23 -24.07	0.9702 0.0000	0.0000 0.9702	116.83 116.83	1.1580	0.41
21	23	24.46 124.11	0.9686 0.0000	0.0000 0.9686	116.73 116.73	1.6520	0.59
22	25	17.83 -0.69	0.9682 0.0000	0.0000 0.9682	116.70 116.70	0.0329	0.01
23	26	-59.89 -136.10	0.9681 0.0000	0.0000 0.9681	116.70 116.70	2.2840	0.81
24	27	41.74 104.77	0.9635 0.0000	0.0000 0.9635	116.42 116.42	1.3201	0.47
25	29	168.32 -141.75	0.9651 0.0000	0.0000 0.9651	116.52 116.52	5.0175	1.78
26	30	331.69 -61.51	0.9671 0.0000	0.0000 0.9671	116.64 116.64	11.7675	4.18
27	31	121.12 3.20	0.9695 0.0000	0.0000 0.9695	116.78 116.78	1.5142	0.54
28	32	-19.30 44.42	0.9695 0.0000	0.0000 0.9695	116.78 116.78	0.2419	0.09
29	33	-39.73 39.41	0.9702 0.0000	0.0000 0.9702	116.82 116.82	0.3228	0.11
30	34	-29.67 81.42	0.9701 0.0000	0.0000 0.9701	116.82 116.82	0.7741	0.28
31	35	77.54 112.43	0.9708 0.0000	0.0000 0.9708	116.86 116.86	1.9214	0.68
32	38	10.98 -13.64	0.9707 0.0000	0.0000 0.9707	116.86 116.86	0.0316	0.01
33	39	-207.94 -8.39	0.9712 0.0000	0.0000 0.9712	116.88 116.88	4.4596	1.59
34	40	-80.30 131.29	0.9711 0.0000	0.0000 0.9711	116.88 116.88	2.4391	0.87
35	41	-13.98 118.16	0.9736 0.0000	0.0000 0.9736	117.03 117.03	1.4542	0.52
36	42	-29.56 28.15	0.9741 0.0000	0.0000 0.9741	117.06 117.06	0.1711	0.06
37	43	-132.00 -269.14	0.9741 0.0000	0.0000 0.9741	117.06 117.06	9.2252	3.28
38	44	-83.51 -35.87	0.9740 0.0000	0.0000 0.9740	117.05 117.05	0.8481	0.30
39	46	-68.33 3.15	0.9732 0.0000	0.0000 0.9732	117.01 117.01	0.4808	0.17
40	47	-86.02 -24.22	0.9734 0.0000	0.0000 0.9734	117.02 117.02	0.8204	0.29

41	48	-171.07 20.15	0.9729 0.0000	0.0000 0.9729	116.99 116.99	3.0495	1.08
42	49	-150.98 21.99	0.9755 0.0000	0.0000 0.9755	117.14 117.14	2.3864	0.85
43	50	150.64 134.70	0.9764 0.0000	0.0000 0.9764	117.20 117.20	4.1821	1.49
44	51	-51.29 88.61	0.9764 0.0000	0.0000 0.9764	117.20 117.20	1.0737	0.38
45	52	-85.14 193.66	0.9767 0.0000	0.0000 0.9767	117.22 117.22	4.5818	1.63
46	53	-14.44 -112.63	0.9769 0.0000	0.0000 0.9769	117.23 117.23	1.3200	0.47
47	54	-10.11 102.61	0.9774 0.0000	0.0000 0.9774	117.26 117.26	1.0877	0.39
48	55	7.53 155.08	0.9773 0.0000	0.0000 0.9773	117.25 117.25	2.4667	0.88
49	56	-24.51 -36.58	0.9776 0.0000	0.0000 0.9776	117.27 117.27	0.1983	0.07
50	57	19.79 -16.84	0.9788 0.0000	0.0000 0.9788	117.34 117.34	0.0690	0.02
vv=135.0448 m2 f=96 m0=118.61 cm F(0.010,2,96)=6.4322							

*****Donusum Parametreleri*****

0.3734	-0.0001132	-1.2e-016	6.56e-005	492662
-0.0001132	4.845e-008	-6.56e-005	-2.919e-023	0.341951
2.322e-017	-6.56e-005	0.3734	-0.0001132	4.52031e+006
6.56e-005	-1.593e-024	-0.0001132	4.845e-008	-0.000491646

Benzerlik Donusum Parametreleri

$\lambda = 0.341952$ $\alpha = -0.091531$ g

ÖZGEÇMİŞ

Doğum tarihi	08.11.1987	
Doğum yeri	Gölcük	
Lise	2001-2006	Merkez Bankası Derince Anadolu Lisesi
Lisans	2006-2012	Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Harita Mühendisliği Bölümü

Akademik ve Mesleki Deneyimler

2007-2007	Belgeli kurslar
2008-2008	Harita Genel Komutanlığı
2009-2009	Tapu Kadastro Genel Müdürlüğü
2009-2009	Seminer Çalışması