

ZONGULDAK BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

GÖRÜNTÜ TEMELLİ KONUMA BAĞLI BİLGİ ÜRETİMİ İÇİN
YAZILIM GELİŞTİRİLMESİ

GEOMATİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

YUNUS EMRE ELKAR

HAZİRAN 2019

ZONGULDAK BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

GÖRÜNTÜ TEMELLİ KONUMA BAĞLI BİLGİ ÜRETİMİ İÇİN
YAZILIM GELİŞTİRİLMESİ

GEOMATİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Yunus Emre ELKAR

DANIŞMAN

: Doç. Dr. Hüseyin TOPAN

ZONGULDAK

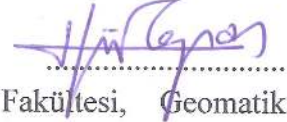
Haziran 2019

KABUL:

Yunus Emre ELKAR tarafından hazırlanan “Görüntü Temelli Konuma Bağlı Bilgi Üretimi İçin Yazılım Geliştirilmesi” başlıklı bu çalışma jürimiz tarafından değerlendirilerek Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Geomatik Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak oybirliğiyle kabul edilmiştir. 26/06/2019

Danışman: Doç. Dr. Hüseyin TOPAN

Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Geomatik Mühendisliği Bölümü



Üye : Doç. Dr. Devrim AKÇA

İşık Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü



Üye : Doç. Dr. Saygın ABDİKAN

Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Geomatik Mühendisliği Bölümü



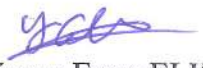
ONAY:

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım./...../2019



Prof. Dr. Ahmet ÖZARSLAN
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

“Bu tezdeki tüm bilgilerin akademik kurallara ve etik ilkelere uygun olarak elde edildiğini ve sunulduğunu; ayrıca bu kuralların ve ilkelerin gerektirdiği şekilde, bu çalışmadan kaynaklanmayan bütün atıfları yaptığımı beyan ederim.”


Yunus Emre ELKAR

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

GÖRÜNTÜ TEMELLİ KONUMA BAĞLI BİLGİ ÜRETİMİ İÇİN YAZILIM GELİŞTİRİLMESİ

Yunus Emre ELKAR

Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Geomatik Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Doç. Dr., Hüseyin TOPAN

Haziran 2019, 93 sayfa

Bu tez kapsamında MATLAB ortamında geliştirilmiş ve doğrulanmış GeoEtrim (Geospatial Evaluation and Training of Images) yazılımına arayüz kazandırılmış ve yeni bağıntılarla C# ortamında programlanmıştır. GeoEtrim, görüntülerin geometrik açıdan incelenmesi ve özellikle 2/3B konum bilgisi elde edilmesi için geliştirilen bir yazılımlar bütünüdür. Günümüze dek sadece MATLAB ortamında geliştirilen GeoEtrim, bu ortamda gerçekleştirilmesi oldukça güç olan yüksek boyutlu görüntü açma ve YKN (Yer Kontrol Noktası) ve BDN (Bağımsız Denetim Noktası) toplama gibi kısıtları da giderecek şekilde C# programlama dilinde yeniden kodlanmaya başlanmıştır. C# sürümünde gerçekleştirilebilen işlemlerden başlıcaları: Proje oluşturulması, bir projede birden fazla görüntü eklenmesi, görüntülerin kontrastının genişletilmesi, YKN ve BDN toplanması ve GeoTransform paneli ile algılayıcıdan bağımsız dönüşüm yöntemlerinden başlıcaları (benzerlik, afin, polinom, afin izdüşüm, projektif, DLT ve algılayıcıdan bağımsız RFM) ile 2B konum doğruluğunun belirlenmesidir. Ayrıca uyumsuz ölçü ve katsayı anlamlılık testleri de yapılabilmektedir. Yazılım, eğitim ve bilimsel çalışmalarda kullanılması şartıyla ücretsiz olarak edinilebilmektedir.

ÖZET (devam ediyor)

Anahtar Sözcükler: C#, dengeleme, GeoEtrim, görüntü yapısı, koordinat dönüşümü, grafik arayüz, konuma bağlı bilgi, parametre anlamlılık testi, uyşumsuz ölçü testi, XML, yazılım

Bilim Kodu: 616.02.04.



ABSTRACT

M. Sc. Thesis

DEVELOPING A SOFTWARE FOR GEOSPATIAL INFORMATION GENERATION FROM IMAGES

Yunus Emre ELKAR

**Zonguldak Bülent Ecevit University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Geomatics Engineering**

Thesis Advisor: Assoc. Prof. Dr., Hüseyin TOPAN

June 2019, 93 pages

In this thesis, the interface to GeoEtrim software is introduced. In addition, GeoEtrim software has been moved from MATLAB to C#. GeoEtrim is a software developed for the purpose of geometrical analysis of images and generation of 2/3D geospatial information. Although GeoEtrim was developed in the MATLAB environment up to now, it is decided to continue in C# for overcoming the challenges such as importing/reading big sized image files or collecting GCP&ICP. Creating project, importing image(s), enhancing the image contrast, GCP&ICP collection, and sub-package of GeoTransform, to run sensor-independent transformation models such as similarity, affine, polynomial, affine projective, DLT and sensor-independent RFM for 2D georeferencing accuracy assessment, are the major opportunities of the current version. Besides, blunder and parameter validation tests are also available. GeoEtrim can be downloaded for the scientific and educational applications free-of-charge.

Keywords: Blurring test, C#, coordinate transformation, equalization, GeoEtrim, graphical interface, geospatial information, Image structure, invalid parameter test, software, XML

Science Code: 616.02.04.



TEŞEKKÜR

Bu bilimsel çalışmamda en başından beri bana yön veren, cesaretlendiren ve yardımlarını esirgemeyen değerli danışmanım Doç. Dr. Hüseyin TOPAN'a ve danışman hocamla çalışmamıza imkân tanıyan başta danışman hocamın değerli eşi Doç. Dr. Aysel TOPAN olmak üzere tüm TOPAN ailesine çok teşekkür ederim.

Tezin bu noktaya gelmesinde büyük katkıları olan tez inceme komitesi üyeleri Doç. Dr. Devrim AKÇA ile Doç. Dr. Saygın ABDİKAN'a çok teşekkür ederim.

Kendi tez araştırmasına konu olan yazılımının kaynak kodlarını ve ilgili çalışmasını sunan Yüksek Müh. Ali CAM'a, kullanıcı gözüyle fikirlerini ve tecrübelerini aktaran Öğr. Gör. Murat ORUÇ'a, Arş. Gör. Dr. Mustafa ÖZENDİ'ye, Arş. Gör. Dr. Çağlar BAYIK'a, Arş. Gör. Dr. Ali İhsan ŞEKERTEKİN'e, Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Geomatik Mühendisliği Bölümü öğretim üyelerine, Türk Hava Kuvvetleri Komutanlığından komutan Gürsu AYTEKİN'e ve bilgisayar mühendisi bakış açısıyla desteklerini esirgemeyen Dr. Öğr. Üyesi Mürsel Ozan İNCETAŞ'a teşekkür ederim.

Tezin uygulama aşamasında sağladıkları görüntü temininden dolayı Türk Hava Kuvveti komutanlığına saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Gösterdikleri sabır, anlayış, maddi ya da manevi her türlü destekleri ve hayatımın her alanında beni yalnız bırakmadıkları için canım annem Saliha ELKAR'a, değerli babam Recep ELKAR'a ve en yakın arkadaşım olan biricik kardeşim Dr. Buğra ELKAR'a sonsuz teşekkür ederim.



İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
KABUL:	ii
ÖZET	iii
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR	vii
İÇİNDEKİLER.....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xi
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xiii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xvii
 BÖLÜM 1.....	 1
1.1 GİRİŞ.....	1
1.2 AMAÇ	7
 BÖLÜM 2.....	 11
2.1 KOORDİNAT DÖNÜŞÜMÜ	12
2.1.1 Benzerlik Dönüşümü.....	13
2.1.2 Afin Dönüşümü	14
2.1.3 Polinom Dönüşümü.....	14
2.1.4 Afin İzdüşüm Dönüşümü	15
2.1.5 Polinom Dönüşümü.....	16
2.1.6 DLT Dönüşümü.....	16
2.1.7 RFM Dönüşümü	17
2.2 DENGELEME	18

İÇİNDEKİLER (devam ediyor)

	<u>Sayfa</u>
2.3 UYUŞUMSUZ ÖLÇÜLERİN BELİRLENMESİ.....	20
BÖLÜM 3.....	23
3.2 KONUMSAL BİLİŞİM YAZILIMLARI.....	25
3.2 GeoEtrim: YAZILIMIN YAPISI	26
3.2.1 Ana Pencere.....	29
3.2.2 YKN/BDN Toplama Penceresi.....	40
3.2.3 Nokta Dışarı Aktarma Penceresi	42
3.2.4 Nokta İçeri Aktarma Penceresi.....	44
3.3.5 GeoTransform Penceresi.....	46
3.3.6 Görsel Ayarlama Penceresi	52
3.2 UYGULAMA	55
SONUÇLAR	67
KAYNAKLAR.....	67
EK AÇIKLAMALAR.....	77
EK A: Kullanma Kılavuzu.....	77
ÖZGEÇMİŞ.....	93

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 1.1 Bilinen en eski harita. Çatalhöyük bölgesine ait şehir planı (Fotoğraf: Hüseyin Topan).	2
Şekil 1.2 Konumsal bilişimin birleşenleri.	4
Şekil 1.3 GeoEtrim'in logosu.	7
Şekil 1.4 GeoEtrim'e bağlı alt yazılımlarının logoları.	8
Şekil 2.1 3B iki koordinat sistemi arası geometrik ilişki.	13
Şekil 3.1 Yazılım geliştirme akış diyagramı.	24
Şekil 3.2 Yazılım yaşam döngüsü.	24
Şekil 3.3 GeoEtrim'in genel iş akış şeması.	28
Şekil 3.4 GeoEtrim ana ekran görünümü.	29
Şekil 3.5 GeoEtrim'de geliştirilen kısayol çubuğu.	30
Şekil 3.6 GeoEtrim'e ana pencereden ulaşılabilecek bilgiler.....	30
Şekil 3.7 Kaydırma (scrollbar) çubuğu görünümü.	31
Şekil 3.8 Görüntü koordinatlarının görüntü panelinden okuma algoritması özet kodu.	32
Şekil 3.9 GeoEtrim'de yakınlaştırma öncesinin ve sonrasının gösterimi.	33
Şekil 3.10 GeoEtrim'de karışıklık değiştirme öncesinin ve sonrasının gösterimi.	34
Şekil 3.11 Karışıklık ayarını değiştirmek için geliştirilen parçalı çubuk (trackbar).	34
Şekil 3.12 Karışıklık değiştirme algoritması özet kodu.	35
Şekil 3.13 GeoEtrim'de takip paneli.	36
Şekil 3.14 Çalışma alanının takip panelindeki karşılığının oranlanması ile ilgili geliştirilen algoritmanın özet kodu.	38
Şekil 3.15 XML düğüm yapısı.	39
Şekil 3.16 GeoEtrim ile saklanmış örnek bir projenin metin görünümü verilmiştir.	40
Şekil 3.17 YKN/BDN toplama penceresi görünümü.	41
Şekil 3.18 “auto locate” özelliği ile kayma çubuklarının kayma miktarının hesaplanması ile ilgili algoritmanı özet kodu.	42
Şekil 3.19 Nokta dışarı aktarma penceresi.	43
Şekil 3.20 GeoEtrim'de örnek bir projede dışarı aktarılan “.gcp” uzantılı nokta dosyasının text yapıda görünümü.	44
Şekil 3.21 Boş görüntü açma penceresi.....	45
Şekil 3.22 Nokta içe aktarma penceresi.	45
Şekil 3.23 “.txt” uzantılı GeoEtrim'de çalışacak nokta verileri.....	46
Şekil 3.24 GeoTransform alt yazılımının görünümü.....	47
Şekil 3.25 Dönüşüm modelinin GeoTranform'da seçimi.	48
Şekil 3.26 Normlandırma işleminin algoritma özet kodu.	49

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam ediyor)

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 3.27 Geri normlandırma işleminin algoritma özet kodu.	49
Şekil 3.28 Satır ve sütunda uyumsuz olan noktanın gösterimi.	50
Şekil 3.29 Rapor panelinin ölçüt bölümü.	50
Şekil 3.30 Örnek bir parametre anlamlılık testinin sonucunun GeoTransform’da gösterimi. .	51
Şekil 3.31 Noktalarda hata vektörlerinin GeoTransform’da gösterimi.	52
Şekil 3.32 Geliştirilen görsel ayarlama penceresi görünümü.	54
Şekil 4.1 Benzerlik dönüşümü ile elde edilen hata vektörleri.	59
Şekil 4.2 Afin (1° polinom) dönüşümü ile elde edilen hata vektörleri.	59
Şekil 4.3 1° polinom (Afin) dönüşümü ile elde edilen hata vektörleri.	60
Şekil 4.4 2° polinom Dönüşümü ile elde edilen hata vektörleri.	60
Şekil 4.5 3° polinom dönüşümü ile elde edilen hata vektörleri.	61
Şekil 4.6 4° polinom dönüşümü ile elde edilen hata vektörleri.	61
Şekil 4.7 5° polinom dönüşümü ile elde edilen hata vektörleri.	62
Şekil 4.8 (Afin izdüşüm) Genel afin izdüşüm dönüşümü ile elde edilen hata vektörleri.	62
Şekil 4.9 (Afin izdüşüm) OrbView-3 için geliştirilen model dönüşümü ile elde edilen hata vektörleri.	63
Şekil 4.10 (Afin izdüşüm) IKONOS&QuickBird için geliştirilen model dönüşümü ile elde edilen hata vektörleri.	63
Şekil 4.11 Projektif dönüşümü ile elde edilen hata vektörleri	64
Şekil 4.12 DLT dönüşümü ile elde edilen hata vektörleri.	64
Şekil 4.13 1° RFM dönüşümü ile elde edilen hata vektörleri.	65
Şekil 4.14 2° RFM dönüşümü ile elde edilen hata vektörleri.	65
Şekil 4.15 3° RFM dönüşümü ile elde edilen hata vektörleri.	66

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
Çizelge 3.1 Geoetim'in XML yapısı.	39
Çizelge 3.2 GeoEtrim'de XML halinde saklanan bir projenin düğümlerinde ki niteleyiciler(attributes) hakkında kısa açıklamalar.....	40
Çizelge 4.1 Çalışma alanında 2B normalleştirme yapılarak konum doğruluğu uygulama sonuçları.	55
Çizelge 4.2 Çalışma alanında yapılan döngüsel işlemlerde, karesel ortalama hata sonuçlarına karşılık gelen döngü üst sınırı ve eşik değer sonuçları.....	56
Çizelge 4.3 Uygulamaya ait t-student dağılımında uyuşumsuz ölçü testi sonuçları.....	57
Çizelge 4.4 Çalışma alanında yapılan uygulamaya ait dönüşüm modellerinin parametre anlamlılık testi, GeoTransform sonuçları.....	58



EK AÇIKLAMALAR DİZİNİ

Sayfa

EK A Kullanma Kılavuzu.....	77
-----------------------------	----





SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

SİMGELER

X, Y, Z	: Yer kontrol noktasının nesne (yer) koordinatları
X_0, Y_0, Z_0	: İki koordinat sistemi arasındaki öteleme
X_{img}, Y_{img}	: Ekran koordinatı
I_w, I_h	: Dijital ekranın (monitör) en ve boy genişliği
S_x, S_y	: Ekranda görüntünü en ve boy kayma miktarı
w, φ, κ	: Dönme açıları
s	: Ölçek
H	: Uydu yüksekliği
α	: Açıklık açısı
r, c	: Yer kontrol noktasının görüntü (satır, sütun) koordinatları
r_0, c_0	: Görüntü koordinatlarının ötemele değeri
a, b, c, d	: Dönüşüm katsayıları
i	: YKN için altindis
m	: Polinom derecesi
n_k	: Dönüşüm katsayı sayısı
n	: Yer kontrol noktası sayısı
n (altindis)	: Normalleştirme (örn: r_n : normalleştirilmiş satır koordinatı)
g, j, k	: Polinom dereceleri için artan indis.
F	: Dönüşüm modeli (fonksiyonel model)
P	: Dönüşüm katsayısı
l	: Ölçü
$\underline{v}$	: Ölçülere getirilecek düzeltme
$ _0$	: Yaklaşık değer
$\underline{A}$	: Dengeleme bilinmeyenlerinin katsayılar (Jakobiyan) matrisi
dP	: Dengeleme bilinmeyeni
m_0	: Karesel ortalama hata

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ (devam ediyor)

f	: Serbestlik derecesi veya F 'nin alt fonksiyonu
T_n	: Baarda test büyüklüğü
T_p	: Pope test büyüklüğü
T	: t-student test büyüklüğü
Q_{vv}	: Düzeltmelerin ters ağırlık matrisi
c	: Uyuşumsuz ölçü testinde ölçü çifti için eşik değer
K	: Varyans-kovaryans matrisi
B	: Nesne koordinatlarına oluşan Jakobiyan matris
Δm	: Karesel ortalama hata farkı
Φ	: Ölçek düzetmesi

KISALTMALAR

ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
BDN	: Bağımsız Denetim Noktası
CCD	: Charge Coupled Device
CNES	: Centre National d'Études Spatiales
DLT	: Direct Linear Transformation
EKK	: En Küçük Kareler
ERTS	: Earth Resources Technology Satellite
GNSS	: Global Navigation Satellite System
HRG	: High Geometric Resolution
ISPRS	: International Society for Photogrammetry and Remote Sensing
KOH	: Karesel ortalama hata
NASA	: National Aeronautics and Space Administration
MÖ	: Milattan Önce
MS	: Milattan Sonra
RAM	: Random Access Memory (Rasgele erişilebilir bellek)
RFM	: Rational Functional Model
RPC	: Rational Polynomial Coefficients
RTK	: Real Time Kinematic
SYM	: Sayısal Yükseklik Modeli

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ (devam ediyor)

TUSAŞ	: Türk Havacılık ve Uzay Sanayii AŞ
YKN	: Yer Kontrol Noktası
YÖA	: Yer Örneklem Aralığı
XML	: eXtensible Markup Language (Geliştirilebilir işaretleme dili)





BÖLÜM 1

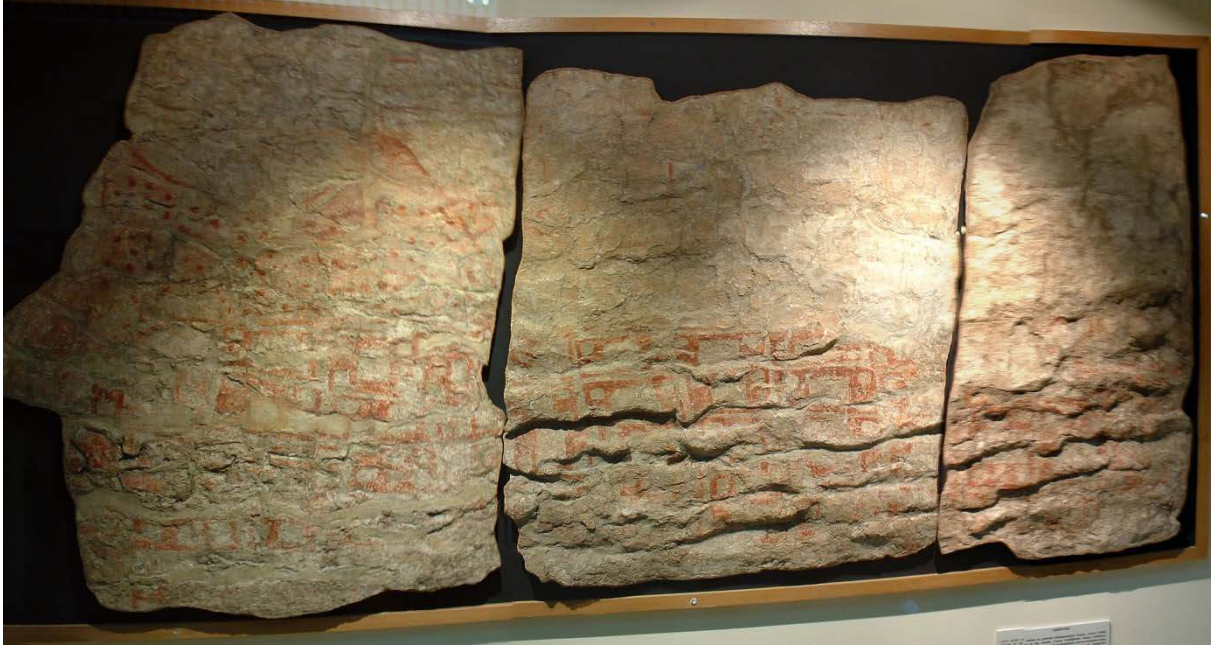
GİRİŞ VE AMAÇ

1.1 GİRİŞ

Duyu organlarımızın içinde en büyük etki şüphesiz ki görsel algılamadır. Amerika'daki çocuk işçilerinin acı hikâyesini fotoğrafları ile dünyaya aktaran ve bu konuda büyük bir farkındalık sağlayan Amerikalı ünlü fotoğraf sanatçısı Lewis Hine (1969), "Eğer hikâyeyi sözcüklerle anlatabilseydim, yanımda sürekli bir fotoğraf makinesi taşımaya ihtiyaç duymazdım." sözleriyle, görsel verinin önemine dikkat çekmiştir (Freedman 1994). Ünlü fotoğraf muhabirimiz Ara Güler'in de bu konuda "Bir yazar sandaldaki adamı anlatır. Fotoğraf ise insanlara sandaldaki adamın arkasındaki bulutu da gösterir." sözü de görselliğin değerini göstermektedir (Türeli 2010). Yine günümüzde kitle iletişim araçlarının hemen hemen hepsi görsel veri kullanmaktadır. Reklamlar, tüketiciyi ikna etmek için sözlü anlatımdan daha ziyade görsel unsurlara yer vermektedir (Güler 2009). Eğitim kuramcıları görsel araçların öğrenmeyi daha kalıcı yaptığı savını bir takım bilimsel deneyler ile savunmaktadırlar (Gülen ve Demirkuş 2014). Üç boyutlu düşünmede, incelemede ve yorumlayabilmede görmenin önemi büyüktür. Bu kapsamda yapılan çalışmalardan birisinde 2009-2010 öğretim yılında 12. sınıflar arasında 36'sı deney grubu ve 35'i kontrol grubu olmak üzere 71 kişilik katılımcıya geometri dersi üç boyutlu yazılım kullanarak anlatılmış ve görmenin anlamlı etkisi ortaya konulmuştur (Eryiğit 2010). Aynı şekilde inkılap dersinde fotoğraf kullanarak anlatma (Akbaba 2005) veya coğrafya dersinde de fotoğraflarla aktarma üzerinde yapılan çalışmalar da insanlar için görsel araçların önemini ortaya çıkartmıştır (Üçışık vd. 2002).

Bilindiği gibi ilk çağlarda yaşamış insanlar, yaşantılarını mağara duvarlarına aktarmıştır. Aynı zamanda yaşam mücadelesi nedeniyle avlanma ve barınma yerlerini belirten görsel bir dil kullanmışlar; bir nevi kartografya çalışmaları yapmışlardır. Konya ilinde 1963 yılında ortaya çıkarılan Çatalhöyük kentinin antik haritasının MÖ 6200 yılına ait olduğu sanılmaktadır (**Şekil 1.1**). Yazının keşfinin ise MÖ 3000'li yıllara ait olduğu düşünüldüğünde, kartografya bilimi yazının keşfinden bile eskidir (Bilgi 2006). Benzer şekilde, Nil nehrindeki su taşkınlarına karşı

mülkiyet sahiplerini belirlemek için MÖ 1300 yılına ait bir harita, Babillerin MÖ 2300 yılına ait kil tabletlere işlediği haritalar, Girit adasında kıyı yerleşimini gösteren MÖ 1600 yılına ait antik harita gibi örnekler tarih boyunca insanlığın konuma bağlı bilgiyi kullandığını göstermektedir (Karagöz 2008).



Şekil 1.1 Bilinen en eski harita. Çatalhöyük bölgesine ait şehir planı (Fotoğraf: Hüseyin Topan).

İngiliz devlet adamı ve filozof Francis Bacon (1561-1657) Latince *Meditationes Sacrae* isimli eserinde “...bilgi egemenliktir” demektedir (Bacon 1597). Bacon, bu görüşünün nedenini, “Bilgi nesnelere ve bölgeye hükmetmenizi sağlar.” şeklinde açıklamaktadır. Günümüzde bilgi, bilişim sektörü, yazılım, donanım ve internet teknolojisi ile çok hızlı bir şekilde büyümekte ve gelişmektedir. Tüm sektörlerin en az %60’ının bilişim sektörüne bağlı olduğu tahmin edilmektedir. Tüm bunlarla birlikte konuma bağlı bilgi kullanılmasında bilişim sektöründeki gelişmelerin önemli bir etkisi bulunmaktadır (Aydın 2012).

Günümüzde konuma bağlı bilgiyi elde etmede farklı yöntemler kullanılmaktadır. Bu yöntemlerden yersel konum belirleme yöntemleri yakın geçmişte ağırlıklı olarak kullanmakta iken günümüzde konuma bağlı bilgi üretimi çoğunlukla havadan veya uzaydan elde edilen optik, mikrodalga, ısı ve lazer veriler/görüntülerle ve uydu tabanlı konumlama hizmetleri (GNSS: Global Navigation Satellite Systems) ile elde edilmektedir (Chen vd. 2016b). Konum belirlemede ülkeler gerek askeri gerekse sivil kullanım amaçlı büyük yatırımlar yapmaktadırlar (Uçar ve Doğru 2005). ABD’nin (Amerika Birleşik Devletlerinin) GPS (Global Positioning

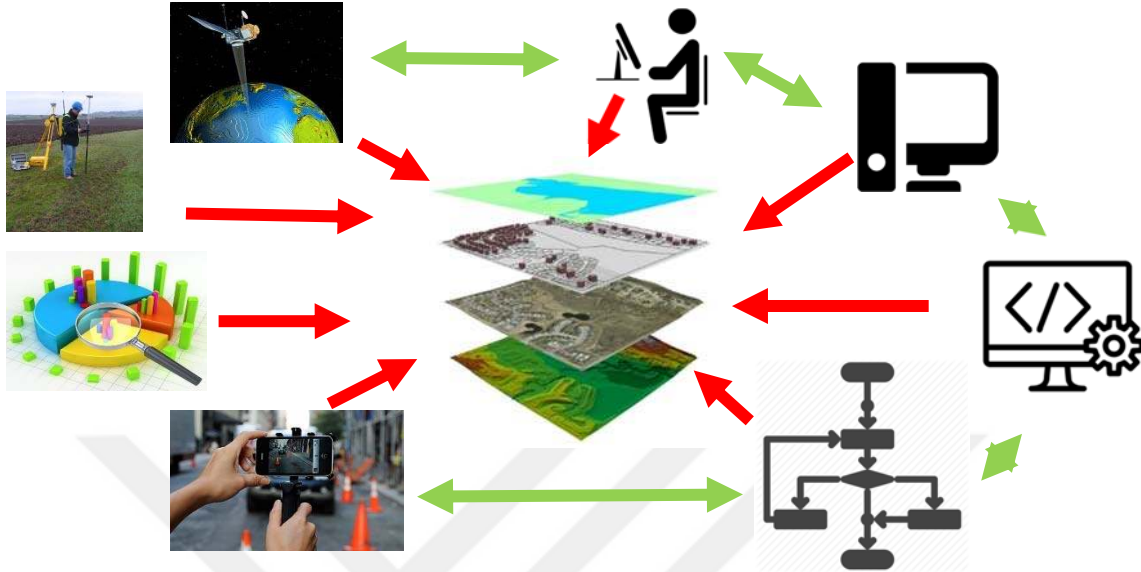
System) uydularına bağıllığı azaltmak amacıyla Avrupa Birliđinin oluşturduğu Galileo uydu programı için 2011-2020 yatırım planının bütçesi 13 milyar Amerikan dolarıdır (Reillon 2017). AlphaBeta (2017) tarafından yayınlanan rapora göre ise 2016 yılında konumsal bilişim sektörünün hasılatı 400 milyar Amerikan dolarıdır. Hatta 2020 yılına kadar sadece otomobillerin navigasyon sistemlerinin toplam değerinin 250 milyar Amerikan dolara ulaşacağı ön görölmektedir (Baybalı 2018).

Konum bilgisini elde etmede günümüzde kullanılan yöntemlerden birisi uzaktan algılamadır. Bu yöntem herhangi bir cisim ile temas kurmadan cisim hakkında bilgi elde etmek anlamına gelmektedir. Aslında görme ve işitme uzaktan algılamaya birer örnek düşünebilir (Maktav ve Sunar 1991). Günümüze dek uzaktan algılama ile ilgili bir çok tanım yapılmıştır. Bu alandaki en önemli uluslararası örgütlerinden birisi olan ISPRS (International Society for Photogrammetry and Remote Sensing) tarafından yapılan tanım: uzaktan algılama, yerde, havada veya uzayda bulunan algılayıcılardan, gezegenlerin ve Dünyanın diğer fiziksel verileri ile birlikte görüntülerinin elde edilmesi, işlenmesi ve incelenmesi bilim ve teknolojisidir (Chen vd. 2016b). Bu kapsamda uzaktan algılama tekniği ile diğer gezegenler de incelenmektedir.

Uzaktan algılama tarihsel süreci soğuk savaş dönemine dayanmaktadır. Bu süreçte, Sovyet Sosyalist Cumhuriyetler Birliği, 4 Ekim 1957’de ilk yapay uydu Sputnik-1’i (55 cm çapında, 83 kg ağırlığında ve 4 antenli) uzaya göndererek ABD ile uzay yarışı farklı bir boyuta taşımıştır (Cracknell ve Varotsos 2007). Ardından NASA’nın (National Aeronautics and Space Administration) uzay çalışmaları ile uzaktan algılamada sivil kullanımın önü açılmıştır (Reeves 1975). Bunu izleyen süreçte CNES (Centre National d’Études Spatiales) tarafından atılan SPOT-1 uydusu ve ticari bir uydu olan IKONOS uydusu gibi uydularla uzaktan algılama ile konuma bağlı bilgi üretimi alanında ilerlemeler hız kazanmıştır. Uzay yarışındaki istihbarat amaçlı görüntü toplama çalışmaları ile başlayan süreç günümüze kadar epeyce yol kat etmiştir (Sunar vd. 2011). Uzaktan algılamanın tarihçesi ile uydular hakkındaki derlemelere (Belward ve Skøien 2015) aracılığıyla ulaşılabilir.

Konumsal bilişim farklı bileşenlerden oluşmaktadır. Verinin üretilmesinde, uydu görüntüleri, yersel yöntemler veya fotogrametrik yöntemler vardır. Verinin işlenmesi ve bilgiye dönüşmesinde de matematiksel bağıntılar, istatistiksel yaklaşımlar, kullanılacak metotlar ve de çeşitli donanımlara ve yazılımlara ihtiyaç duyulmaktadır. Bu bileşenler **Şekil 1.2’de**

gösterilmektedir. Birleşenlerin tamamı konumsal bilişimi oluşturmaktadır. Bu tez kapsamında bu birleşenlerden yazılım ayağı üzerinde çalışılmıştır.



Şekil 1.2 Konumsal bilişimin birleşenleri.

Gün geçtikçe büyüyen konumsal bilişim sektörünün temel unsurlarından birisi yazılımdır ve günümüzde pek çok ticari ve akademik yazılım kullanılmaktadır. Sıradan bir uygulamada ticari yazılım kullanılması olağan bir durumken eğitim ve bilimsel çalışmalarda ticari yazılım kullanmanın bazı sakıncaları mevcuttur. Bu sakıncalar, kullanılan yöntemin veya algoritmanın ayrıntılarının bilinmemesi ve yazılıma müdahale kısıtlamaları gibi bazı sınırlayıcı etkenlerin varlığıdır. Ülkemizde de konuma bağlı uygulamalarda çoğu bilimsel çalışmanın ticari yazılımlar ile gerçekleştirildiği görülmektedir. Bu durum beraberinde, ticari yazılımların otomatik olarak tanıdığı veri/görüntü biçimlerinin ve kullanılan yöntemlerin sonuçlar üzerindeki etkisinin irdelenmeden çalışmaların yürütülmesine neden olmaktadır. Bu sorun sadece Ülkemizde değil, aynı zamanda uluslararası düzeyde bir sorundur. Zira (Dowman 2010) tarafından ifade edildiği üzere “...Şöyle bir tehlike var: insanlar, kurumlar ve organizasyonlar, nasıl elde edildiklerini anlamadan veya yanlış açıklayarak veri kullanıyorlar... ..ve en azından Birleşik Krallık perspektifinden bakıldığında şunu düşünmeye başladım: üniversiteye daha fazla genç gidiyor, fakat matematik ve bilim içeren çalışmaları tercih etmiyorlar.”

Konumsal bilişim araştırmaları ve uygulamaları için pek çok akademik yazılım geliştirilmektedir. Araştırma veya eğitim çalışmalarında kullanabilenlerden bazıları aşağıda verilmiştir. Bu yazılımlardan bazılarının kaynak kodlarına erişilebilmektedir.

- ESA (European Space Agency) tarafından geliştirilen SNAP (URL-8 2016),
- OSGeo (The Open Source Geospatial Foundation) tarafından geliştirilen QGIS (URL-16 2018) ve GRASS GIS (URL-12 1998),
- IGN (Institut National de l'Information Géographique et Forestière, Fransa) ve ENSG (École Nationale des Sciences Géographiques, Fransa) ortaklığında geliştirilen MicMac (URL-13 2016),
- CNES (Centre National d'Études Spatiales, Fransa) tarafından geliştirilen Orfeo Toolbox (URL-14 2018),
- California Teknik Üniversitesi (Amerika Birleşik Devletleri) tarafından geliştirilen COSI-Corr (Co-registration of Optically Sensed Images and Correlation) (Ayoub vd. 2009),
- EDF R&D (Fransa) şirketi tarafından geliştirilen CloudCompare (Girardeau-Montaut 2017),
- ISTI-CNR (Istituto di Scienza e Tecnologie dell'Informazione – Consiglio Nazionale delle Ricerche, İtalya) tarafından geliştirilen MeshLab (Cignoni vd. 2008),
- Rio de Janeiro Devlet Üniversitesi Mühendislik Fakültesi (Brezilya) tarafından geliştirilen E-foto (Mota vd. 2009),
- Jade Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, IAPG (Institute for Applied Photogrammetry and Geoinformatics, Almanya) tarafından geliştirilen Phox (URL-15 2016),
- İspanya ve İtalya ortaklığında geliştirilen GRAPHOS (inteGRated PHOtogrammetric Suite) (Gonzalez-Aguilera vd. 2018),

- Washington Üniversitesi tarafından geliştirilen VisualSFM (Visual Structure from Motion System) (URL-19 2011),
- Cornell Üniversitesi tarafından geliştirilen Bundler (Structure from Motion for Unordered Image Collections) (URL-5 2008),
- California Santa Barbara Üniversitesi tarafından geliştirilen Theia (URL-18 2016),
- Johannes L. Schönberger tarafından geliştirilen COLMAP (URL-17 2018),
- Furukawa ve Ponce tarafından geliştirilen CMVS (Clustering Views for Multi-view Stereo) (URL-10 2010),
- CRCSI (Cooperative Research Centre for Spatial Information, Avustralya) tarafından geliştirilen Barista (URL-4 2018) ve
- Darmstadt Teknik Üniversitesi (Almanya) tarafından geliştirilen MVE (Multi-view Environment) (Fuhrmann vd. 2014) yazılımlarıdır. Bu yazılımların çoğu kendi internet sitelerinden veya GitHub üzerinden indirilebilir. Bununla birlikte akademik olarak geliştirildiği halde ücretli olarak edinilebilen bazı yazılımlar ise:
- Leibniz Hannover Üniversitesi IPI (Institute of Photogrammetry and GeoInformation, Almanya) tarafından geliştirilen BLUH (Bundle block adjustment Leibniz University Hannover) (Jacobsen 2008),
- 4DiXplorer (İsviçre) şirketi tarafından pazarlanan SAT-PP (SATellite image Precision Processing), PHOENIX, CLORAMA (CLOse RAnge MAtching), LS3D (Least Squares 3D Surface Matching), BAAP (Bundle Adjustment with Additional Parameters) (URL-1 2008), ve
- Avrupa Birliği Projesi olan FORSAT'tır (URL-9 2018). Ayrıca ticari pek çok yazılımın ortaya çıkışının veya bazı alt yazılımlarının geliştirilmesinin akademik destek ile gerçekleştiği de unutulmamalıdır. GeoEtrim ile konumsal bilişim yazılımlarının ayrıntılı kıyaslaması bölüm 2'de "Konumsal bilişim yazılımları" başlığı altında bulabilirsiniz.

1.2 AMAÇ

Bu tezin amacı, konumsal bilişim için görüntülerin geometrik açıdan incelenmesi ve özellikle 2/3B konum bilgisi elde edilmesi için akademik bir yazılımın geliştirilmesidir. Bu amaçla MATLAB ortamında derlenen GeoEtrim (Geospatial Evaluation and Training of Images) yazılımı C# dilinde programlanmaya başlanmıştır (Şekil 1.3).



Şekil 1.3 GeoEtrim'in logosu.

GeoEtrim, görüntü kullanarak konuma bağlı bilgi üretimi işlemlerinin kuramsal temelde geliştirilerek yazılım ortamında sunulmasına ve bu sayede yeni yöntemler geliştirilmesine olanak sağlamaktadır (Topan 2011). İlk yıllarında GeoEtrim, farklı yöntemlerin MATLAB ortamında alt yazılım paketleri olarak geliştirilmesi temeline dayanmaktadır (Topan 2011). GeoEtrim MATLAB ortamında, GeoTransform, GeoSpot ve Geo301 olmak üzere 3 ayrı alt yazılımlarından oluşmaktadır. GeoTransform (Şekil 1.4 a) alt yazılımı ile algılayıcı bağımsız koordinat dönüşüm modelleri (2 veya 3 boyutlu afin, polinom, afin projeksiyon, projektif ve DLT) ve algılayıcı bağlı veya bağımsız koordinat dönüşüm modeli RFM (Rational Function Model) kullanarak 2 boyutlu geometrik doğruluk hesaplama ve bu hesaba bağlı uyumsuz ölçü ile parametrik anlamlılık testi hesapları yapılabilmektedir. GeoSpot (Şekil 1.4 b) alt yazılımı ile bir çift stereo SPOT-5 HRG düzey 1A görüntüsünden bir nesnenin konumunu blok dengeleme ile ± 1 piksel doğrulukla hesaplanabilmesi ile iç ve dış yöneltme elemanlarının konum doğruluğu üzerindeki etkisi araştırılabilmektedir. Geo301(Şekil 1.4 c) alt yazılımı da GeoSpot alt yazılımının yapabildiği hesaplara 3 çift stereo görüntü ile yapabilmesi için geliştirilmiştir.



a) GeoTransform'un logo görseli.



b) GeoSpot'un logo görseli.



c) Geo3o1'in logo görseli.

Şekil 1.4 GeoEtrim'e bağlı alt yazılımlarının logoları.

Yukarıda bahsedilen alt yazılımlar ayrı ayrı MATLAB ortamında geliştirilmiş olarak mevcuttur. Ancak gerek geliştirilen bu yöntemlerin tümleşik bir yazılımda toplanması, gerekse MATLAB ortamında yerine getirilmesi güç işlemlerin gerçekleştirilebilmesi için C# programlama dilinde yeniden derlenmesine karar verilmiştir. GeoEtrim'in MATLAB sürümü GeoSpot, GeoTransform, Geo3o1 ve GeoIP adlı alt yazılımları kapsadığı halde, C# sürümü henüz sadece GeoTransform'u içermektedir (URL-11 2018). MATLAB ortamında oldukça uzun süren büyük boyutlu görüntü açma ve YKN&BDN toplama gibi işlemler C# sürümünde kolaylıkla gerçekleştirilebilmektedir. Bu tez aşağıdaki aşamalardan oluşmaktadır.

- Öncelikli olarak benzerlik, polinom, afin izdüşüm, projektif, DLT (Direct Linear Transformation – Doğrudan Doğrusal Dönüşüm) ve RFM (Rational Functions Modeli-Rasyonel Fonksiyon Model) yöntemleri anlatılmış,
- Sonra dengeleme, uyumsuzluk ölçü testi ve parametre anlamlılık testinden bahsedilmiş,
- Visual Studio yazılımı kullanılarak C# programlama dilinde kullanıcı görüşleri de alınarak arayüzler tasarlanmış,
- Birçok farklı dijital görüntü biçimlerini tanıyabilecek yazılım yapısı geliştirebilmek için akademik yazılım geliştiricilere sunulmuş yazılım kütüphaneleri incelenip, en uygun yazılım kütüphanesi kullanılmış,
- Görüntü işleme ve ileri matematiksel işlemleri esnek bir yapıda çözebilecek akademik yazılım kütüphaneleri eklenmiş,
- GeoEtrim'i test etmek amacıyla Zonguldak ilini kapsayan 27.05.2014 tarihli ve 2.5 m yer örnekleme aralığı değerine sahip GÖKTÜRK-2 pankromatik uydu görüntüsü kullanılmış,

- g) Görüş ve öneriler için kullanıcı grubu oluşturulmuş ve kullanıcı grubunun görüşlerine göre hatalar giderilmiş,
- h) GeoEtrim'in dağıtılması, hakkında bilgi edinmesi ve geliştirilebilmesi için kurulan web sitesine (www.geoetrim.org) destek verilmiştir.





BÖLÜM 2

GÖRÜNTÜDEN KONUMA BAĞLI BİLGİ ÜRETİMİ

Görüntüyü oluşturan asıl kaynak ışıktır. Gözlerimiz ışık sayesinde görür. Fotoğraf makinesi, kameralar ve görüntü algılayıcılar ışınım ve ısınım enerjisi ile görüntü elde eder. Işıkla yazı yazma veya resim çizme yöntemi olan fotoğrafik bilinen en eski görüntü 1822 yılında Fransız mucit Joseph Nicephore Niepce tarafından üretilmiştir. İlk görüntünün üretilmesine kadar görüntü ile ilgili birçok bilim insanı çalışma yapmıştır. Fotoğraf makinesinin en ilkel hali karanlık kutunun tarihi M.Ö Çinli filozof Mozi'e (MÖ 490-405) kadar dayanmaktadır. Yine karanlık oda ile ilgili Yunan filozof Aristoteles'in de (MÖ 380-322) çalışmaları olduğu bilinmektedir. Ayrıca Leonarda da Vinci, Johannes Kepler ve İbnü'l- Heysem karanlık kutu ile çalışmalar yaparak geliştirmişlerdir. Cabir İbn Hayyam görüntünün kalıcı bir yere aktarılması için ilk kimyasal çalışmaları yapmıştır (Bodur 2006). Görüntü elde etme ile gözün görmesi arasında benzer ilişkiler kurulabilir. Göz, muhteşem diyafram ayarları ile anında ışığa uyum sağlarlar (Hasıripi ve Recep 2001). Bakılan nesnenin boyutlarını saniyenin onda biri hızla görebilir. Gözde, görüntüler retina üzerine düşer ve beyine sinyaller olarak giderken, fotoğraf makinesinde görüntüler duyarlı cam veya film üzerine kaydedilir. Gözde, göz boşluğuna karşılık fotoğraf makinesinde karanlık oda vardır (Kanburoğlu 2005). Analog fotoğraf makinalarında yansıyan enerji bir film üzerine kaydedilir ve gümüş tozlarının gümüş nitratları karartması gibi kimyasal tepkimelerle görüntü alınır. Günümüz teknolojisi ile dijital fotoğraf makinaları geliştirilmiştir. Analog makinalardan farklı olarak film yerine ışığa duyarlı algılayıcı bir yapı mevcuttur. Algılayıcıya çarpan fotonların parlalık oranlarına göre elektronik sinyal üretilir ve bu elektronik sinyaller sayısal değerler şeklinde kaydedilir (Aytekin ve Yalçınkaya 2005). Böylece görüntüde en küçük elaman olan pikselin oluşması sağlanır. Bilgisayar teknolojisiyle birlikte algılanan enerji saliseler içinde kullanılmaktadır (Lillesand vd. 2014).

Görüntü, uzaktan algılama ve fotogrametrinin temel verisidir. Fotogrametri, görüntü üzerinden nesneleri ölçme ve yorumlama sonucu fiziksel cisimler ve bunların çevresi ile ilişkileri hakkında bilgi oluşturan ve analiz yapan bir disiplindir (Chen vd. 2016a). Uydu teknolojisi

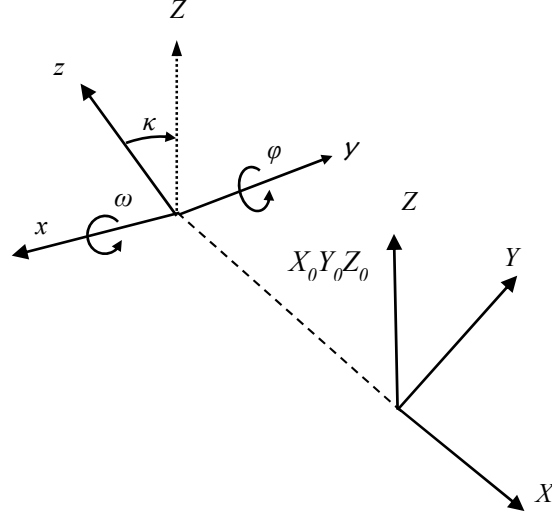
gelişmeden önce uzaktan algılamaya dayalı konumsal bilgi elde etme fotogrametik çalışmalarla yapılmaktadır (Kasser ve Egels 2002). Günümüzde de halen kullanılmakta olan fotogrametri uzaktan algılamanın alt dallarından biridir. Uzaktan algılama görüntüleri ise gelişmiş kameralar ve algılayıcılar ile donatılmış uçaklar, insansız hava araçları ve uydular tarafından sağlanmaktadır. Görüntüler, elektromanyetik tayfın, ultraviyole, görünür ve kızılötesi gibi bölgelerde yansıyan ve yayılan enerjinin algılayıcılar tarafından ölçülmesiyle oluşur (Estes 2005). Elektromanyetik dalga, uzayda ilerleyen elektrik ve manyetik alanın oluşturduğu titreşimlerdir (Taşkın 2019). Elektromanyetik tayf, manyetik alanda oluşan titreşimlerin dalga boylarına göre sınıflandırılmasına denilmektedir (Chen vd. 2016b).

Uzaktan algılama görüntüleri, nesneden yansıyan ve yayılan elektromanyetik enerjiyi uydular tarafından algılanarak çeşitli bantlarda kaydedilmesi ile oluşmaktadır. Kanal olarak da ifade edilen bu bantlarda elektromanyetik tayfın mavi, yeşil, kırmızı, kızıl ötesi, termal vb. bölümlerindeki ısıtım veya ışıma enerjisinin tamamının veya bir kısmının sayısal veri değerleri şeklinde bulunur. Bu görüntüdeki en küçük görüntü verisi dijital görüntüde bir pikseli oluşturmaktadır (Vezhnevets vd. 2003). Piksellerin bir araya gelmesinden satırlar veya sütunlar; onların bir araya gelmesiyle de görüntü oluşmaktadır (Sabins 2013).

Uzaktan algılama görüntülerinden konum bilgisi elde etmek için nesne koordinatlarının elde edilmesi gereklidir. Görüntü koordinatlarından nesne koordinatlarının elde edilmesine genelde “koordinat dönüşümü” olarak adlandırılan bir işlemle gerçekleştirilir. Bu işlemle aynı nesnenin iki farklı sistemdeki koordinatlarının hesaplanması gerçekleşir. Görüntüden konum bilgisi üretiminin ilk aşaması nesne koordinatlarının elde edilmesi olduğundan, öncelikle koordinat dönüşümü kavramından ve uzaktan algılama görüntüleri için kullanımından bahsetmek gerekmektedir.

2.1 KOORDİNAT DÖNÜŞÜMÜ

Koordinat dönüşümü iki farklı koordinat sisteminde nesnenin karşılıklarının hesabıdır. **Şekil 2.1**'de görüldüğü gibi 3 boyutlu iki koordinat sisteminde (X, Y, Z ve x, y, z) 3 öteleme (X_0, Y_0, Z_0), üç dönme (ω, ϕ, κ) ve üç ölçek (s_x, s_y, s_z) vardır. Ölçek nesne koordinatlarında genellikle üç ekseninde aynıdır; dolayısıyla 7 dönüşüm ögesinin bilinmesiyle dönüşüm gerçekleşir (Schofiel ve Breach 2007).



Şekil 2.1 3B iki koordinat sistemi arası geometrik ilişki.

Literatürde birden çok koordinat dönüşümü mevcuttur (Kutoğlu 2001). Konumsal bilişim yazılımlarının birçoğunda ve GeoEtrim yazılımında koordinat dönüşümü için koordinatı bilinen noktalara ihtiyaç duyulmaktadır. Bu tezin konusu olan GeoEtrim yazılımında kullanılan dönüşüm yöntemlerinin bağıntı ve açıklamaları aşağıda başlıklar halinde sunulmaktadır.

2.1.1 Benzerlik Dönüşümü

Benzerlik dönüşümü 2B koordinat sisteminde dönüşüm sağlamaktadır. Bu modelde tek bir açı ve ölçek söz konusu olmaktadır. Bu yöntemde her iki koordinat sisteminde en az iki YKN'ye ihtiyaç vardır.

$$\begin{bmatrix} r_i \\ c_i \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_0 \\ Y_0 \end{bmatrix} + s \begin{bmatrix} \cos \alpha & -\sin \alpha \\ \sin \alpha & \cos \alpha \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_i \\ Y_i \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{00} + a_{10}X_i - a_{01}Y_i \\ b_{00} + a_{01}X_i + a_{10}Y_i \end{bmatrix} \quad (2.1 \text{ a, b})$$

(2.1 a, b) numaralı bağıntıda sırasıyla; r ve c görüntünün satır ve sütun koordinatını, X ve Y nesne koordinatını, a ve b katsayıları ifade etmektedir. Açılar bu yöntemde korunur (Açııcı vd. 2003). Ancak benzerlik dönüşümü, geometrik şeklin korunumunda zorlayıcı bir hesaplama yaptığından uydu görüntülerinden benzerlik dönüşümü ile gelen hatalar diğer yöntemlere göre daha yüksek olabilmektedir (Hüseyin TOPAN 2016a).

2.1.2 Afin Dönüşümü

Afin dönüşümde, 2B iki koordinat sistemi arasında dönüşüm iki öteleme, iki açı ve bir ölçek yardımıyla gerçekleşir. Afin dönüşümünde her iki eksen için ölçek ve dönme açısı söz konusu olduğundan, uzaktan algılama görüntülerinde satır ve sütun yönünde farklı geometrik bozulmaları dikkate alınır. Bu neden uzaktan algılama ve fotogrametride kullanılabilir. Bu nedenle uzaktan algılama veya fotogrametride afin dönüşümü kullanılabilir (Turgut ve İnal 2003).

$$\begin{bmatrix} r_i \\ c_i \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_0 \\ Y_0 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} s_1 & 0 \\ 0 & s_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \cos w & -\sin \varphi \\ \sin \varphi & \cos w \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X \\ Y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{00} + a_{10}X_i + a_{01}Y_i \\ b_{00} + b_{10}X_i + b_{01}Y_i \end{bmatrix} \quad (2.2 \text{ a, b})$$

(2.2 a, b) numaralı bağıntıda benzerlik dönüşümüne ek olarak s_1 ve s_2 iki eksen yönündeki ölçeği, w ve φ ise iki eksen etrafındaki dönme açılarını ifade etmektedir. Afin dönüşümde toplam 6 öge için en az üç YKN'ye ihtiyaç vardır.

2.1.3 Polinom Dönüşümü

2B koordinat dönüşümünde kullanılan (Zoej 1997) polinom dönüşümün genel bağıntısı şu şekildedir:

$$\begin{aligned} r_i &= \sum_{j=0}^m \sum_{k=0}^m a_{jk} X_i^j Y_i^k \\ c_i &= \sum_{j=0}^m \sum_{k=0}^m b_{jk} X_i^j Y_i^k \end{aligned} \quad (2.3 \text{ a, b})$$

Burada m polinom derecesine karşılık gelmektedir. Polinom derecesi $j+k \leq m$ olduğundan matematiksel olarak sonsuz değer alabilir. Ancak GeoEtrim'de beşinci dereceye kadar dönüşüm yapılabilmektedir.

$$\begin{aligned}
r_i &= a_{00} & m &= 0 \\
&+ a_{10}X_i + a_{01}Y_i & m &= 1 \\
&+ a_{11}X_iY_i + a_{20}X_i^2 + a_{02}Y_i^2 & m &= 2 \\
&+ a_{21}X_i^2Y_i + a_{12}X_iY_i^2 + a_{30}X_i^3 + a_{03}Y_i^3 & m &= 3 \\
&+ a_{31}X_i^3Y_i + a_{13}X_iY_i^3 + a_{40}X_i^4 + a_{04}Y_i^4 + a_{22}X_i^2Y_i^2 & m &= 4 \\
&+ a_{32}X_i^3Y_i^2 + a_{23}X_i^2Y_i^3 + a_{50}X_i^5 + a_{05}Y_i^5 + a_{41}X_i^4Y_i + a_{14}X_iY_i^4 & m &= 5 \\
&+ \dots & m &> 5 \\
c_i &= b_{00} & m &= 0 \\
&+ b_{10}X_i + b_{01}Y_i & m &= 1 \\
&+ b_{11}X_iY_i + b_{20}X_i^2 + b_{02}Y_i^2 & m &= 2 \\
&+ b_{21}X_i^2Y_i + b_{12}X_iY_i^2 + b_{30}X_i^3 + b_{03}Y_i^3 & m &= 3 \\
&+ b_{31}X_i^3Y_i + b_{13}X_iY_i^3 + b_{40}X_i^4 + b_{04}Y_i^4 + b_{22}X_i^2Y_i^2 & m &= 4 \\
&+ b_{32}X_i^3Y_i^2 + b_{23}X_i^2Y_i^3 + b_{50}X_i^5 + b_{05}Y_i^5 + b_{41}X_i^4Y_i + b_{14}X_iY_i^4 & m &= 5 \\
&+ \dots & m &> 5
\end{aligned} \tag{2.4 a, b}$$

(2.4 a, b) numaralı bağıntıda verilen katsayıların, görüntünün satır ve sütun (r ve c) koordinatlarına olan geometrik etkisi Petrie ve Kennie (1990) tarafından tanımlanmıştır (Zoej 1997). Birinci dereceden polinom dönüşümü aslında afin dönüşümüdür. Ayrıca benzerlik dönüşümü tek ölçek ve dönme açısı ile işlem yapılan afin dönüşümüdür. Polinom derecesine göre katsayı adedi $n_k = (m + 1)(m + 2)$ şeklinde hesaplanır. Dönüşüm yapılabilmesi için katsayı adedinin yarısı kadar YKN sayısı olması gerekmektedir.

2.1.4 Afin İzdüşüm Dönüşümü

Afin izdüşüm dönüşümü yukarıda anlatılan dönüşümlerden farklı olarak yükseklik değeri de dikkate alınarak 3B nesne uzayının 2B görüntü uzayına izdüşümü şeklinde gerçekleşir (Yamakawa 2004). Bu dönüşüme yükseklik düzeltmesi getiren afin dönüşümü de denilmektedir (Büyüksalih vd. 2003).

$$\begin{aligned}
r_i &= a_{000} + a_{100}X_i + a_{010}Y_i + a_{001}Z_i \\
c_i &= b_{000} + b_{100}X_i + b_{010}Y_i + b_{001}Z_i
\end{aligned} \tag{2.5 a, b}$$

(2.5 a, b) numaralı afin izdüşümü bakış doğrultusu, yavaşlatma etkisi ile görüntülemeyen kaynaklanan geometrik bozulmaları gidermek için ek katsayılar kullanılarak QuickBird

OrthoReady Standard ve IKONOS Geo görüntüleri için uyarlanan matematik bağıntısı şu şekildedir (Jacobsen 2006):

$$\begin{aligned} r_i &= a_{000} + a_{100}X_i + a_{010}Y_i + a_{001}Z_i + a_{101}X_iZ_i + a_{011}Y_iZ_i \\ c_i &= b_{000} + b_{100}X_i + b_{010}Y_i + b_{001}Z_i + b_{101}X_iZ_i + b_{011}Y_iZ_i \end{aligned} \quad (2.6 \text{ a, b})$$

Ayrıca OrbView-3 görüntülerinin birbirine paralel olmayan kenarlara sahip olmasından kaynaklı geometrik etkiyi gidermek için getirilen ek katsayılı matematiksel bağıntıda şu şekildedir (Büyüksalih vd. 2006):

$$\begin{aligned} r_i &= a_{000} + a_{100}X_i + a_{010}Y_i + a_{001}Z_i + a_{101}X_iZ_i + a_{011}Y_iZ_i + a_{200}X_i^2 \\ c_i &= b_{000} + b_{100}X_i + b_{010}Y_i + b_{001}Z_i + b_{101}X_iZ_i + b_{011}Y_iZ_i + b_{110}X_iY_i \end{aligned} \quad (2.7 \text{ a, b})$$

2.1.5 Projektif Dönüşüm

Projektif dönüşüm, fotogrametride en genel dönüşüm modelidir. Koordinat düzlemleri birbirine paralel, kesişmiş veya merkezi bir izdüşüm olabileceğinden bu yöntem kullanılabilir (Yaşayan 1978).

$$\begin{aligned} r_i &= \frac{a_{00} + a_{10} \cdot X_i + a_{01} \cdot Y_i}{1 + c_{10} \cdot X_i + c_{01} \cdot Y_i} \\ c_i &= \frac{b_{00} + b_{10} \cdot X_i + b_{01} \cdot Y_i}{1 + c_{10} \cdot X_i + c_{01} \cdot Y_i} \end{aligned} \quad (2.8 \text{ a, b})$$

(2.8 a, b) numaralı bağıntıda 2B koordinat sistemleri arası dönüşüm söz konusudur. Ancak 3B nesne uzayından 2B görüntü uzayına geçiş için Projektif dönüşüme benzer olan DLT yöntemi geliştirilmiştir.

2.1.6 DLT Dönüşümü

DLT yöntemi Abdel-Aziz ve Karara (1971) tarafından geliştirilmiştir. Bu yöntemde doğrudaşlık (kolinerite) eşitliğini yeniden düzenlenerek, iç ve dış yöneltme ögelerine ihtiyaç duymadan koordinat dönüşümünü gerçekleştiren bir yöntemdir (Abdel-Aziz ve Karara 1971).

$$\begin{aligned}
f_1 &= a_{000} + a_{100} \cdot X_i + a_{010} \cdot Y_i + a_{001} \cdot Z_i \\
f_2 &= b_{000} + b_{100} \cdot X_i + b_{010} \cdot Y_i + b_{001} \cdot Z_i \\
f_3 &= 1 + c_{100} \cdot X_i + c_{010} \cdot Y_i + c_{001} \cdot Z_i \\
r_i &= \frac{f_1}{f_3} \quad c_i = \frac{f_2}{f_3}
\end{aligned} \tag{2.9}$$

(2.9) numaralı DLT koordinat dönüşümü bağıntısı, iç ve dış yönetme elemanlarına ihtiyaç duymadan doğrudanlık ilkesi ile çözüm yapmasında dolayı özellik bilgisayar ile görmede kullanılan bir yöntemdir.

2.1.7 RFM Dönüşümü

RFM 2000'li yıllara kadar daha çok ABD'de kullanılan bir koordinat dönüşümü yöntemidir. (Dowman ve Dolloff 2000). Bu yöntemde tedarikçi firmalar tarafından uydu yörünge bilgileri yerine RFM'lere ait katsayılar dağıtılmaktadır. RFM katsayı değerleri YKN'ler yardımıyla da hesaplanabilmektedir. Katsayı hesaplamada, YKN'lere ait yükseklik bilgileri de hesaba katılmalıdır (Topan 2004). YKN'lerle elde edilen sonucun doğruluğunun uyduların yörünge bilgisi alınarak yapılan (algılayıcı bağımlı) yöntemlere göre daha düşük olacağı ispatlanmıştır (Hu ve Tao 2002). RFM'nin genel bağıntısı şu şekildedir:

$$f = \sum_{g=0}^{m_g} \sum_{j=0}^{m_j} \sum_{k=0}^{m_k} P_{gjk} X_i^g Y_i^j Z_i^k \tag{2.10}$$

$$\begin{aligned}
f_1 &= a_{000} + a_{100}X_{n_i} + a_{010}Y_{n_i} + a_{001}Z_{n_i} + a_{110}X_{n_i}Y_{n_i} + a_{011}Y_{n_i}Z_{n_i} \\
&\quad + a_{101}X_{n_i}Z_{n_i} + a_{200}X_{n_i}^2 + a_{020}Y_{n_i}^2 + a_{002}Z_{n_i}^2 + a_{111}X_{n_i}Y_{n_i}Z_{n_i} \\
&\quad + a_{030}Y_{n_i}^3 + a_{210}X_{n_i}^2Y_{n_i} + a_{012}Y_{n_i}Z_{n_i}^2 + a_{120}X_{n_i}Y_{n_i}^2 + a_{300}X_{n_i}^3 \\
&\quad + a_{102}X_{n_i}Z_{n_i}^2 + a_{021}Y_{n_i}^2Z_{n_i} + a_{201}X_{n_i}^2Z_{n_i} + a_{003}Z_{n_i}^3
\end{aligned} \tag{2.11}$$

$$r_{n_i} = \frac{f_1}{f_2}, \quad c_{n_i} = \frac{f_3}{f_4} \tag{2.12}$$

$$r_n = (r - r_0)/s_r, \quad c_n = (c - c_0)/s_c \tag{2.13}$$

$$X_n = (X - X_0)/s_X, \quad Y_n = (Y - Y_0)/s_Y, \quad Z_n = (Z - Z_0)/s_Z \quad (2.14)$$

Katsayıların altında yazılı olan ‘n’ normalleştirme yapıldığını, ‘0’ ötelemeyi; ‘s’ ölçeği ve ‘a, b, c, d’ ise katsayıları ifade etmektedir. Normla Buradaki derecelerin toplamı $(g + j + k) \leq 3$ koşulunu sağlamalıdır. Normalleştirme işlemi ile ölçü kümesini kendi arasında ± 1 aralığına getirerek, kötü kondisyon sorunu önlenabilir. Normlandırma işlemi ile ilgi bağıntı aşağıda verilmektedir.

$$x_n = \frac{2x - x_{en \text{ büyük}} - x_{en \text{ küçük}}}{x_{en \text{ büyük}} - x_{en \text{ küçük}}} \quad (3.8)$$

Burada x_n normlandırılmış x değerini, $x_{en \text{ büyük}}$ en büyük ve $x_{en \text{ küçük}}$ en küçük x değerini ifade etmektedir.

2.2 DENGEME HESABI

Teorik anlamda kesin ölçü yapmak mümkün değildir. Bir ölçümde hataların en kullanılabilir şekilde giderilebilmesi için tekrarlı ölçü yapılmalıdır. Yine de ancak ölçü sayısı sonsuz olması halinde ölçü gerçek değer ile çakışır (Bektaş 2005). Dengeleme işlemi ile gerçek değer olma olasılığı en yüksek olan dengeli değerler bulunması için parametreler getirilecek düzetmeler hesaplanır. Bu düzetmeler, ölçülere (L) getirilecek düzetmeler (v), ögelere (P) getirilecek düzetmeler (dP dengeleme bilinmeyenleri) ve katsayılara (RPC) getirilecek düzetmeler şeklindedir (Öztürk 1991). Ayrıca dengeleme işlemi ile hataların düzeltilmesi yanı sıra katsayı veya ögeye getirilecek düzetmeler, ne kadar anlamlı olup olmadığı, sonuç doğruluk üzerindeki etkisi, aralarındaki korelasyonu, gibi özellikleri de ortaya koyabilmektedir (Topan ve Maktav 2014).

Yukarıda bahsedildiği gibi hataların (düzensiz hatalar) giderilmesinde dengeleme işlemi kullanılmaktadır. Birçok dengeleme işlemi vardır. Bu tez kapsamında hataların dengelenmesi, dolaylı ölçüler dengelemesi ile gerçekleştirilebildiğinden dolayı, bu yöntem tercih edilmiştir. Ayrıca bakış açılarının (Ψ) kullanıldığı algılayıcı bağlı yöntemler hariç tüm yöntemlerde dolaylı ölçüler dengelemesi kullanılabilmektedir (Terlemezoğlu 2019). Görüntü ve nesne koordinat sistemleri arasında dönüşümün genel bağıntısı:

$$(r, c)_i = F\{P_j, (\bar{X}, \bar{Y}, \bar{Z})_i\} \quad (2.1)$$

şeklinde ifade edilebilir. (2.1) numaralı bağıntıda, “ F ” koordinat dönüşümünü modelini ifade etmektedir. Ayrıca “ P ” dönüşüm katsayısı veya ögesini, “ i ” ve “ j ” ise sırasıyla YKN veya ögelerin indislerini, üst çizgi de dengeli koordinatları ifade etmektedir. Dengeleme işleminde YKN’larının nesne koordinatları hatasız kabul edilir. Görüntü koordinatlarına (r, c) ve katsayılara veya ögelere (P) getirilecek düzeltme değerleri EKK (En Küçük Kareler) yöntemiyle döngüsel olarak aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$\bar{l} = \underline{l} + \underline{v} = \underline{l}|_0 + \underline{A}dP \quad (2.2)$$

$$\underline{dP} = (\underline{A}^T \underline{A})^{-1} \underline{A}^T (\underline{l} - \underline{l}|_0) \quad (2.3)$$

$$\bar{P} = \underline{P}|_0 + \underline{dP} \quad (2.4)$$

$$\underline{v} = \underline{l}|_0 - \underline{l} + \underline{A} \underline{dP} \quad (2.5)$$

$$m_0 = \pm \sqrt{\frac{\underline{v}^T \underline{v}}{f}} \quad (2.6)$$

Yukarıdaki denklemlerde (2.2-2.6) bazı sembollerin alt işaretinde “sıfır (0)” sembolün yaklaşık değerini ifade etmektedir. Ayrıca bu denklemlerde, “ dP ” katsayılara getirilecek düzeltmeyi, “ $\underline{A}$ ” dengeleme bilinmeyenlerinin katsayılar (Jakobiyen) matrisini, “ m_0 ” birim ağırlıklı ölçünün koh’u, “ $\underline{v}$ ” ölçülere (görüntü koordinatlarına) getirilecek düzeltmeleri ve “ f ” serbestlik derecesini ifade etmektedir. Serbestlik derecesi, $f = 2n - u$ (n : YKN sayısı, u : katsayı veya öge sayısı) şeklinde hesaplanır. Dengeleme sonucunda $[\underline{v}^T \underline{v}] = \min$ ve $m_0 \leq 1$ piksel olması beklenir (Leprince vd. 2007). Katsayıların yaklaşık değerleri bilinmediğinde (2.4) bağıntısında ilk döngü için $\bar{P} = \underline{dP}$ eşitliği yazılabilir. Ancak diğer döngülerde $\underline{P}|_0 = \bar{P}$ kabulü yapılarak dengeleme hesabı tekrarlanır.

GeoEtrim gibi konumsal bilişim yazılımlarında görüntü üzerinde YKN işaretlenirken hatalar yapılabilir. Ancak dengeleme işlemi YKN’ları ile gerçekleşmektedir. Bu sebepten

dolayı bu hatalar belirli sınırdan olmalıdır. Bu sınırı aşan durumlarda ölçü uyumsuz kabul edilir. Uyumsuz ölçüler, uyumsuz ölçü testi ile tespit edilebilir. Böylece uyumsuz ölçü hesap kümesine dahil edilmeyebilir (Hekimoğlu 2006). Tez kapsamında geliştirilen GeoEtrim yazılımında iki farklı uyumsuz ölçü testi tercih edilmiştir.

2.3 UYUŞUMSUZ ÖLÇÜLERİN BELİRLENMESİ

Ölçü hataları, doğal veya kullanıcı müdahalesiyle oluşabilecek hatalardır. Hatalar kaba, sistematik ve rastgele olmak üzere üçe ayrılırlar. Sık tekrarlı ölçülerle kaba hatalar giderilir. Sistematik hatalar ise düzeltme denklemleri oluşturularak giderilirken rastgele hatalar ise uyumsuz ölçüler kavramı ile dengelemeye konu olmaktadır (Demirel 2003).

Her bir ölçünün ayrı ayrı bir katsayısı vardır. En büyük katsayı uyumsuz ölçüden gelmektedir (Baarda 1968). Dolayısıyla bu hatalı ölçüyü tespit etme ve ölçü kümesinden çıkarmak veya dengeleme işlemini yenilemek gerekmektedir. (Demirel 2003). Uyumsuz ölçü tespiti için literatürde birçok yöntem kullanılmaktadır. Yaygın olarak kullanılan yöntemler; geleneksel (klasik) test yöntemleri ve robust yöntemleridir (Yetkin vd. 2009). Geleneksel (klasik) uyumsuz test yöntemleri:

- Baarda yöntemi (Normal dağılım),
- Pope yöntemi (Tau testi) ve
- t-student yöntemi olmak üzere 3 tanedir. Bu test yöntemlerinden test büyüklükleri, Baarda yöntemi için,

$$T_{ni} = \frac{|v_i|}{\sigma_o \sqrt{Q_{vv}_{i,i}}} \quad (2.7)$$

Pope yöntemi için,

$$T_{pi} = \frac{|v_i|}{s_o \sqrt{Q_{vv}_{i,i}}} \quad (2.8)$$

t-student yöntemi için

$$T_i = \frac{|v_i|}{s_o \sqrt{Q_{vv}_{i,i}}} \quad (2.9)$$

$$s_o = \frac{\underline{v}^T \underline{v} - \frac{v_i^2}{Q_{vv}_{i,i}}}{f - 1} \quad (2.10)$$

Şeklinde hesaplanır. (2.2-2.6) numaralı bağıntılarda “ T_n ” Baarda test büyüklüğünü, “ T_p ” Pope test büyüklüğünü, “ T ” t-student test büyüklüğünü, “ v_i ” ölçülerin düzeltmesini, “ σ_i ” ölçü düzeltmelerinin standart sapmasını ve “ Q_{vv} ” düzeltmelerin ters ağırlık matrisini ifade eder. “ σ_o ” öncül varyansı, “ s_o ” ise soncul varyansı ifade etmektedir.

Bu tez kapsamında geliştirilen GeoEtrim’in GeoTransform modülünde uyumsuzluk ölçü testi yapılabilmektedir. GeoTraform alt yazılımda, geleneksel (klasik) uyumsuz ölçü testlerinden, normal dağılım ve t-student dağılımı yöntemlerinde uyumsuz ölçü testi yapılabilmektedir.



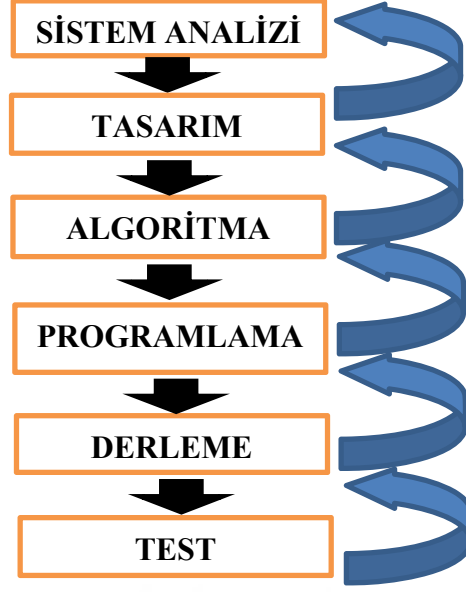
BÖLÜM 3

YAZILIM GELİŞTİRME

Algoritma sorunu çözebilmek için gerekli olan sıralı mantıksal adımların tümüne denir. Bir algoritmanın sorunsuz çalışabilmesi için:

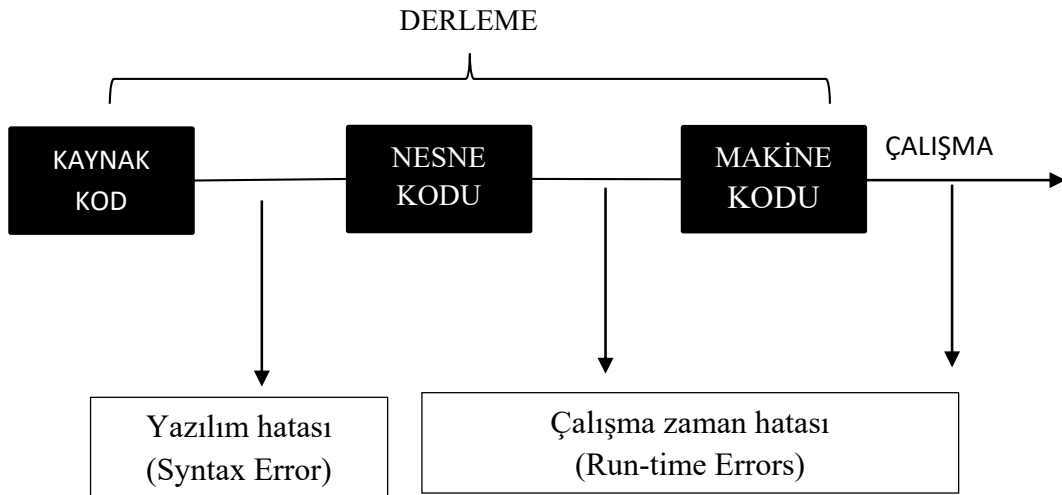
- Her adım son derece belirleyici olmalıdır. Hiçbir şey şansa bağlı olmamalıdır.
- Belirli bir sayıda adım sonunda algoritma sonlanmalıdır.
- Algoritmalar tüm ihtimalleri ele alabilecek kadar genel olmalıdır (Vatansever 2011)

Yazılım ise bir amacı uyum içinde gerçekleştirmek için elektronik aletlerin nasıl çalışacağını düzenleyen makine dilidir. Bir yazılım yazmadan önce matematiksel modelin doğruluğunda emin olunmalıdır (Sharp 2010). Yazılımın yaşam döngüsü boyunca başlangıç adımlarına her zaman ihtiyaç duyulabilmektedir. Programlama dilleri zaman içerisinde gelişim ve değişim gösterebilmektedir. Günümüzde 650’den fazla programlama dili olduğu düşünülünce oldukça önemlidir (Kernighan ve Ritchie 2006). Yazılım geliştirilmesinde takip edilmesi gereken adımlar **Şekil 3.1** de verilmiştir (Bertsekas 2005).



Şekil 3.1 Yazılım geliştirme akış diyagramı.

Şekil 3.1’de görüldüğü gibi yazılım geliştirme işlemin herhangi bir adımda bir sorunla karşılaşıldığında bir önceki adıma veya daha önceki adımlara geri dönülmelidir. Hatta sorun çıkmasa bile yeni ihtiyaçlara göre en başa dönülmelidir. Yazımla ilgili sorunlar yazılımın derleme esnasında kaynak kodlardan kaynaklanan hatalar veya makine kodunda çalışma zamanı hataları olabilir. Yazılımda kodlamaların, programlar tarafından kodların makinediline derlenerek çalışmasına yazılım yaşam döngüsü denmektedir (Şekil 3.2).



Şekil 3.2 Yazılım yaşam döngüsü.

3.1 KONUMSAL BİLİŞİM YAZILIMLARI

Giriş bölümünde konumsal bilişim yazılımlarının bazıları hakkında kısaca bahsedilmektedir. Bu akademik yazılımların ortak özelliği kendi içinde özgün olmaları. Kullanıcı gerek fotogrametride gerekse 3B nokta bulutu gibi konumsal bilgiye dayalı çalışmalarda bu yazılımlardan faydalanabilmektedir. Bu yazılımlardan, QGIS, MicMac ve Orfeo Toolbox gibi bazıları açık kaynaklı yazılımlardır. Bunlar yazılımın kaynak kodlarını kullanıcılara sunmaktadırlar. Böylece tüm kullanıcılara programın geliştirilmesine katkı sağlayabilme olanağını verilmiştir. Buna örnek olarak küresel gönüllü birçok yazılımcının oluşturduğu OSGeo topluluğunun geliştirdiği QGIS yazılımı verilebilir. GeoEtrim’de bu özgürlük anlayışını benimseyerek gelişmeyi hedeflemektedir.

GeoEtrim, Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesinde temeli atılmış, lisans ve lisansüstü öğrenim süren öğrencilerin katkılarıyla gelişmiş ve gelişmektedir. GeoEtrim gibi Rio de Janeiro Devlet Üniversitesi Mühendislik Fakültesi (Brezilya) tarafından geliştirilen E-foto projesinin ardındaki fikir de öğrencilerin fotogrametrinin arkasındaki prensipleri anlamalarına yardımcı olacak basit bir yazılım seti (ücretsiz Dijital Fotogrametrik İş İstasyonu) sunmaktır. E-foto bu amaca da özgür ve kullanıcı dostu fotogrametrik yazılımın geliştirilmesiyle ulaşmayı amaçlamaktadır (URL-6 2014).

Konumsal bilişim yazılımlarındaki çeşitlilik farklı kullanıcı arayüzlerinin olmasına da neden olmuştur. Esasen matematiksel alt yapısı çok güçlü olmasına rağmen kullanıcı arayüzü olmayan konumsal bilişim yazılımları da vardır. Bunlardan biride, IGN (Institut National de l’Information Géographique et Forestière, Fransa) ve ENSG (École Nationale des Sciences Géographiques, Fransa) ortaklığında geliştirilen MicMac yazılımıdır. MicMac'in güçlü yanlarından biri, yüksek derecede çok yönlülüğüdür. Çok yönlülük çeşitli alanlarda, (haritacılık, çevre, endüstri, ormancılık, arkeoloji... vb.) kullanılabilirliğinden kaynaklanmaktadır. MicMac, 3B modellerin ve orto-görüntülerin oluşturulmasında da kullanılabilmektedir (URL-13 2016).

Kullanıcı kolaylığı açısından geliştiriciler yazılım arayüzlerinde farklı yaklaşımlara gitmişlerdir. e-foto’nun arayüzünde çalışma alanı takip paneli ve "auto locate" gibi özellikler vardır. Bu özellikler GeoEtrim yazılımında da tekrar tasarlanmıştır. Yazılım geliştirilmesi bölümünde bu özelliklerden ayrıntılı şekilde bahsedilecektir.

Yukarıda bahsedildiği gibi konumsal bilişim sektöründe akademik veya ticari birçok yazılım vardır. GeoEtrim'i geliştirirken e-foto, QGIS, MicMac, CloudCompare... vb. birçok yazılım incelenmiştir. Kullanıcı ara yüzü tasarımında özgün ve kolay olabilmesine özen gösterilmiştir. GeoEtrim yazımı ve GeoEtrim'e bağlı GeoTransform alt yazılımının geliştirilmesi başlıklar halinde aşağıda verilmiştir.

3.2 YAZILIMIN YAPISI

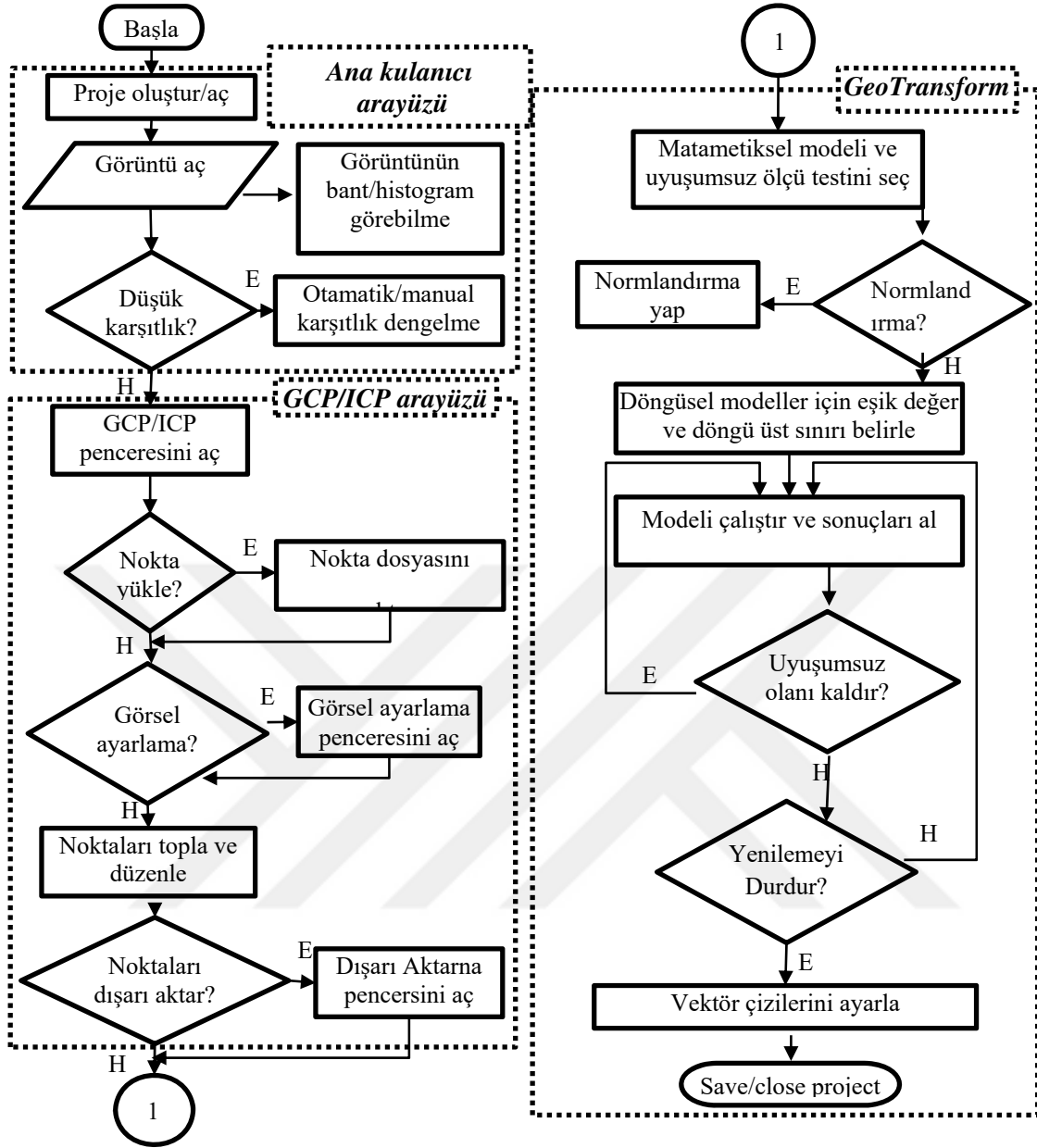
Bu bölümde alt başlıklar şeklinde GeoEtrim'in arayüz tasarımları, matematiksel çözümleri ve özgün özellikleri anlatılmaktadır. GeoEtrim'de C# programlama dili kullanılmıştır. Bu dil, Microsoft tarafından 2001'de C ve C++ programlama dillerinden geliştirilmiştir (Sharp 2010). C# kodlama yapısı bu iki dile kıyasla oldukça kolay olmakla birlikte C++'dan daha fazla nesne tabanlı ve performans açısından da C ile rekabet edebilecek düzeydedir. Ancak bu iki dilden farklı olarak C# doğrudan makine diliyle bütünleşmiş değildir. Bu yüzden Windows işletim sisteminde “.Net Framework”, Linux işletim sisteminde ise “Mono” denilen ayrı bir dönüştürücü platform yapısı ile çalışır. Bu da C#'ın olumsuz bir yanı olarak kabul edilebilir (Ege 2012). .Net Framework, Microsoft tarafından geliştirilen Windows işletim sistemleri için tasarlanmış yazılım geliştirme platformudur. GeoEtrim, .Net Framework'ün 4.6 sürümünde geliştirilmiştir. Bu platformda Visual Basic, C#, C++, J++, J#, F# ve Asp.net gibi dillerinde de yazılım geliştirilebilmektedir. Temelde .Net Framework bu dilleri kendi içinde ortak bir dille dönüştürür. Bu ortak dile CLR (Common Language Runtime) denir. Daha sonra derleyici program CLR'yi makine diline dönüştürür. Bu durum derleme esnasında performans kaybına yol açmaktadır. C# dili sadece .Net Framework alt yapısı ile çalışabilmektedir. Ayrıca .Net Framework platformun yazılım geliştirmeyi kolaylaştıracak iki yapı mevcuttur. Bu yapılar isim alanı (namespace) ve temel sınıf kütüphanesidir (BCL: Base Class Library). Bu kütüphanede yazılım arayüzü için birçok nesne bulunmaktadır (Kızmaz 2013). GeoEtrim'de kullanılan nesnelerin çoğu bu kütüphaneden biçimlendirilerek sunulmuştur. Bu nesneler: ikonlar, tuşlar, paneller, formlar, yazı kutuları vb. şeklinde sıralanabilir. Ayrıca BCL kütüphanesiyle GeoEtrim'de başta temel matematik fonksiyonları olmak üzere birçok fonksiyon ve değişken tipi de kullanılmıştır. GeoEtrim'de bu kütüphanenin dışında kullanılan başka kütüphaneler ise GDAL (Geospatial Data Abstraction Library), EmguCV ve ALGLIB'dir (Numerical Analysis Library).

GDAL, OSGeo tarafından C#, Python, Java ve Perl dillerinde raster ve vektör verilerin okunması, işlenmesi, analizi, çevrimi ve yazılması işlerinin yapılabildiği bir kütüphanedir. Günümüzde dijital görüntü işleyen şirketler tarafından kullanılan birçok görüntü dosya biçimi vardır. Yine farklı uzaktan algılama uydularının farklı görüntü dosya biçimleri GDAL ile okunabilmektedir. GeoEtrim’de kullanılan GDAL kütüphanesinde geotiff, tiff, bmp, png, jpeg, jpeg2000, pix gibi 155 farklı raster dosya yapısı tanımlanmıştır (OSGeo, 2018).

EmguCV, Emgu şirketi tarafından, .Net Framework dillerinde sunulan görüntü işleme kütüphanesidir. EmguCV’nin temeli Intel şirketi tarafından sunulan OpenCV (Open Source Computer Vision Library) kütüphanesine dayanmaktadır (Erişti 2010). Ancak OpenCV, C ve C++ dillerinde kullanılabilmekte iken C# ortamında kullanılamamaktadır (Shi 2013). GeoEtrim’in arayüzünde görüntü panelleri EmguCV’in sunduğu nesneden biçimlendirilmiştir. GeoEtrim’de EmguCV’nin işlevleri ve değişkenleri oldukça sık kullanılmıştır. Görüntüye yakınlaşma veya uzaklaşmada, görüntünün karışıklığını artırma veya azaltmada, görüntü histogramının gösteriminde, histogram eşitlemede, görüntü üzerinde işaretlemelerde ve özellikle GeoEtrim’in GeoTransform alt yazılımının matris işlemlerinde EmguCV kütüphanesinin fonksiyonları kullanılmıştır (URL-7 2018).

ALGLIB, ALGLIB Project şirketi tarafından C++, C# ve Delphi dillerinde çapraz-platform desteğinde (birden fazla işletim sisteminde çalışılabilir) sayısal analizi ve veri işleme kütüphanesidir. ALGLIB kütüphanesinde 2/3B geometrik işlemler için çok sayıda işlevler ve değişkenler mevcuttur (URL-2 2018). Ancak ALGLIB Kütüphanesi sadece GeoTransform alt yazılımında t dağılımındaki değerin elde edilmesi için kullanılmıştır. GeoEtrim’de kullanılan kütüphanelerin kullanım amaçları özetle:

- BCL: Arayüz nesneleri, temel hesap işlemleri, dosya okuma ve yazma, sistemsel ayarlar,
- GDAL: Raster dosyaların okunması,
- EmguCV: Arayüz nesneleri, matris işlemleri ve görüntü işleme,
- ALGLIB: İstatistik hesabı şeklindedir. GeoEtrim’in genel iş akış şeması **Şekil 3.3**’te sunulmuştur.

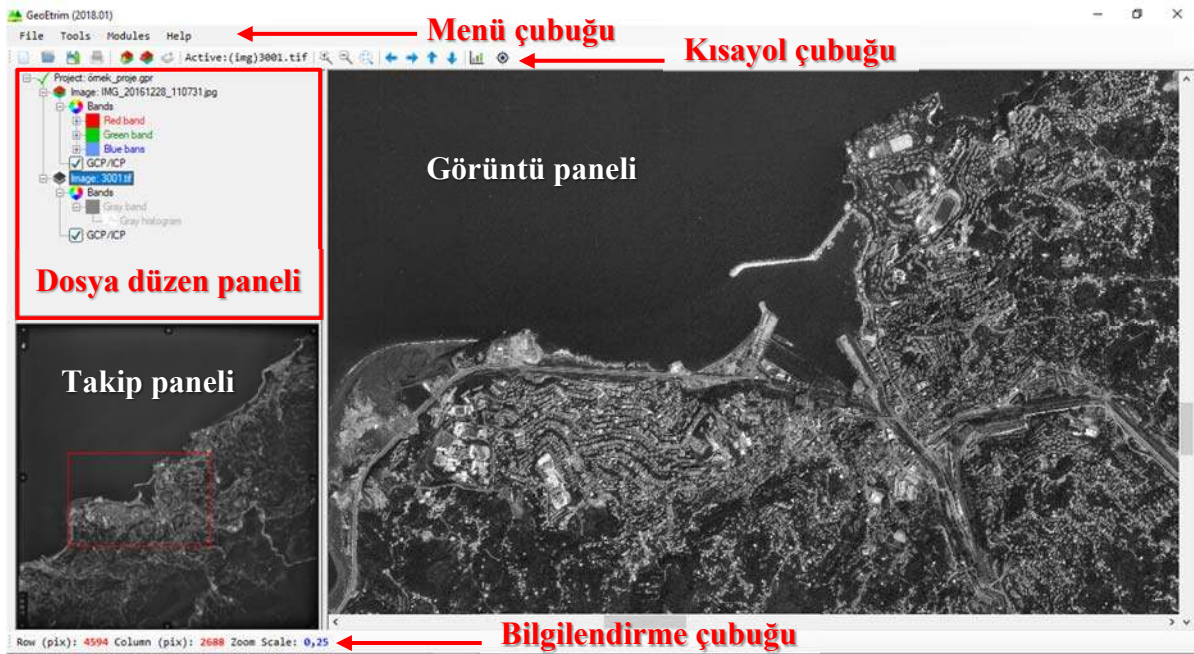


Şekil 3.3 GeoEtrim'in genel iş akış şeması.

GeoEtrim'in tüm değişkenleri, kod açıklamaları ve arayüzü İngilizce dilinde yazılmıştır. Böylece uluslararası düzeyde kullanıcı hedefini sağlamanın yanında tüm dünyadan geliştiricilerin yazılım ekibine katılımlarına da olanak verecektir. Arayüzün başta Türkçe dil seçeneği olmak üzere başka dillerde de sunulması hedeflenmektedir.

3.2.1 Ana Pencere

GeoEtrim, Windows işletim sisteminde geliştirildiğinden Windows 7 ve 10 işletim sistemlerinin 64 bit sürümünde kurulabilecek şekilde derlenmiştir. İlerleyen süreçte farklı işletim sistemlerine uygun sürümlerin hazırlanması da olasıdır. Arayüz tasarımında kullanıcının kullanım kolaylığı ve ihtiyaçları dikkate alınmıştır. Bu nedenle, profesyonel herhangi bir yazılımda olması gereken menü çubuğu ve menü çubuğunun hemen altında kısa yol çubuğu tasarlanmıştır (Şekil 3.5).



Şekil 3.4 GeoEtrim ana ekran görünümü.

Çalışır durumdaki menüler:

1. Project (Proje)
 - a. New Project (Yeni Proje: Yeni bir proje oluşturma, proje dosya formatı: .gpr)
 - b. Open Project (Proje Aç: .gpr uzantılı mevcut bir projeyi açma)
 - c. Save Project (Proje Kaydet)
 - d. Close Project (Proje Kapat)
 - e. Exit (Çıkış)
2. Tools (Araçlar)
 - a. Image (Görüntü)
 - i. Open (Aç)

- ii. Empty Image
- iii. Contrast (Karşıtlık: Görüntü karşıtlığı genişletme işlemleri)
- b. GCP (YKN)
 - i. GCP/ICP Collection (YKN/BDN Toplama)
 - ii. Export (Txt Olarak Çıkar: YKN/BDN'lerin .gcp uzantılı olarak kaydedilmesi)
 - iii. Visual Settings (Görünüm Ayarları: YKN/BDN'lerin gösterim özelliklerinin belirlenmesi)

3. Modules (Alt yazılımlar)

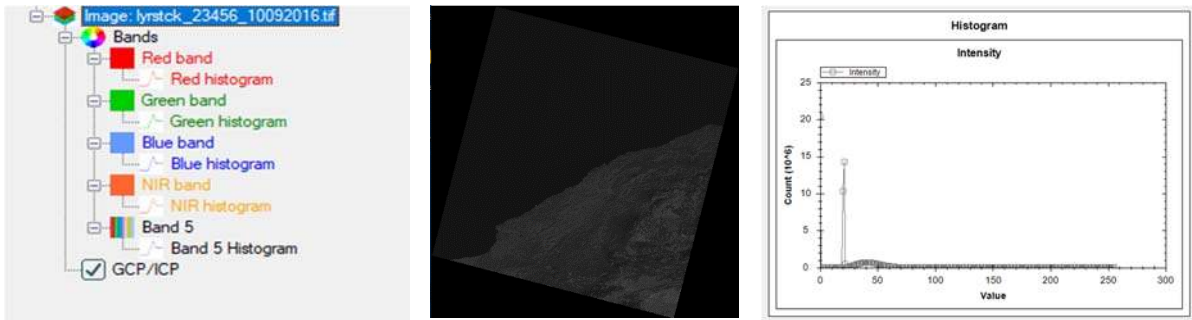
a. GeoTransform

şeklinde. Bu menülerden önemli bazıları (yeni proje oluşturma, mevcut projeyi açma, projeyi kaydetme, görüntü açma, görüntü silme, kullanımdaki görüntünün adını gösterme, görüntü büyütme, küçültme ve sabit değere getirme, görüntüde en alt, üst, sağ ve sola gelme, karşıtlık genişletme ve YKN/BDN toplama) kısayol çubuğu alanında yer almaktadır (Şekil 3.5).



Şekil 3.5 GeoEtrim’de geliştirilen kısayol çubuğu.

Dosya düzen paneli, çalışılan proje, görüntü ve buna bağlı bilgilerin hiyerarşik yapısını görebilmek için tasarlanmıştır. Eğer çok bantlı bir görüntü açılmışsa her bir bant ve histogramları ayrı ayrı görüntülenebilir (Şekil 3.6).



a) Bantların dosya düzen panelinde gösterimi

b) 5. Banta ait örnek görüntü

c) 5. Banta ait histogram grafiği

Şekil 3.6 GeoEtrim’e ana pencereden ulaşılabilecek bilgiler.

GeoEtrim’de görüntü verisi olmadan, sadece nokta verisiyle çalışma imkânını da kullanıcıya sunacak şekilde tasarlanmıştır. Böylece her hangi bir görüntüye ihtiyaç duymadan sadece nokta

verisi ile işlem yapmak mümkün hale gelmiştir. Sağ tarafta görünen takip panelinde görüntünün tamamı sabit oranda küçülecek ve panele yerleşecek şekilde kodlanmıştır. Takip panelinde görüntü panelindeki çalışılan bölgenin kırmızı bir dikdörtgen tarafından anlık olarak gösterilmesi sağlanmıştır. Ayrıca imlecin görüntü koordinatları ve görüntü yakınlaşma değeri bilgilendirme çubuğunda görülebilmektedir (**Şekil 3.4**)

Görüntü panelinde, açılan görüntünün üzerinde her hangi bir noktaya anlık fare imleci ile gelindiğinde bilgilendirme çubuğunda o görüntünün görüntü koordinatları “Row-Column (sıra-sütun)” kullanıcıya sunulmaktadır. Bununla görüntü koordinat bilgisi ekranda kullanıcının görmesi sağlanmaktadır. Ayrıca nokta toplama penceresi yardımı ile görüntü koordinatlarına göre görüntü üzerine işaretleme yapılabilmektedir.

3.2.1.1 Görüntü Koordinatlarının Okunma Özelliğinin Geliştirilmesi

Bilgisayar ortamındaki koordinat sistemi ekran koordinat sistemidir. GeoEtrim gibi konumsal bilişim yazılımlarında konumsal bilgi için görüntü koordinatlarına ihtiyaç vardır. Yazılımın arka planında ekran koordinatlarından görüntü koordinatları elde edilmektedir. İki koordinat sistemi de birbirine paralel ve iki boyutlu doğrusal bir sistemdir. Ekran koordinat sisteminde ekranın sağ üst köşesi orijin noktasıdır. Bu noktadan aşağısına doğru piksel olarak y koordinatı ekranın sağına doğru x koordinatı büyür. Görüntü koordinat sisteminde ise orijin görüntünün sağ üst noktasıdır. Bu noktadan “ r ” piksel olarak aşağı “ c ” piksel olarak sağa doğru büyür (Wolf ve Dewitt 2000).

GeoEtrim gibi yazılımlarda görüntünün açılacağı panel ile görüntünün boyutları aynı olmamakla birlikte genelde görüntü panelden büyüktür. Bunu çözmek için hemen hemen her yazılımda görülebileceği gibi ekran üzerine kaydırma çubukları (scrollbar) kullanılmaktadır (**Şekil 3.7**).



Şekil 3.7 Kaydırma (scrollbar) çubuğu görünümü.

Görüntü ekran üzerinde kaydırılarak çalışma alanı değiştirilebilmektedir. Burada dikkat edilmesi gereken nokta kaydırma miktarıdır. Zira ekran koordinatları yazılımda sabit ve sağ üst

köşeden başlamaktadır. Görüntü koordinatının elde edilebilmesi için ekran koordinatına kaydırma çubuğunun kaydırma miktarı eklenmelidir. Ayrıca iki koordinat sisteminde görüntüde eğer ki yakınlaşma veya uzaklaşma olursa koordinat sistemleri arasındaki ölçekler farklı olacaktır. Dijital koordinatlardan görüntü koordinatlarına dönüşümde bu ölçek farkı dikkat edilmelidir. Görüntünün açıldığı panelden görüntünün koordinatlarını elde etme bağıntısı aşağıda verilmektedir.

$$\begin{aligned} r &= S_x + X_{img} / \phi \\ c &= S_y + Y_{img} / \phi \end{aligned} \quad (3.1 \text{ a, b})$$

Özetle görüntü koordinatı (r, c) elde edebilmek için görüntü panelinin ekran koordinatına (X_{img}, Y_{img}) görüntünün kayma çubukları ile kayma miktarı (S_x, S_y) eklenmelidir. Ayrıca yine görüntü koordinatı elde edebilmek için görüntünün yakınlaşma veya uzaklaşma oranına göre ölçek düzeltmesi (ϕ) getirilmelidir. Bu ölçek düzeltmesi GeoEtrim’de basit bir oran hesabı ile çözülmüştür. GeoEtrim’de görüntü koordinatlarının okunması için geliştirilen algoritma özet kodu **Şekil 3.8**’de verilmiştir.

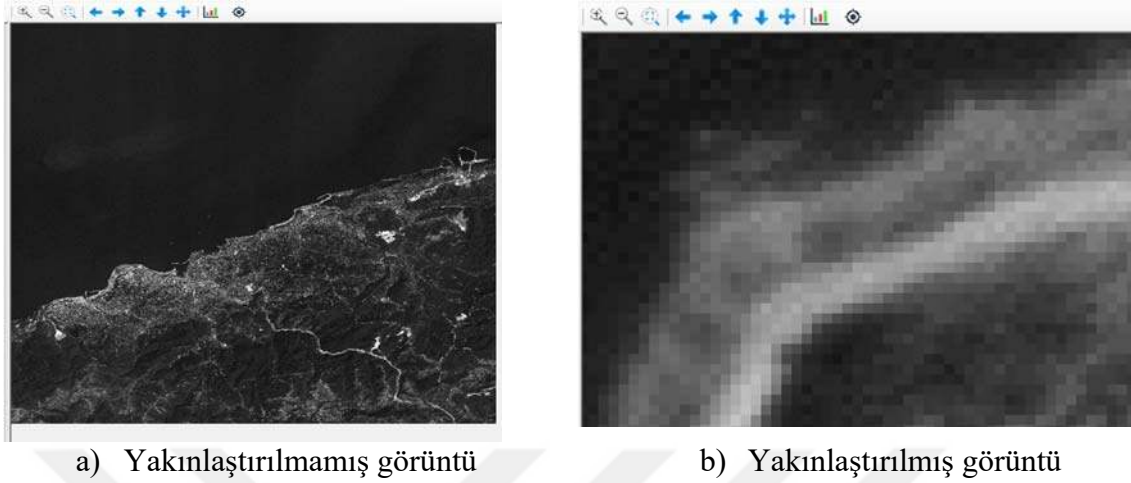
```
....
// (row-col) okuma işlemi
float realx, realy; // görüntü koordinatları değişkeni
realx = HScrollBar + (imgX / ZoomScale); // HScrollBar= kayma miktarı, ZoomScale=ölçek
realy = VScrollBar + (imgY / ZoomScale); // VScrollBar=kayma miktarı, ZoomScale=ölçek
// imgX ve imgY = Görüntü panelinin ekran koordinatına
...
```

Şekil 3.8 Görüntü koordinatlarının görüntü panelinden okuma algoritması özet kodu.

3.2.1.2 Görüntüye Yakınlaşma/Uzaklaşma Özelliğinin Geliştirilmesi

Görüntüde yakınlaşma veya uzaklaşma işlemleri matematikte kestirim yöntemleri ile gerçekleştirilmektedir. Literatürde yakın komşu, bilinear, biküçük, polinom, doğrusal ve dairesel gibi kestirim yöntemleri vardır. Görüntü verisinden istenilen duruma göre en uygun kestirim yöntemi seçilmelidir (URL-3 2018). GeoEtrim’de standart olarak tercih edilen yöntem yakın komşu kestirimi (sıfırıncı derece kestirim) yöntemidir. Bu yöntemde görüntü pikselleri arası gri değer geçişi keskindir. Bu yüzden estetik bir görünüm sağlamaz. Ancak gerçek görüntü verisi ile yapılan çalışmalarda pikseller arası geçişin ayırt edilebilir olması gerekmektedir. Ayrıca bu

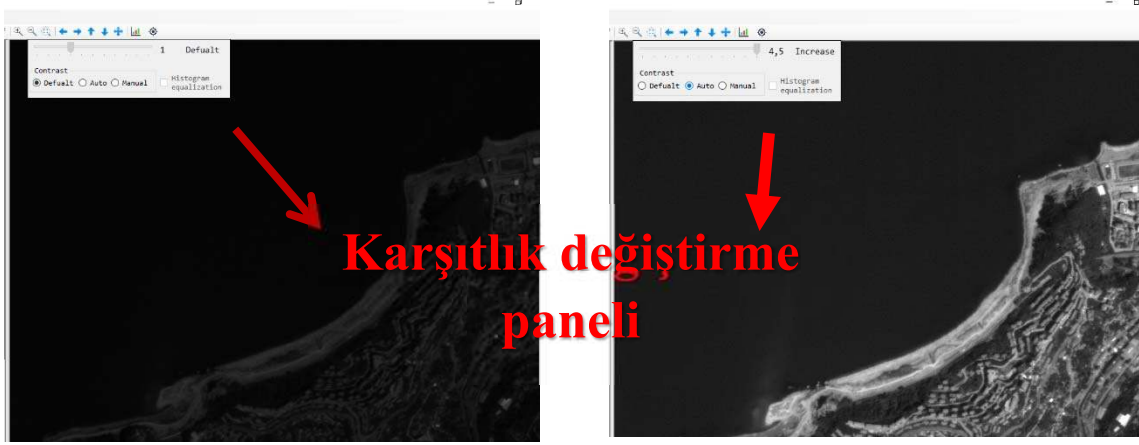
yöntemde hesap yükü az olduğundan hızlı bir sonuç alınabilmektedir. Bu yüzden GeoEtrim’de komşu kenar kestirimi (Şekil 3.9) kullanılmıştır (Danahy vd. 2007).



Şekil 3.9 GeoEtrim’de yakınlaştırma öncesinin ve sonrasının gösterimi.

3.2.1.3 Görüntünün Karşıtlık Değişime Özelliğinin Geliştirilmesi

GeoEtrim, görüntünün karşıtlığının kullanıcı tarafından değiştirilmesine olanak verir (Şekil 3.10). Kullanıcı ihtiyaç duyduğu seviyede karşıtlığı değiştirerek karşıtlığı daha düşük veya yüksek bir görünüm sağlayabilir. Aynı zamanda histogram eşitleme işlemi de yapabilmektedir. Karşıtlık ayarı değiştirme veya histogram eşitleme gibi temel radyometrik dönüşümler kullanıcıların görüntüdeki ayrıntıları kişisel algılarına uygun olarak ayarlayabilmelerini sağlamaktır (Kalisperakis vd. 2006).

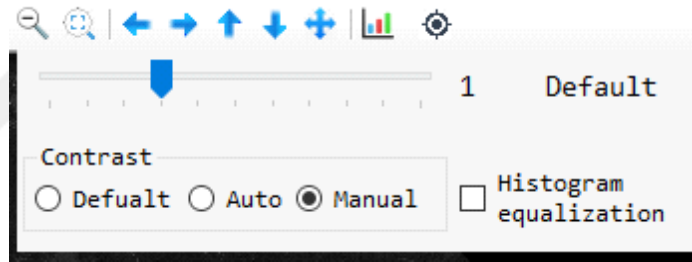


Karşıtlık değiştirme öncesi

Otomatik karşıtlık değiştirme sonrası

Şekil 3.10 GeoEtrim’de karşıtlık değiştirme öncesinin ve sonrasının gösterimi.

Karşıtlık değiştirme panelinde kullanıcının tercih ettiği katsayıya göre piksellin gri değerlerinde doğrusal artış veya azalış olmaktadır. Bunun için kullanıcının hareketinde parçalı çubuk (trackbar) olarak ifade edilen yapı geliştirilmiştir (Şekil 3.11).



Şekil 3.11 Karşıtlık ayarını değiştirmek için geliştirilen parçalı çubuk (trackbar).

Karşıtlık değiştirme panelindeki katsayı, piksel gri değerindeki çarpanı belirlemektedir. Kullanıcı parçalı çubuk ile ayarladığı katsayı ile görüntü pikselleri çarpılmaktadır. Böylece görüntü gri değerlerinde doğrusal (lineer) artış meydana gelir. Gri değerler 8 bitlik bir görüntü için 0-255 tamsayı aralığında değer almaktadırlar. 0 siyaha 255 beyaza karşılık gelmektedir. Görüntünün karşıtlığı artırmak için her bir pikseli belirlenen katsayıda çarpmak gerekmektedir. Bu durumda 8 bitlik görüntüde 255’i aşan pikseller meydana getirebilmektedir. 8 bitlik görüntüde 255’i aşan piksel değeri olmayacağından 255’i aşan değer 255’e çekilmiştir. 16 bitlik görüntüde de karşıtlık katsayı ile çarpılan pikseller 65535 değerini geçmemesi gerekmektedir. Geçen piksel değerleri 65535 değerine çekilir. Ancak bu işlemin tersinde aynı şey söz konusu değildir. Görüntünün karşıtlık düşürülürken kullanıcının belirlediği katsayıya tüm pikseller bölünür. Piksel değeri 8 bitlik veya 16 bitlik görüntüde sıfırın altında olamamalıdır. Zaten belirli

bir katsayıya bölünen pikseller matematiksel olarak sıfırın altında olması mümkün olmadığı için üst sınır belirlendiği gibi alt sınır belirlenmesine gerek yoktur. Çünkü piksel gri değeri pozitif olarak neye bölersek bölelim asla sıfırın altına düşmez. Bu durumda karşılıklı değiştirme bağıntısı çıkarılırken sadece üst sınır belirtilmesi yeterlidir. Karşılıklı değiştirme bağıntısı aşağıda verilmiştir.

$$\sum_{i=0}^n i * k \quad \begin{array}{l} \text{eğer}(i * k) > 255 \rightarrow i * k = 255 \text{ (8 bit ise)} \\ \text{eğer}(i * k) > 65535 \rightarrow i * k = 65535 \text{ (16 bit ise)} \end{array} \quad (3.2)$$

(3.2) Numaralı bağıntıda “n” görüntüdeki tüm piksellere karşılık gelmektedir. “k” karşılıklı değiştirme katsayısını ifade etmektedir. GeoEtrim’de kullanıcı karşılıklı değiştirme katsayısını manuel olarak kendi belirleyebildiği gibi otomatik olarak programda belirleyebilmektedir. **Şekil 3.11**’de görülen karşılıklı değiştirme panelinde parçalığı çubuğun (trackbar) altında çoktan seçmeli düğmelerden (Radio Button) otomatik (auto) düğme seçilmesi durumunda. Program parçalı çubuğu geri planda yaptığı hesaba göre uygun konuma çekecektir. Buda 8 bitlik görüntüde görüntüdeki piksel değerlerinin ortalaması “85,3” olacak şekilde uygun katsayıya çekilmesi şeklinde belirlenmiştir. 16 bitlik görüntüde aynı oranda karşılık gelen piksel ortalama değeri 21922.1’dir. Karşılıklı değiştirme algoritmasının özet kodu **Şekil 3.12**’de verilmiştir.

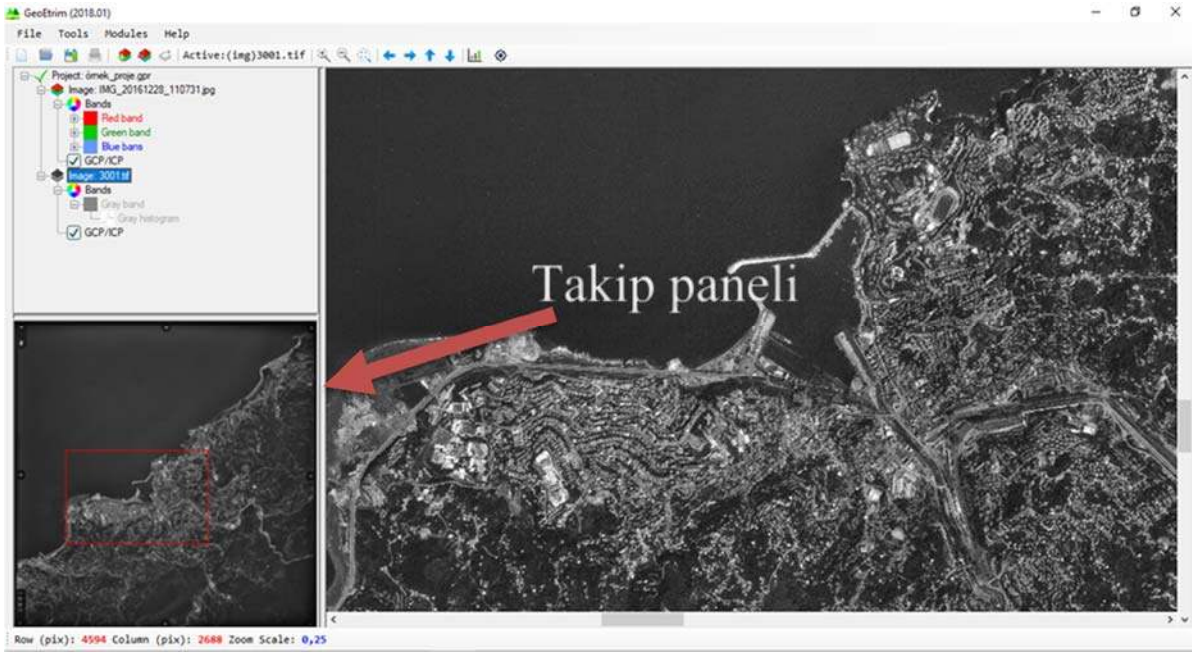
```
...
for (i=0 ; i<n ; i++) // tüm pikselleri sıra ile tara
{
    pixel[i] = piksel[i] * k ; // “k” karşılıklı değiştirme katsayısı ile çarpımı
    if ( bit == 8 ) // 8 bitlik görüntü ise
        if ( piksel[i] > 255) piksel[i] = 255; // piksel 255 değerini aşarsa 255’e çek
    if ( bit == 16 ) // 16 bitlik görüntü ise
        if ( piksel[i] > 65535) piksel[i] = 65535 // piksel 65535 değerini aşarsa 65535’e çek
}
...
```

Şekil 3. 12 Karşılıklı değiştirme algoritması özet kodu.

3.2.1.4 Takip Paneli Özelliğinin Geliştirilmesi

Tezin önceki kısımlarında GeoEtrim gibi konumsal bilişim yazılımlarında görüntünün açılacağı panel ile görüntünün büyüklüğünün aynı olmayabileceğinden bahsedilmişti. Bununla birlikte genellikle uzaktan algılama görüntülerinin büyüklüğü, yazılımdaki görüntünün açılacağı panelin büyüklüğünden büyük olmaktadır. GeoEtrim’de panel üzerinde görüntü kaydırılarak

veya görüntüye yakınlaşma yâda uzaklaşma yaparak görüntü üzerinde çalışılmaktadır. Bu tür yazılımlarda kullanıcılar sadece görüntünün belli bir kısmında çalışabilmektedir. Böylece bazı durumlarda görüntünün tamamına hâkim olunmayabilmektedir. Kullanıcı görüntüye tam hâkimiyetini sağlamak için **Şekil 3.13**'de görüldüğü gibi takip paneli geliştirilmiştir. Bu panel ile görüntünün en-boy oranı korunarak küçültülmüş bir hali ana pencereye yerleştirilmiştir. Ayrıca kırmızı bir dikdörtgen çerçeve ile anlık çalışma alanı küçültülmüş görüntünün üzerinde işaretlenmektedir. Böylece kullanıcı görüntüyü tamamını görebilmekte ve çalışma alanını anlık takip edebilmektedir.



Şekil 3.13 GeoEtrim’de takip paneli.

Yazılımda takip paneli ile kullanıcı kolaylığı sağlanması hedeflenmiştir. Takip panelinde görüntü, görüntünün açılacağı pencerenin yaklaşık dörtte birine sığacak oranda küçültülerek gösterilmektedir. Bu panel kullanıcı tarafından büyütme veya küçültme işlemi yapılması durumunda en-boy oranını koruyacak şekilde tasarlanmıştır. Örneğim takip panelinin sağından büyütülmesi durumunda meydana gelen görüntüdeki ende olabilecek genişlemeye karşın aynı oranda görüntü boyda da genişleyerek panel yukarı doğru uzayacaktır. Böylece en-boy oranı sürekli korunacaktır.

Takip panelinde bulunan bir diğer özellik te görüntü üzerine kırmızı ile çizilen takip çerçevesidir (**Şekil 3. 13**). Bu çerçeve, görüntü panelindeki görüntünün sınırlarının takip panelinde

gösterilmesini sağlamaktadır. Görüntünün kaydırılması veya yakınlaşma/uzaklaşma yapılması durumunda takip panelindeki çerçeve yenilenmekte; böylece anlık çalışma alanı görülebilmektedir. Çerçevenin yeri görüntü panelinin sağ üst köşesindeki (orijin) görüntü koordinatlarının basit bir oran hesabı ile takip panelinde karşılık gelen koordinatlarının hesaplanması ile bulunur.

$$A_{oran} = \frac{A(Takip Paneli)}{A(Görüntü Paneli)} \quad (3.3)$$

$$Fx = Sx * A_{oran} \quad (3.4 \text{ a, b})$$

$$Fy = Sy * A_{oram}$$

$$Fw = (Iw * A_{oran}) / \phi \quad (3.5 \text{ c, d})$$

$$Fh = (Ih * A_{oran}) / \phi$$

Görüntü panelinin sağ üst köşesi başlangıç noktasıdır. Bu noktadan itibaren panelin en ve boy uzunluk miktarına göre görülen kısım kullanıcının çalışma alanıdır. Çalışma alanının başlangıç noktası kayma çubuklarının görüntünün enindeki ve boyundaki kayma miktarları ile belirlenir. Çalışma alanının genişliği ve uzunluğu da görüntü panelinin genişliği ve uzunluğu kadardır. Çalışma alanının takip panelindeki küçük görüntüde çizilebilmesi için bu iki panelin alanları oranlanmalıdır. (3.3) numaralı bağıntıda takip panelinin alanı, görüntü panelinin alanına bölünmesi ile aralarındaki oran bulunmaktadır. Bu oran görüntü panelindeki en boy kayama miktarına çarpılması (3.4 a, b) ile takip panelindeki küçük görüntüye karşılığı hesaplanmış olmaktadır. Çalışma alanının takip panelindeki genişliği de (Fw , Fh) yine aynı şekilde görüntü panelinin en ve boy uzunluklarının (Iw , Ih) paneller aralarındaki oranla çarpılması (3.5 c, d) ile bulunmaktadır. Burada görüntünün yakınlaşma ve uzaklaşma oranını da (ϕ) hesaba katılması gerekmektedir. Çalışma alanının takip panelindeki karşılığının oranlanması ile ilgili geliştirilen algoritmanın özet kodu **Şekil 3.14**'de verilmektedir.

```

...
// takip paneline karşılık gelen çalışma alanı çerçevesi
double follow_x, follow_y, follow_width, follow_height;
// kayma miktarına göre takip panelindeki çalışma alanının başlangıç noktası belirlenmesi
follow_x = HScrollBar * A_rate;
follow_y = VScrollBar * A_rate;
// kayma miktarına göre takip panelindeki çalışma alanının en boy uzunluğunu belirlenmesi
follow_width = img_width * A_rate;
follow_width = follow_width / ZoomScale; // ZoomScale = ölçek
follow_height = img_height * A_rate;
follow_height = follow_height / ZoomScale;
...

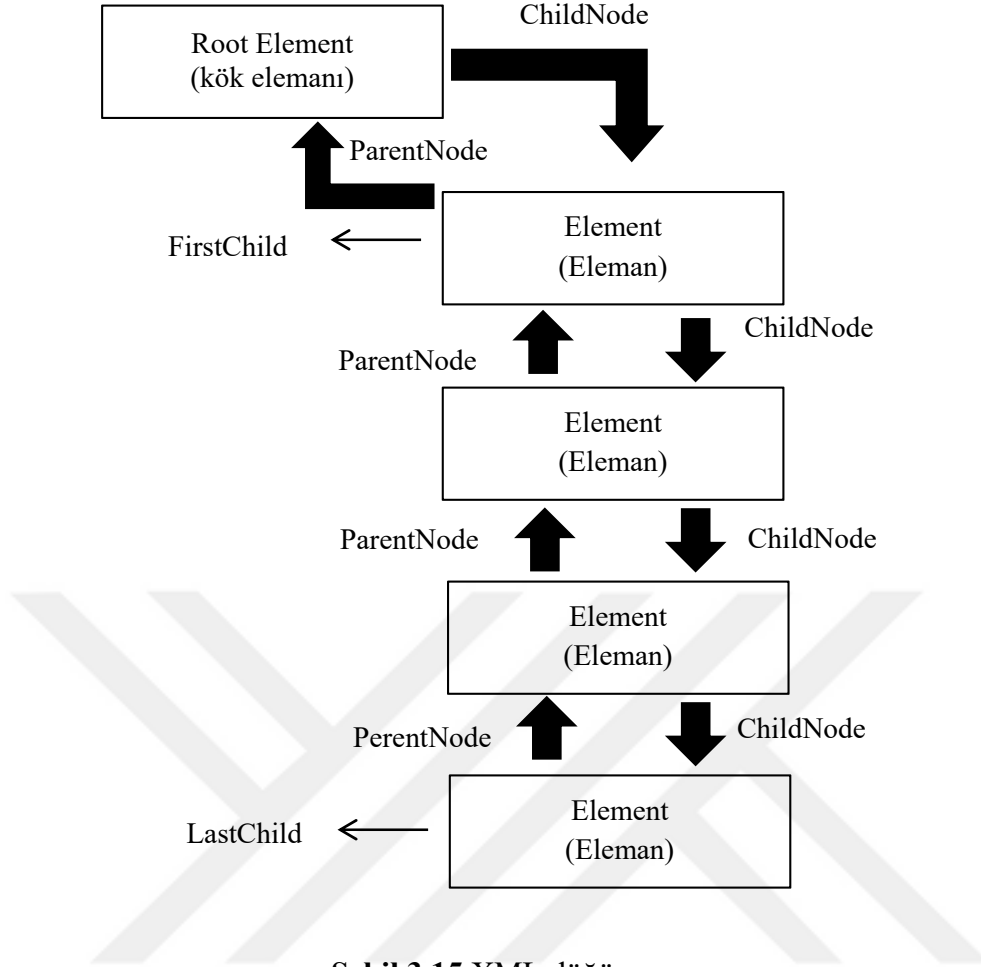
```

Şekil 3.14 Çalışma alanının takip panelindeki karşılığının oranlanması ile ilgili geliştirilen algoritmanın özet kodu.

3.2.1.5 Projelerin Saklama

GeoEtrim, projelerin saklanması için metin dosyası yerine düğüm yapılarından oluşan geliştirilebilir işaretleme dili (XML: eXtensible Markup Language) yapısını kullanmaktadır. XML, hiyerarşik bir veri yapısında dizilen düğümlerden oluşur (Bray vd. 2008). XML yapısı C# tarafından desteklendiğinden bütünleşik bir kodlamaya olanak verir. Bunun yanı sıra XML metin tabanlı olduğundan kolay anlaşılabilir ve günümüzde internet yapılarının neredeyse tamamında ve birçok yazılımda veri saklama işlemlerinde standart olarak kullanılmaktadır.

XML yapısında öncelikle bir kök (Root) oluşturulur. Bu köke bağlı elemanlar (FirstChild) tanımlanabilir. Her eleman kök gibi kendisine bağlı yeni elemanlar oluşturabilir. XML'in bu özelliğine düğüm (Nodes) yapısı denir. Ayrıca her düğüm için sınırsız niteleyici tanımlama (attribute) bilmektedir. XML'in bu düğüm yapısı **Şekil 3.15**'te gösterilmiştir.



Şekil 3.15 XML düğüm yapısı.

GeoEtrim'in XML yapısında, proje ve o projeye ait görüntüler, görüntülere ait YKN/BDN verileri ve tüm bu verilerle ilişkili meta verilerin düzenli bir şekilde saklanmaktadır. **Çizelge 3.1**'de Geoetim'in XML yapısı gösterilmiştir. **Çizelge 3.2**'de bulunan niteleyicilere (attribute) ait açıklamalarda **Çizelge 3.3**'te verilmiştir. **Şekil 3.16**'da da GeoEtrim ile saklanmış örnek bir projenin metin görünümü verilmiştir.

Çizelge 3.1 Geoetim'in XML yapısı.

Düğüm derecesi	Düğümün adı	Düğüm niteleyicilerin adları
1. derece (first)	Project	Project_name ve Information
2. derece	Image	name, href, bants, width, height ve id
3. derece	gcp	PointID, PointType, Row, Column, X, Y, Z, StdRow, StdCol, StdX, StdY ve StdZ
3. derece	icp	PointID, PointType, Row, Column, X, Y, Z, StdRow, StdCol, StdX, StdY ve StdZ

Çizelge 3.2 GeoEtrim’de XML halinde saklanan bir projenin düğümlerinde ki niteleyiciler(attributes) hakkında kısa açıklamalar.

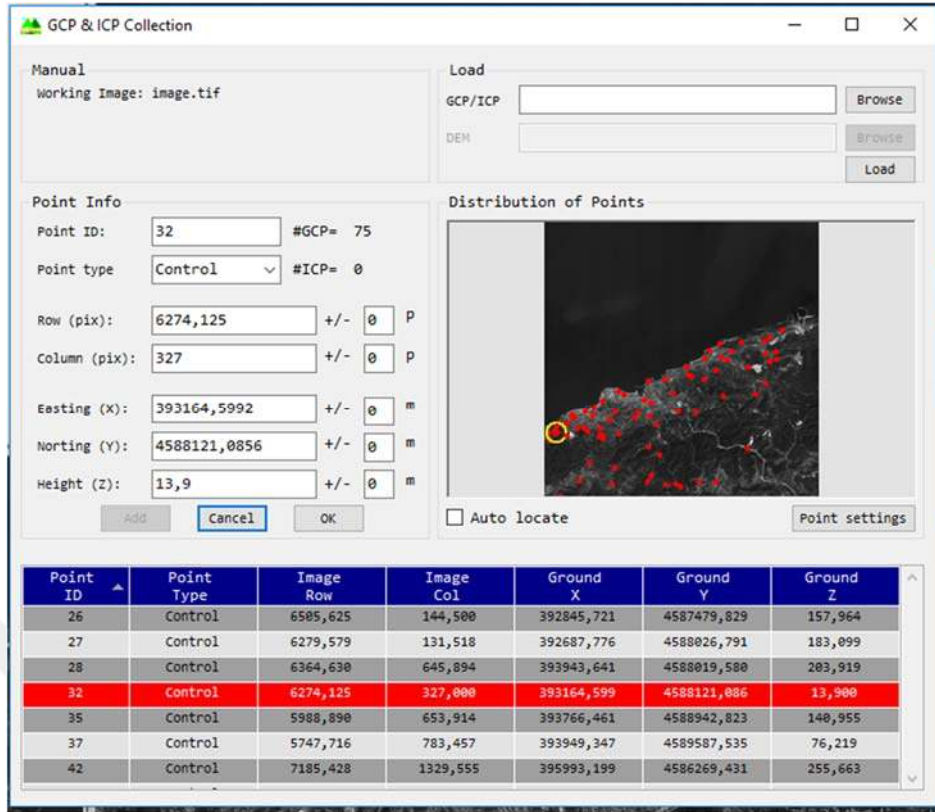
Project name	Projenin adı
Information	Proje hakkında bilgi
name	Görüntü adı
href	Görüntünün yolu
bants	Görüntüdeki bant sayısı
width	Görüntünün eni
height	Görüntünün boyu
id	Görüntünün seri numarası
PointID	Noktanın seri numarası
PointType	Noktanın tipi
Row	Noktanın görüntüdeki satır koordinatı
Column	Noktanın görüntüdeki sütun koordinatı
X	Noktanın X koordinatı
Y	Noktanın Y koordinatı
Z	Noktanın Z koordinatı
StdRow	Noktanın satır standart sapması
StdCol	Noktanın sütun standart sapması
StdX	Noktanın X koordinatındaki hatası
StdY	Noktanın Y koordinatındaki hatası
StdZ	Noktanın Z koordinatındaki hatası

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<Project Project_name="" Information="">
  <Image name="" href="" bands="" width="" height="" id="">
    <gcp PointID="" PointType="" Row="" Column="" X="" Y="" Z="" StdRow="" StdCol="" StdX=""
      StdY="" StdZ="" />
  </Image>
</Project>
```

Şekil 3.16 GeoEtrim ile saklanmış örnek bir projenin metin görünümü verilmiştir.

3.2.2 YKN/BDN Toplama Penceresi

GeoEtrim’de kullanışlı bir YKN/BDN toplama penceresi tasarlanmaya çalışılmıştır (**Şekil 3.17**). Bu ekranı benzerlerinden ayıran önemli bir özellik, küçük bir görüntü penceresinde noktaları göstermesidir. Böylece kullanıcı nokta dağılımının son halini kolaylıkla görebilir. Ayrıca düzeltilen nokta (edit/delete) pencerede farklı bir renkte (standart olarak sarı renkte) gösterilmektedir.



Şekil 3.17 YKN/BDN toplama penceresi görünümü.

Bu penceredeki herhangi bir noktanın ana penceredeki konumunu otomatik bir şekilde kullanıcıya sunabilmesi için “auto locate” adıyla bir seçenek sunulmuştur. Bu seçenek işaretli olursa bu pencerede seçilen herhangi bir noktaya göre ana penceredeki görüntü, seçilen nokta ortalanacak şekilde kayacaktır. Bunun içinde ana penceredeki, görüntü panelinde kayma çubuklarının (ScrollBar) kayma miktarı hesaplanmalıdır. “Görüntü koordinatlarının okuma özelliğinin geliştirilmesi” başlığında görüntü panelinden, kayma çubuklarının kayma miktarlarını dikkate alarak nasıl görüntünün satır ve sütun değeri okunabileceğinden bahsedilmekteydi. Esasen bu “auto locate” özelliğiyle “görüntü koordinatlarının okuma” özelliğinin matematiksel olarak tersi geliştirilmiştir. “auto locate” özelliğinde daha önce toplanmış görüntü koordinatlarının görüntüde yerini çalışma alanında gösterebilmek için görüntü panelindeki kayma çubuklarının kayma miktarı, görüntü koordinatlarıyla hesaplanmaktadır. Bu hesaplanmanın matematiksel bağıntısı aşağıda verilmektedir

$$S_x = r - I_w / 2$$

$$S_y = c - I_h / 2$$

(3.6 a, b)

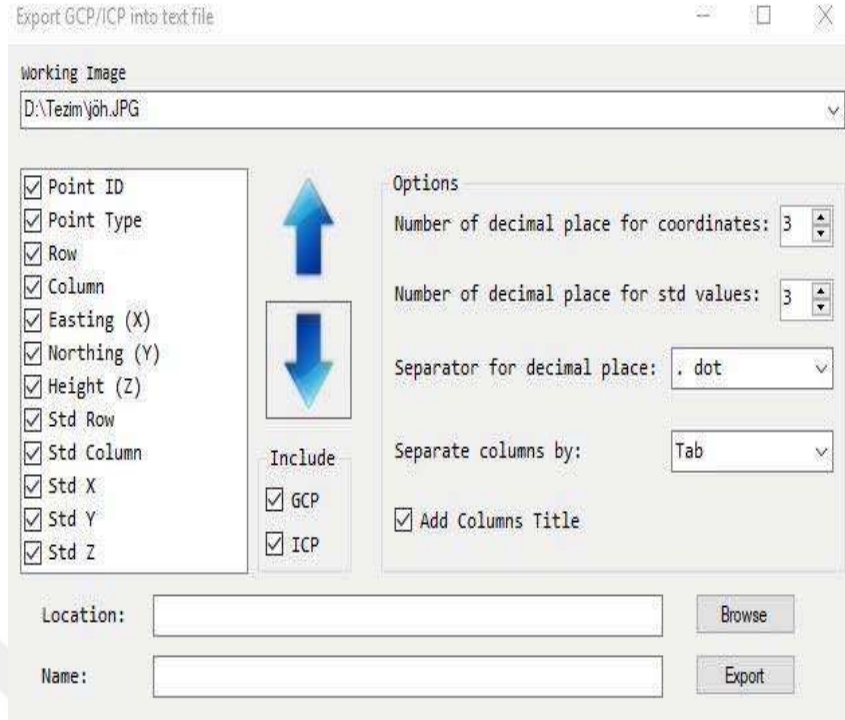
(3.6) numaralı bağıntıda görüntü panelindeki kayma çubuklarının kayma miktarı hesaplanmasında, görüntünün satır ve sütun (r, c) değerlerinden görüntü panelinin en ve boy uzunluklarının yarısı çıkarılmaktadır. Bu çıkarılma işlemi seçili noktayı görüntü panelinde orta merkez de gösterebilmek için yapılmaktadır. Eğer kayma miktarları doğrudan görüntünün satır ve sütun değeri olacak şekilde verilirse, seçili nokta görüntü panelinin sağ üst köşesinde gözüktür olacaktır. Buda görüntünün çalışma alanının merkezinden en uzak noktadır. Bunu önlem ve böylece kullanıcının doğrudan noktayı çalışma alanın merkezinde görebilmesini sağlamak için kayma çubukları noktayı ortalayacak şekilde çekilmiştir. “auto locate” özelliği ile kayma çubuklarının kayma miktarının hesaplanması ile ilgili algoritmanı özet kodu **Şekil 3.18** verilmiştir.

```
...  
int HScrollBar, VScrollBar; // Görüntü panelindek kayma çubuklarının kayma miktarı  
HScrollBar = realx - (img_width / 2); // realx, realy = Görüntünün satır ve sütun değeri  
VScrollBar = realy - (img_height / 2);  
// img_width, img_height = Görüntü panelinin en ve boy uzunluğu  
...
```

Şekil 3.18 “auto locate” özelliği ile kayma çubuklarının kayma miktarının hesaplanması ile ilgili algoritmanı özet kodu.

3.2.3 Nokta Dışarı Aktarma Penceresi

Nokta dışı aktarma penceresinde, geniş bir dosya kaydetme seçeneği tasarlanmıştır (**Şekil 3.19**). Dışa aktarılan dosyalar “gcp” uzantılı metin dosyalarıdır. İçe aktarma işleminde ise “txt” veya “gcp” uzantılı uygun yapıda metin dosyaları okunabilmektedir.



Şekil 3.19 Nokta dışarı aktarma penceresi.

Nokta dışarı aktarma penceresi ile kullanıcı nokta bilgilerini dosyaya aktarma sütun sırasını ve aktarmak istediği bölümü seçebilecek şekilde tasarlanmıştır. Ayrıca sayı içeren bilgilerde ondalık kısmının kaç basamaktan oluşacağını yine bu pencereden ayarlanabilmektedir. Dosyada ondalık kısma geçerken virgül veya nokta ile gösterme seçenekleri de pencerede sunulmuştur. Yine bu pencere ile dışa aktarılan dosyanın sütun aralıkları; boşluk, eğik çizgi (/), alt çizgi (_), sekme (tab) ve noktalı virgül (;) olmak üzere 5 farklı biçimde oluşturulabilmektedir. Dosyaya sadece yer kontrol noktalarını veya bağımsız denetim noktalarını aktarılabilir gibi her ikisi de aynı dosyaya aktarılabilen mümkündür. Aktarılan dosyaya sütunların başlık bilgileri de isteğe bağlı eklenmektedir. Dışarı aktarılan “.gcp” uzantılı dosyalar “text” yapıdadırlar. Ancak “.gcp” uzantılı farklı yapıda tüm dosyaları GeoEtrim içine aktarmak mümkündür. Çünkü “.gcp” dosya uzatılarını okuma işleminde program yapının nasıl hazırlandığını anlayabilmesi için dosyanın en üst satırına “Import sequence” ismiyle dosyanın yapısını ifade eden içe aktarım kodunu eklemektedir (Şekil 3.20).

```

1 Import sequence: 3/1/0/1/2/3/4/5/6/-1/-1/-1/-1/
2 Image file: IMG_SPOT6_P_201805150822572_SEN_SPOT6_20180528_135213120sp7nlja4my_1.tif
3
4 PointID PointType Row Column X Y Z
5 1 Control 10760.000 3900.750 41.399 31.663 180.040
6 2 Control 10723.750 3902.750 41.400 31.663 185.980
7 14 Control 10033.500 5520.750 41.410 31.694 195.900
8 15 Control 9959.500 5587.500 41.411 31.695 201.620
9 18 Control 9689.750 6038.750 41.415 31.704 232.970
10 20 Control 9585.000 5895.750 41.417 31.701 172.930
11 21 Control 10748.500 6416.250 41.399 31.711 361.560
12 24 Control 10517.750 6375.000 41.402 31.710 393.540
13 25 Control 9736.250 6531.250 41.414 31.713 247.440
14 26 Control 9803.500 6787.250 41.414 31.718 191.190
15 27 Control 9466.500 6685.250 41.418 31.716 216.230
16 28 Control 9463.500 7469.750 41.419 31.731 237.110
17 31 Control 9178.250 7013.750 41.423 31.722 68.170
18 35 Control 8910.500 7350.000 41.427 31.729 173.990
19 37 Control 8528.000 7458.250 41.433 31.731 109.160
20 42 Control 10518.750 8769.000 41.403 31.756 289.230
21 43 Control 9015.750 8184.500 41.425 31.745 273.870
22 46 Control 9256.250 8889.000 41.422 31.758 245.230
23 47 Control 9166.000 9041.250 41.423 31.761 294.520
24 50 Control 9082.500 8355.250 41.424 31.748 304.490
25 51 Control 8985.500 8133.500 41.426 31.744 266.660
26 52 Control 9063.250 7859.000 41.425 31.739 254.750
27 54 Control 8624.750 7553.000 41.431 31.733 129.870
28 55 Control 8588.000 7624.000 41.432 31.734 123.880
29 58 Control 8372.500 8170.250 41.435 31.745 36.120
30 59 Control 8268.250 8047.000 41.437 31.742 37.130

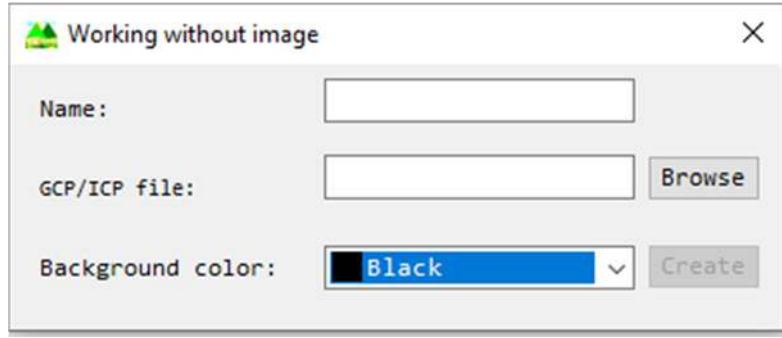
```

Şekil 3.20 GeoEtrim’de örnek bir projede dışarı aktarılan “.gcp” uzantılı nokta dosyasının text yapıda görünümü.

Şekil 3.20’de görülen “.gcp” uzantılı örnek projede en üst satırda “Import sequence” ile ifade edilen bölüm dosyanın yapısını ifade eden içe aktarım kodudur. Bu kod sırasıyla; nokta verilerin kaçınıcı satırdan sonra başladığı, nokta ondalık kısımlarının hangi işaretle ayrıldığı, sütun boşluklarının hangi işaretle ayrıldığı ve nokta numarası, tipi, satır, sütun, x, y, z, ve standart sapma değerlerinin kaçı sütunda olduğu gösterilmektedir. Eğer herhangi bir sütun dosyaya aktarılmamışsa o sütun sırasındaki rakam “-1” olarak koda yazılmaktadır. Böylece okuma işlemi bu koda göre yapılmaktadır. Ayrıca bu dosyanın ikinci satırında “Image file” başlığı ile noktaların ait olduğu görüntünün dosya isim bilgisi de eklenmektedir.

3.2.4 Nokta İçeri Aktarma Penceresi

Bu pencereye GeoEtrim’de farklı menülerden erişilebilmektedir. Bunlardan ilki YKN/BDN toplama penceresinin yükleme paneli kısmıdır. Bu pencereye diğer ulaşma menüleri de ana pencereden veya GeoTransform penceresinden açılabilen boş görüntü açma penceresinden açılmaktadır (Şekil 3.21). Boş görüntü açmanın amacı kullanıcıların doğrudan nokta verileri ile çalışabilirliğini sağlamaktır.



Şekil 3.21 Boş görüntü açma penceresi.

Boş görüntü açmak veya var olan görüntüye dışardan dosya aktarmak amacıyla nokta içeri aktarma penceresi tasarlanmıştır (Şekil 3.22). Bu pencerede dışarda olan dosya okunarak bir tabloda ön izlenebilir şekilde kullanıcıya gösterilmektedir. Kullanıcı verilerde herhangi bir kayıklık veya hata olmadığını inceleyip aktarma işlemini onaylayabilir veya iptal edebilir

Import

Import and Close Working Image: empty

Row Count= 19

Point ID	Point Tybe	Image Row	Image Col	Ground X	Ground Y	Ground Z	Std Row	Std Col	Std X	Std Y	Std Z
26	Control	6505625.000	1445.000	392845721...	458747982...	157964.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
27	Control	6279579.000	131518.000	392687776...	458802679...	183099.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
32	Control	6274125.000	327.000	393164599...	458812108...	139.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
35	Control	598889.000	653914.000	393766461...	458894282...	140955.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
37	Control	5747716.000	783457.000	393949347...	458958753...	76219.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
43	Control	6153986.000	1180022.000	395094221...	458874168...	240741.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
46	Control	6382696.000	1602263.000	396213867...	458835064...	211986.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
47	Control	634475.000	17155.000	396460817...	458848456...	261286.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
50	Control	6217875.000	12835.000	395364093...	458862427...	27133.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
51	Control	6129467.000	115254.000	395012427...	458879354...	233544.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
52	Control	6149559.000	962516.000	394573782...	458867307...	221634.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Şekil 3.22 Nokta içe aktarma penceresi.

“.txt” uzantıları nokta dosyaları için metin dosyasının belli standartta hazırlanmış olması gerekmektedir. Bu standart sırasıyla: Noktanın numarası, tipi ve satır, sütun, x, y, z değerleri ile bunların standart sapmalarından oluşmalıdır. Bu sütunlar arası da “tab” ile ayrılmalıdır. Örnek bir nokta dosyası Şekil 3.23’de sunulmaktadır.

32	Control	6274125.000	327.000	3931645992.000	45881210856.000	139.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
35	Control	598889.000	653914.000	3937664613.000	45889428227.000	140955.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
37	Control	5747716.000	783457.000	3939493473.000	45895875353.000	76219.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
43	Control	6153986.000	1180022.000	3950942211.000	45887416867.000	240741.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
46	Control	6382696.000	1602263.000	396213867.000	45883506459.000	211986.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
47	Control	634475.000	17155.000	3964608175.000	45884845683.000	261286.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
50	Control	6217875.000	12835.000	3953640933.000	45886242747.000	27133.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
51	Control	6129467.000	115254.000	3950124277.000	45887935443.000	233544.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
52	Control	6149559.000	962516.000	3945737825.000	45886730742.000	221634.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
54	Control	5823385.000	830452.000	3940988071.000	4589420208.000	96895.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
55	Control	5806596.000	882658.000	3942130346.000	45894828624.000	90911.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
59	Control	563772.000	1206107.000	394899576.000	45900246736.000	4214.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
62	Control	5510322.000	1469331.000	3954548408.000	45904402343.000	1915.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
63	Control	575875.000	1427125.000	39548525.000	45898140309.000	7833.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
66	Control	6139547.000	1630358.000	396161887.000	45889586661.000	114455.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
67	Control	530275.000	1705.000	3959025644.000	45910378398.000	1253.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
68	Control	5886113.000	1930957.000	3967500644.000	45897009776.000	14135.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
71	Control	6456187.000	1738625.000	3965688415.000	45882204996.000	287999.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Şekil 3.23 “.txt” uzantılı GeoEtrim’de çalışacak nokta verileri

3.3.5 GeoTransform Penceresi

Bu alt yazılıma GeoEtrim’in ana penceresindeki alt yazılımlar sekmesinden erişim sağlanmaktadır. GeoEtrim’in MATLAB sürümünde dört farklı alt yazılım mevcuttur (GeoSpot, GeoTransform, Geo3o1 ve GeoIP). Ancak GeoEtrim’in bu tez kapsamındaki sürümünde hesaplama yapılabilen tek alt yazılım GeoTransform’dur (**Şekil 3.24**). GeoTransform alt yazılımının ara yüzü işlem özelliği ve rapor olmak üzere iki farklı panel ve bir nokta tablosundan oluşmaktadır. Nokta tablosundaki her noktanın ilk sütununda işaretleme kutusu (checkBox) eklenmiştir. İşaretleme kutusu noktayı işleme dâhil etme veya etmeme seçeneği olarak geliştirilmiştir. Böylece hesaplama işlemi yapılırken program sadece işaretli noktaları işlemeye alacaktır. İşaretli olmayan noktalar hesaba katılmayacaktır. Ayrıca nokta tablosunda sütunlar sırasıyla: noktanın numarası, tipi, uyşumsuzluk sonucu, satır koordinatı, satır düzetmesi, sütun koordinatı, sütun düzetmesi, X, Y, Z koordinatlarıdır şeklindedir. Bu sütunlardan, uyşumsuzluk ölçü testi, satır düzetmesi ve sütun düzetmesi işlem öncesinde (ilk program açıldığında) boş gelmektedir. Bu sütunlar yapılan işlem sonucuna göre içlerine veri yazımı gerçekleşmektedir.



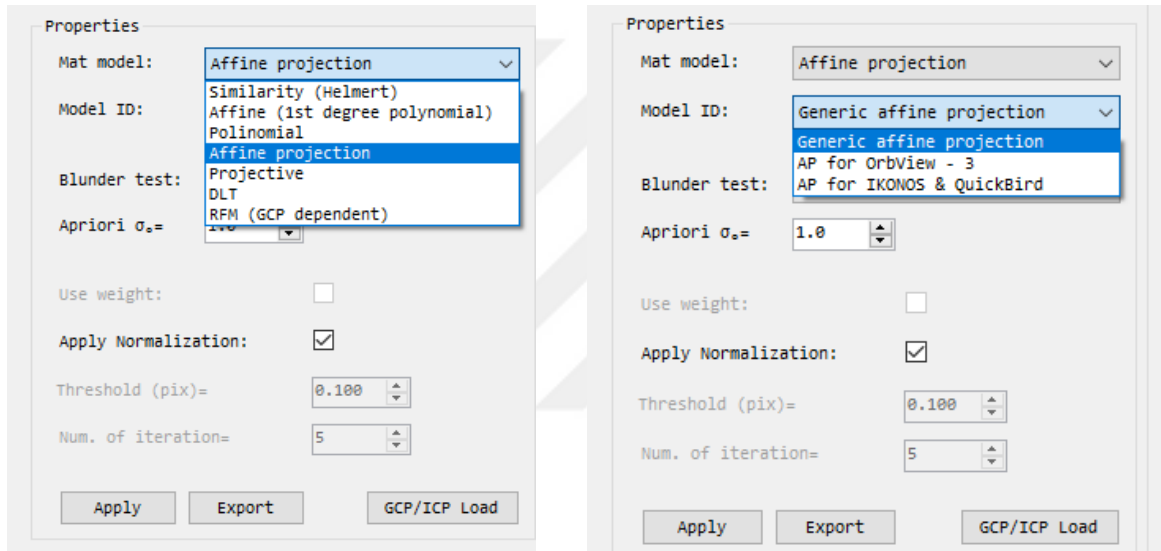
Şekil 3.24 GeoTransform alt yazılımının görünümü.

GeoTransform alt yazılımının işlem özelliği panelinde kullanıcı dönüşüm yöntemini seçebilmektedir. Bu panelde tercih edilebilecek dönüşüm yöntemleri:

1. Similarity (Helmert-Benzerlik)
2. Affine (Afin, 1. derece polinom)
3. Polynomial (Polinom)
 - a. Birinci derece (Affine 2D)
 - b. İkinci derece
 - c. Üçüncü derece
 - d. Dördüncü derece
 - e. Beşinci derece
4. Affine projection (Afin izdüşüm)
 - a. Generic affine projection (Genel model)
 - b. AP for OrbView – 3 (OrbView-3 için uyarlanmış model)
 - c. AP for IKONOS & QuickBird (IKONOs ve Quickbird için uyarlanmış model)

5. Projective (Projektif)
6. DLT
7. RFM (GCP dependent, YKN bağımlı)
 - a. Birinci derece
 - b. İkinci derece
 - c. Üçüncü derece

Şeklindedir. Bazı matematiksel koordinat dönüşüm modellerinin birden fazla türü olabilmektedir (Polinomial, Affine projection ve RFM). GeoTransform’da bu matematiksel modellerden biri seçilirse program matematiksel modelin türünü isteyecek şekilde geliştirilmiştir (Şekil 3.25).



a) Dönüşüm modelleri seçimi

b) Türü olan dönüşüm modelleri seçilirse program türünü seçmenizi isteyecektir.

Şekil 3.25 Dönüşüm modelinin GeoTranform’da seçimi.

Matematiksel dönüşüm yöntemlerinden döngüsel yöntemler (projektif, DLT ve RFM) için kullanıcı tercihi bir eşik değeri ve en fazla döngü sayısı (döngü üst sınırı, tekrarlama değeri) belirlenebilmektedir. Döngüsel yöntemlerde kullanıcının belirlediği eşik değeri ve en fazla döngü sayısı döngü işlemini sınırlandırır. Döngüsel işlemde tekrarlanan döngü belirlenen en fazla döngü sayısını geçemez. Yine aynı şekilde art arda döngülerden hesaplanan koh (karesel ortalama hata) farkı eşik değerini altına düştüğünde döngü tekrar etmez.

$$\begin{aligned}
f(r_0, c_0) &= m_{0(1)} \\
f(r_1, c_1) &= m_{0(2)} \quad \Delta m_1 = m_{0(2)} - m_{0(1)} \text{ eğer } |\Delta_1| > \text{eşik değeri (devam)} \\
&\dots \\
&\dots \\
f(r_{n-1}, c_{n-1}) &= m_{0(n)} \quad \Delta m_{n-1} = m_{0(n)} - m_{0(n-1)} \text{ eğer } |\Delta_1| \leq \text{eşik değeri}
\end{aligned} \tag{3.7}$$

(3.7) numaralı bağıntıda görüldüğü gibi ikinci döngüden itibaren koh'un (karesel ortalama hata) bir önceki döngüdeki koh'tan farkı (Δm), kullanıcı tarafından belirlenen eşik değeriyle karşılaştırılır. Eğer fark eşik değerden küçük veya eşitse döngü durur. Aksi takdirde döngü devam eder. Ancak döngü sayısı belirlenen döngü üst sınırına ulaşması durumunda program Δm ile eşik değeri karşılaştırması yapmadan işlemi sonlandırır.

Ayrıca “Apply Normalization” seçeneği ile noktaların görüntü ve nesne koordinatları her biri kendi türünde ± 1 aralığına oranlanarak normalizasyon işlemi de yapılabilmektedir. Böylece kütü koralasyonu etkisi giderilerek işlem yapılabilmektedir. **Şekil 3.26**'da normlandırma işleminin algoritma özet kodu sunulmaktadır.

```

...
// Normlandırılacak dizide her bir eleman için aynı işlem yapılmalı.
for (i = 0; i < ref_array_Length; i++) // ref_array_Length = eleman sayısı
    new_array[i] = (2*ref_array[i] - max_value - min_value) / (max_value -
        min_value); // max_value = en büyük elemanın değeri
// min_value = en küçük elemanın değeri
return new_array; // en son oluşan dizi
...

```

Şekil 3.26 Normlandırma işleminin algoritma özet kodu.

Şekil 3.26'de gerçekleştirilen normlandırma işlemi GeoTransform da gerçekleştikten sonra hata katsayılarının ve düzetmelerin işleminin geri yapılabilmesi için ölçü kümesinde tam ters işlemi olan geri normlandırma işlemi gerçekleştirilmektedir (**Şekil 3.27**).

```

...
for (i = 0; i < ref_array_Length; i++)
    new_matrix[i] = (ref_array[i]*(max_value - min_value) + max_value + min_value)/2;
return new_array
...

```

Şekil 3.27 Geri normlandırma işleminin algoritma özet kodu.

İşleme giren görüntü koordinatlarında uyuşumsuz ölçü testi de yapılmaktadır. Bu test değerlerinden hangilerinin diğer değerlere göre uyuşumsuz olduğunu gösteren işlemidir. İşlem özelliği panelinde normal ve t dağılımları olmak üzere iki farklı uyuşumsuz ölçü testi seçeneği sunulmuştur. Uyuşumsuzluk ölçü testi satır ve sütun da ayrı ayrı hesaba alındığı için bir nokta hem satır hem sütun uyuşumsuz olabileceği gibi sadece satırda veya sadece sütunda uyuşumsuz ölçü olabilir. Nokta tablosunda her nokta için uyuşumsuz ölçü varsa eğer hangi ölçü olduğu Şekil 3.28’de olduğu gibi gösterilmektedir.

☒	Point ID	Point Type	Outlier	Image Row	$\pm vr$	Image Col	$\pm vc$	Ground X	Ground Y	Ground Z
☒	15.000	Control	✓	9959.500	3.07	5587.500	0.59	41.411	31.695	281.620
☒	18.000	Control	✓	9689.750	7.55	6038.750	-2.45	41.415	31.704	232.970
☒	20.000	Control	✓	9585.000	1.22	5895.750	-0.55	41.417	31.701	172.930
☒	21.000	Control	✓	10578.500	19.77	6416.250	-0.68	41.399	31.711	361.560
☒	24.000	Control	Row & Column	10517.750	25.81	6375.000	-0.88	41.402	31.710	393.540
☒	25.000	Control	✓	9736.250	9.25	6531.250	-1.25	41.414	31.713	247.440
☒	26.000	Control	✓	9803.500	-2.06	6787.250	-0.48	41.414	31.718	191.190
☒	27.000	Control	✓	9466.500	4.38	6685.250	-2.82	41.418	31.716	216.230

Şekil 3.28 Satır ve sütunda uyuşumsuz olan noktanın gösterimi.

Rapor panelinde işlemler ile ilgili çıktılar mevcuttur. Bu panelin ölçüt bölümünde noktaların satır (m_r), sütun (m_c) ve tümünde (m_o) koh ile satırın ($[vr]$) ve sütunun ($[vc]$) düzeltme toplam değeri ($[vv]$) sunulmaktadır. Şekil 3.29’da rapor panelinin ölçüt bölümü sunulmuştur.

```

Metrics (pixel)
mr= ±3237.33 [vr]= 0.00
mc= ±2382.74 [vc]= 0.00
mo= ±2842.34 [vv]= 36.18

Points (processed/total)= 99/99

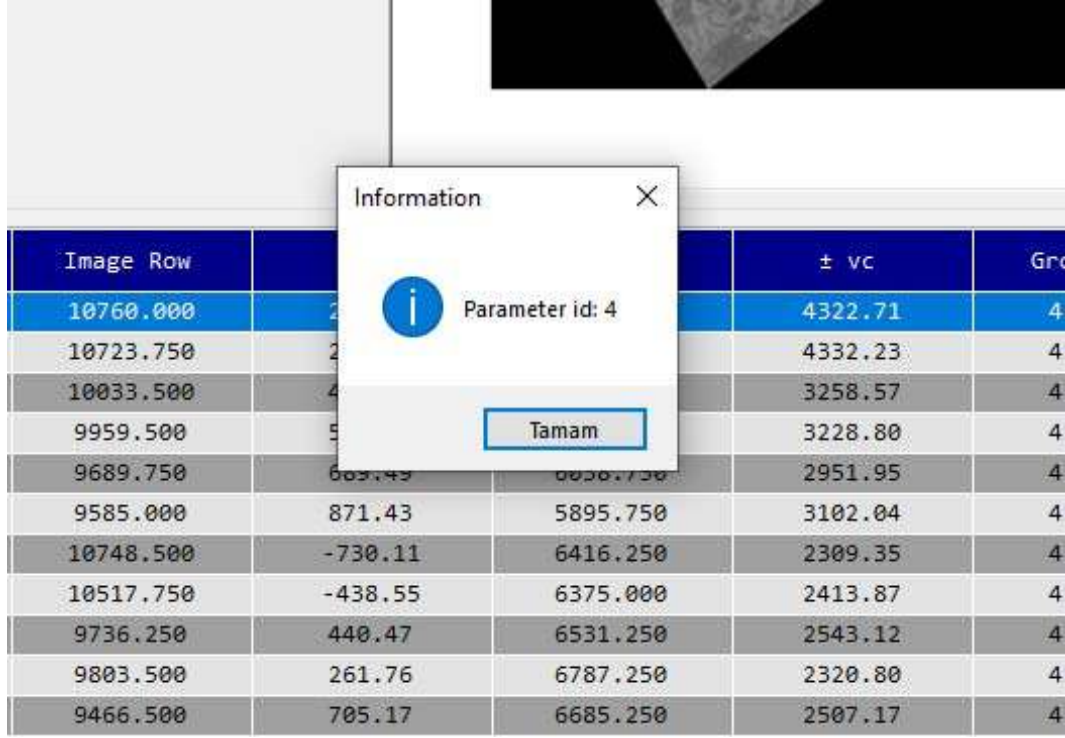
Degree of freedom= 194

Same parameters are invalid.

```

Şekil 3.29 Rapor panelinin ölçüt bölümü.

Şekil 3.29'da görüldüğü gibi rapor panelinin, sadece dönüşüm işlemine giren ve toplam nokta sayısı (processed/total), serbestlik derecesi (Degree of freedom) ve parametre anlamlılık testi sonuçları da kullanıcıya sunulacak şekil programa eklenmiştir. Parametre anlamlılık testi, seçilen dönüşüm modeli için anlamsız (gereksiz) olan parametreleri veya katsayıları bulmak için kullanılır. Eğer matematiksel modelde böyle bir katsayı programın arka planında tespit edildiyse mavi bir link ile **Şekil 3.29**'da görüldüğü gibi olacaktır. **Şekil 3.30**'da örnek bir parametre anlamlılık testinin sonucunun GeoTransform'da gösterimi sunulmaktadır.



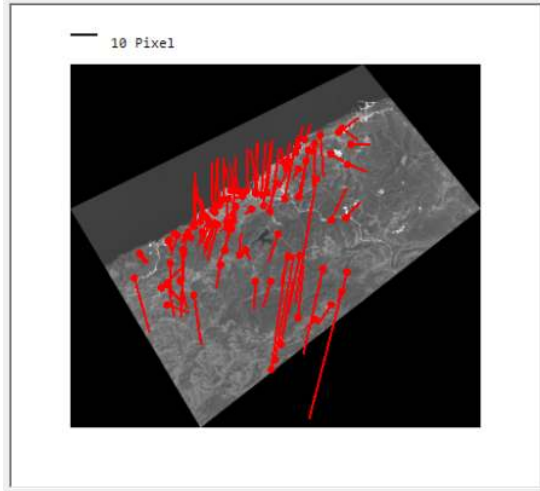
The screenshot shows a table with columns: Image Row, ± vc, and Gro. An 'Information' dialog box is open in the center, displaying 'Parameter id: 4' and a 'Tamam' button.

Image Row	± vc	Gro
10760.000	4322.71	4
10723.750	4332.23	4
10033.500	3258.57	4
9959.500	3228.80	4
9689.750	2951.95	4
9585.000	3102.04	4
10748.500	2309.35	4
10517.750	2413.87	4
9736.250	2543.12	4
9803.500	2320.80	4
9466.500	2507.17	4

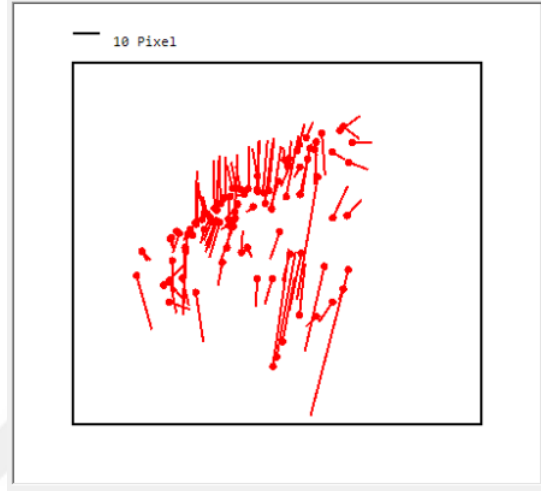
Şekil 3.30 Örnek bir parametre anlamlılık testinin sonucunun GeoTransform'da gösterimi.

İşlem sonucunda noktaların satır ve sütun düzeltmeleri iki farklı vektör çizimi ile gösterilmiştir. Bunlardan ilki, görüntü koordinatlarında hata vektörleri şeklinde **Şekil 3.24 a**'da görüldüğü gibi gösterimidir. Burada **Şekil 3.24 b**'de görüldüğü gibi görüntüyü gösterime dâhil etmemekte mevcuttur. Ayrıca görüntü çerçevesinin üstünde gösterilen piksel ölçeği için piksel sayı değeri (10 piksel) kullanıcı tercihiyle değiştirilebilir. Kullanıcı tercihinde vektörlerin ölçeği, çizgi kalınlığı veya noktaların büyüklüğü de değiştirmek mümkündür. GeoTransform'da bir diğer hata vektörü gösterimi ise **Şekil 3.24 c**'de görüldüğü gibi vektörlerin tek bir merkezde dağılımı şeklindedir. Kullanıcı bu vektörleri de belli bir sabitle çarparak görsel açıdan ayırt ediciliğini arttırabilir. Rapor bölümünde kullanıcıya verilen tüm bilgileri metin formatında GeoTransform

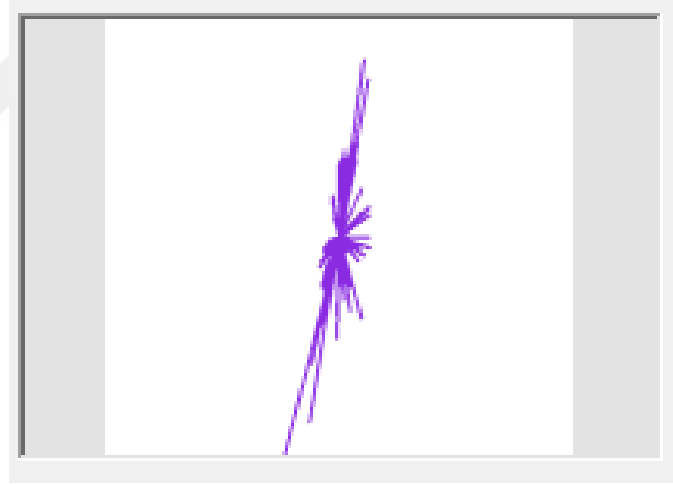
dışını aktırılabilirdi gibi görsel vektör sonuçlarını da görüntü formatları halinde dışarı aktarmak mümkün olabilecek şekilde geliştirilmiştir.



a) Görüntülü, görüntü koordinatlarında hata vektörleri.



b) Görüntüsüz, görüntü koordinatlarında hata vektörleri.



c) vektörlerin tek bir merkezden olan dağılımı.

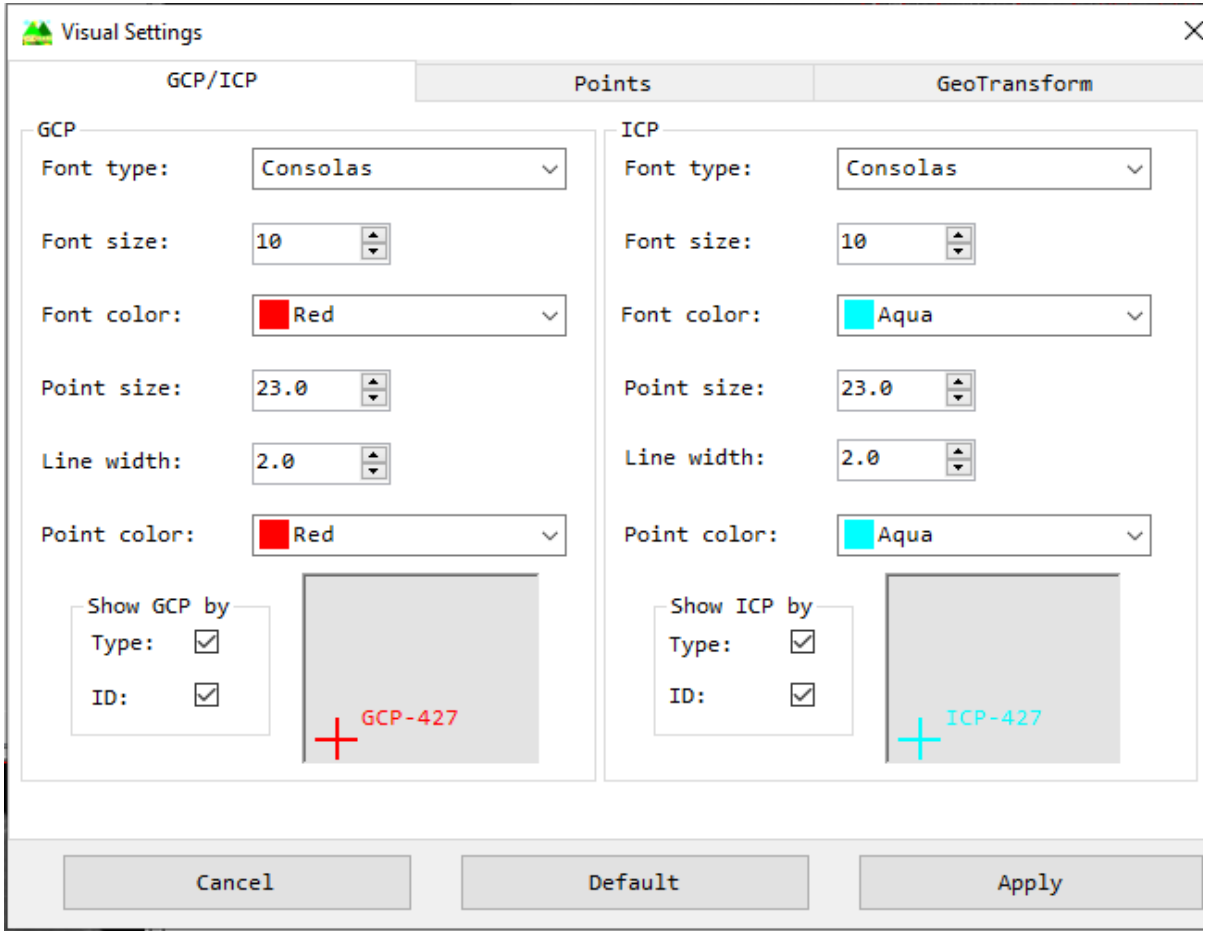
Şekil 3.31 Noktalarda hata vektörlerinin GeoTransform’da gösterimi.

3.3.6 Görsel Ayarlama Penceresi

GeoEtrimde kullanıcı tercihinde bazı bölümlerde yazı tipleri, renkleri veya boyutları değişebildiği gibi nokta veya vektörlerde görsel değişiklikler yapabilmek mümkündür. Bu görsel değişiklik ayarları içi **Şekil 3.32**’de görüldüğü gibi görsel ayarlama penceresi geliştirilmiştir. Bu pencerede yapılan değişiklikler program tarafından saklanmakta, kullanıcının GeoEtrim’i kapatması veya bilgisayar kapatması durumunda da muhafaza edilmektedir.

Kullanıcı tekrar GeoEtrim'e girmesi durumunda en son yaptığı görsel ayarlama ile programı kullanmaya devam edilebilmektedir. Bunun için GeoEtrim, görsel ayarlama penceresinde var olan tüm bilgiyi metin formatında (.txt) yazılımın yüklü olduğu klasöre (path) kayıt etmektedir. Program çalıştığında bu görsel ayarlama ile ilgili tüm veri okunur ve görsel ayarlamalar gerçekleştirilir. GeoEtrim'e varsayılan görsel ayarlarda eklenmiştir. Kullanıcı isteğiyle görsel ayarlama penceresinden bu ayara da gitmek mümkündür. Ayrıca GeoEtrim görsel ayarların yazılı olduğu metin verilere ulaşamadığında veya dosya bozuk olduğunda da program bu varsayılan görsel ayarlara göre düzenlenecektir. GeoEtrimde yapılabilecek görsel ayarlar şu şekilde sıralanabilmektedir.

- GeoEtrim'in ana penceresin de görüntü panelin de toplanan noktaların yazı tipleri, yazı boyları ve yazı renkleri ile noktaların yerlerini belirlemek için çizilen çizgilerin kalınlığı, genişliği ve rengi
- GeoTransform ve YKN/BDN pencerelerinde bulunan nokta tablolarının başlık satır ve veri satırı ayrı olmak üzere yazıların tipi, rengi ve boyutu ile bu satırların arka plan rengi
- YKN/BDN penceresinde bulunan mini görüntü panelinin arka plan rengi ve noktaların rengi ve genişliği
- GeoTransform penceresinde bulunan mini görüntü panelinin arka plan rengi ve noktaların rengi ve genişliği ile vektörlerin rengini bu pencereden değiştirilebilmektedir.



Şekil 3.32 Geliştirilen görsel ayarlama penceresi görünümü.

BÖLÜM 4

UYGULAMA

GeoTransform ile gerçekleştirilen örnek bir uygulama yapılmıştır. Uygulama bölgesi olarak Zonguldak ili merkezini kapsaya 27.05.2014 tarihli ve 2.5 m yer örnekleme aralığı değerine sahip GÖKTÜRK-2 pankromatik uydu görüntüsü kullanılmıştır. Uygun dağılmış 62 YKN, görüntüleri yardımıyla toplanmıştır. GeoTransform'un C# sürümünün sonuçları, (Cam 2018) tarafından geliştirilen MATLAB sürümünün sonuçları ile karşılaştırılarak elde edilmiştir. Uygulama sonuçları **Çizelge 4.1**'de sunulmuştur. **Çizelge 4.1**'de ki hesaplar normalleştirme yapılarak elde edilmiştir. Burada döngüsel işlemler için döngü üst sınırı "5" ve eşik değeri de "0.1" piksel olarak belirlenmiştir. Döngüsel işlemlerde, karesel ortalama hata sonuçlarına karşılık gelen döngü üst sınırı ve eşik değeri sonuçları **Çizelge 4.2**'de sunulmuştur.

Çizelge 4.1 Çalışma alanında 2B normalleştirme yapılarak konum doğruluğu uygulama sonuçları.

Yöntemler	m_r	m_c	m_o
Benzerlik	± 150.91	± 176.53	± 164.22
Afın (1° polinom)	± 1.83	± 5.58	± 4.16
1° polinom (Afin)	± 1.83	± 5.58	± 4.16
2° polinom	± 0.91	± 4.67	± 3.36
3° polinom	± 0.89	± 4.70	± 3.38
4° polinom	± 0.77	± 4.46	± 3.20
5° polinom	± 0.71	± 4.17	± 2.99
Afın izdüşüm	± 1.81	± 4.78	± 3.61
Genel afin izdüşüm			
OrbView-3 için geliştirilen model	± 0.97	± 3.51	± 2.57
IKONOS&QuickBird için geliştirilen model	± 1.72	± 4.78	± 3.59

Projektif	± 2.26	± 5.11	± 3.95
DLT	± 2.35	± 3.96	± 3.27
1° RFM	± 1.34	± 3.10	± 2.39
2° RFM	± 0.63	± 1.11	± 0.90
3° RFM	± 0.41	± 0.29	± 0.35

Çizelge 4.2 Çalışma alanında yapılan döngüsel işlemlerde, karesel ortalama hata sonuçlarına karşılık gelen döngü üst sınırı ve eşik değer sonuçları.

Yöntem	Döngü sayısı	Koh farkı (Δm)
DLT	2	0.00045
1° RFM	2	0.00006
2° RFM	2	-0.02132
3° RFM	3	-0.00882

Çizelge 4.1'de görüldüğü gibi Göktürk-2 pankromatik uydu görüntüsünde normalleştirme yapılan ölçülerle elde edilen sonuçlar incelendiğinde satır, sütun ve genel karesel ortalama hata sonuçları en az olan dönüşüm modelinin 2 derecelik RFM koordinat dönüşümü olduğu görülmektedir. En kötü sonuçlarda bu dönüşümlere göre benzerlik koordinat dönüşümü olmaktadır. Yine RFM dönüşüme en yakın sonuç veren dönüşüm modeli afin izdüşüm koordinat dönüşümünün “OrbView-3” görüntüleri için geliştirilen modelidir. Yine aynı ölçülerle **Çizelge 4.2**'de elde edilen döngü sayısı ve eşik değer tablosu incelendiğinde, döngüsel dönüş modellerinin hiç biri belirlenen (5) döngü üst sınırına gelmeksizin, eşik değer altına ulaştığı görülmektedir. Döngüsel modellerden 3 derecelik RFM modeli 3 döngüde eşik değer altına ulaşırken diğer modeller 2 döngüde eşik değer altına düşmektedirler.

Zonguldak iline ait GÖKTÜRK-2 pankromatik uydu görüntüsü kullanılarak uyşumsuz ölçü testi de yapılmıştır. Uyşumsuzluk ölçü testi GeoTransform'da normal ve t-student dağılımında yapıla bilmektedir. **Çizelge 4.3**'de t-student dağılımında uyşumsuz ölçü testi sonuçları sunulmaktadır. Ayrıca yine bu görüntüde dönüşüm modellerine ait parametre anlamlılık testi, GeoTransform sonuçları **Çizelge 4.4**'de sunulmuştur.

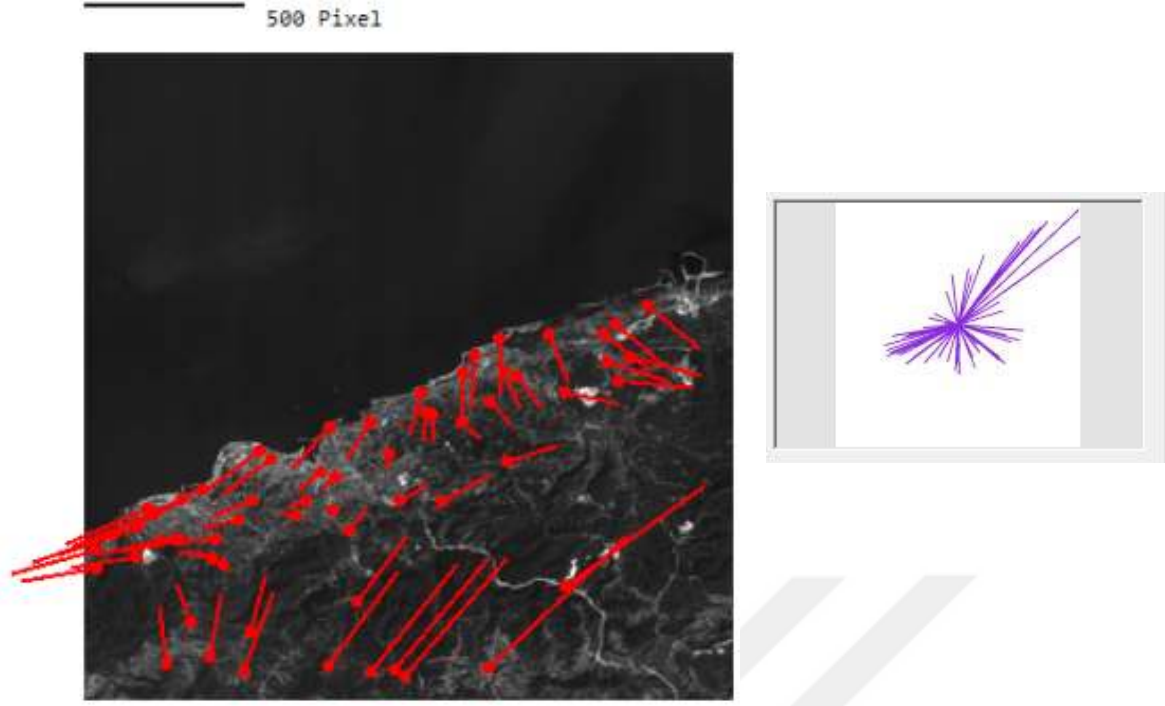
Çizelge 4.3 Uygulamaya ait t-student dağılımında uyşumsuz ölçü testi sonuçları.

Yöntem	Nokta numarası	Uyşumsuzluk
Benzerlik	Yok	Yok
Afin (1° polinom)	299	Sadece sütunda
1° polinom (Afin)	299	Sadece sütunda
2° polinom	261	Sadece sütunda
	299	Sadece sütunda
3° polinom	261	Sadece sütunda
	299	Sadece sütunda
4° polinom	261	Sadece sütunda
	299	Sadece sütunda
5° polinom	100	Sadece sütunda
	160	Sadece sütunda
	167	Sadece sütunda
	261	Sadece sütunda
	299	Sadece sütunda
Afin izdüşüm	249	Sadece sütunda
Genel afin izdüşüm		
OrbView-3 için geliştirilen model	261	Sadece sütunda
	299	Sadece sütunda
IKONOS&QuickBird için geliştirilen model	249	Sadece sütunda
Projektif	119	Sadece sütunda
	299	Sadece sütunda
	305	Sadece sütunda
DLT	26	Sadece sütunda
	249	Sadece sütunda
	299	Sadece sütunda
1° RFM	26	Sadece sütunda
	249	Sadece sütunda
	261	Sadece sütunda
	299	Sadece sütunda
2° RFM	261	Sadece sütunda
	299	Sadece sütunda
3° RFM	168	Sadece sütunda
	258	Sadece sütunda

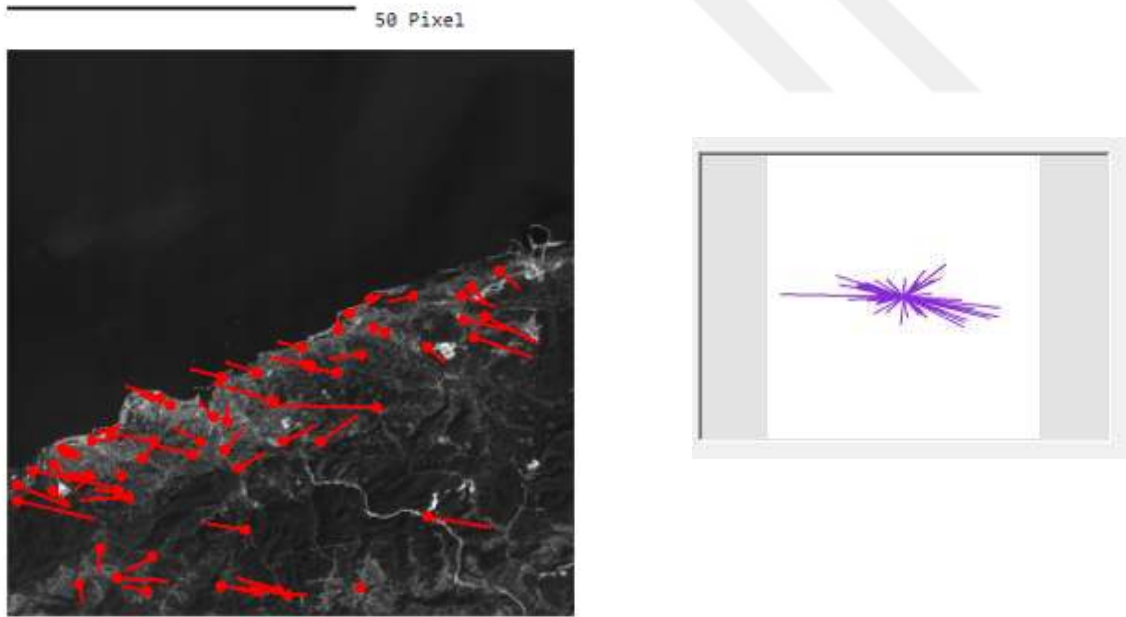
Çizelge 4.4 Çalışma alanında yapılan uygulamaya ait dönüşüm modellerinin parametre anlamlılık testi, GeoTransform sonuçları.

Yöntem	Anlamsız parametreler (Katsayılar)
Benzerlik	Yok
Afin (1° polinom)	Yok
1° polinom (Afin)	Yok
2° polinom	4, 5, 6, 10 ve 12
3° polinom	4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 14, 16, 17, 18, 19 ve 20
4° polinom	4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 29 ve 30
5° polinom	4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 19, 20, 21, 25, 26, 27, 29, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42
Afin izdüşüm Genel afin izdüşüm	4
OrbView-3 için geliştirilen model	4, 5, 6 ve 13
IKONOS&QuickBird için geliştirilen model	4, 5, 6, 11 ve 12
Projektif	7 ve 8
DLT	4, 5, 6 ve 7
1° RFM	4, 5 ve 7
2° RFM	9, 10, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 23, 25, 26,
3° RFM	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77 ve 78

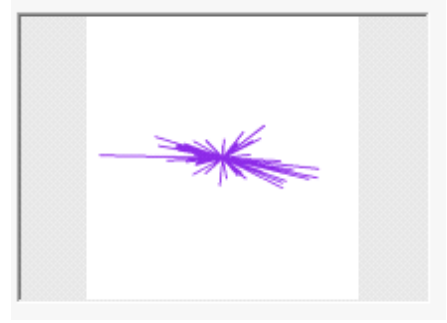
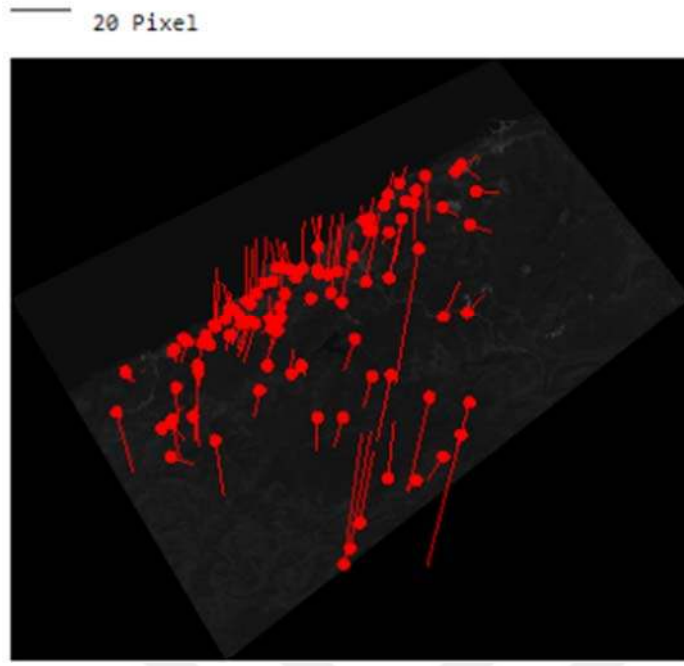
GeoTransform’da noktalara ait düzeltme vektörel sonuçlarını almakta mümkün olduğu daha önceki bölümlerde bahsedilmekteydi. Uygulama olarak Zonguldak ili merkezini kapsaya GÖKTÜRK-2 pankromatik uydu görüntüsü ile vektörel sonuçlarda alınmıştır. 62 YKN noktasına ait normelleştirme yapılarak elde edilen vektörel sonuçlar **Şekil 4.1-15**’de sunulmuştur.



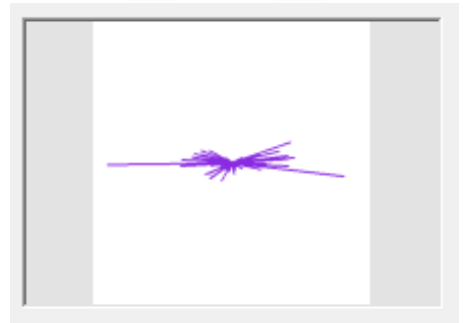
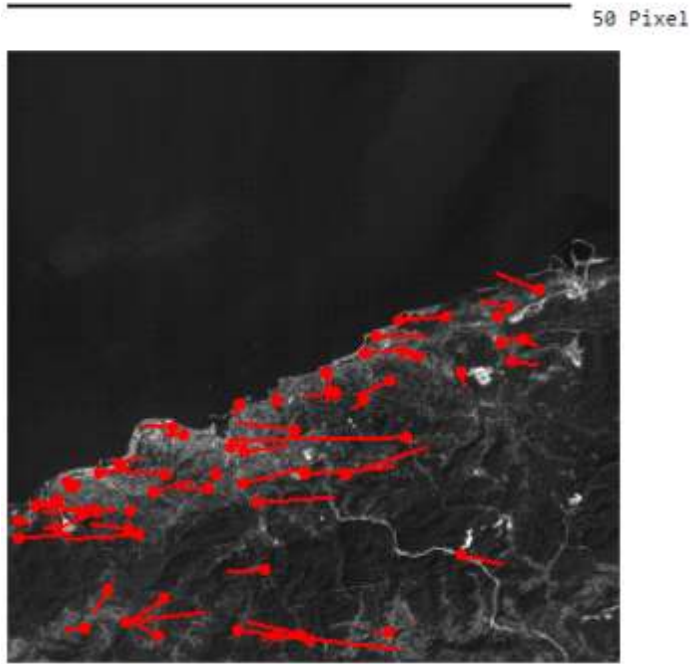
Şekil 4.1 Benzerlik dönüşümü ile elde edilen hata vektörleri.



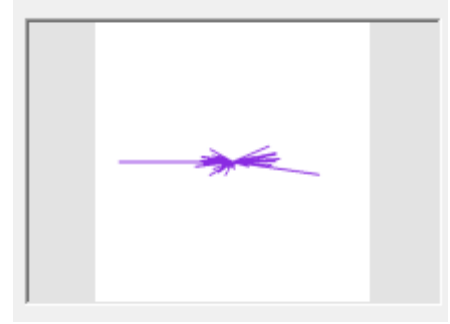
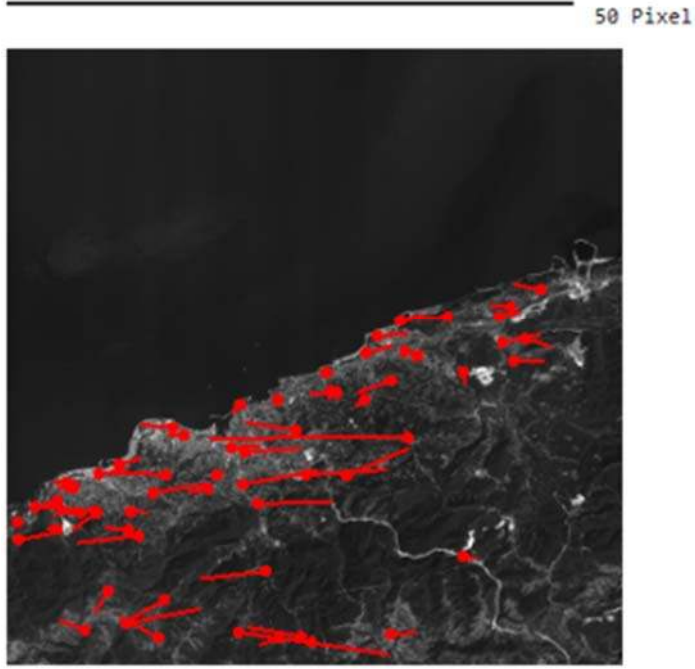
Şekil 4.2 Afın (1° polinom) dönüşümü ile elde edilen hata vektörleri.



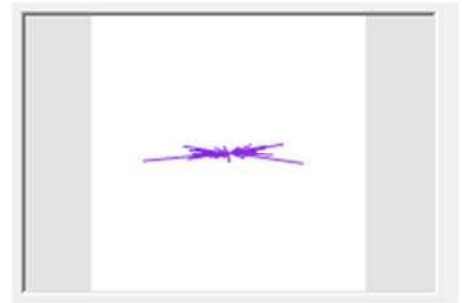
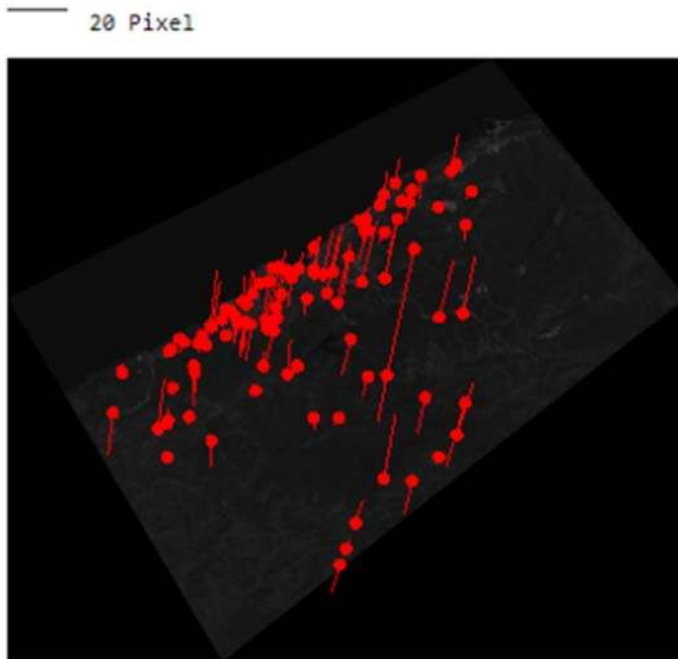
Şekil 4.3 1° polinom (Afin) dönüşümü ile elde edilen hata vektörleri.



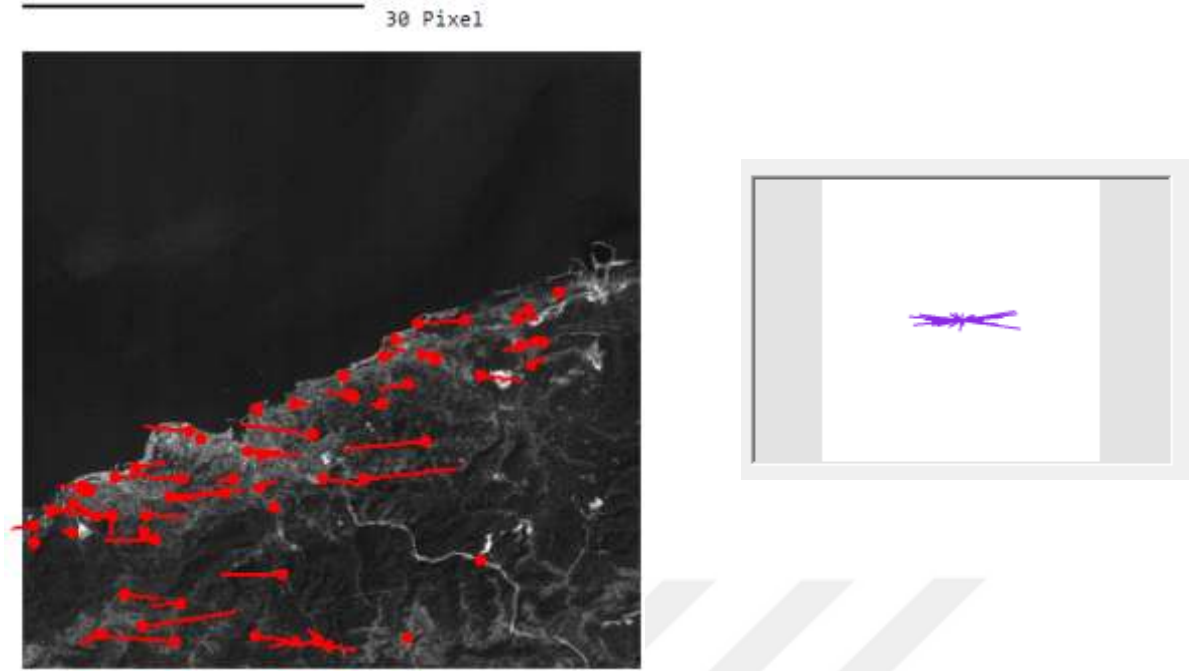
Şekil 4.4 2° polinom Dönüşümü ile elde edilen hata vektörleri.



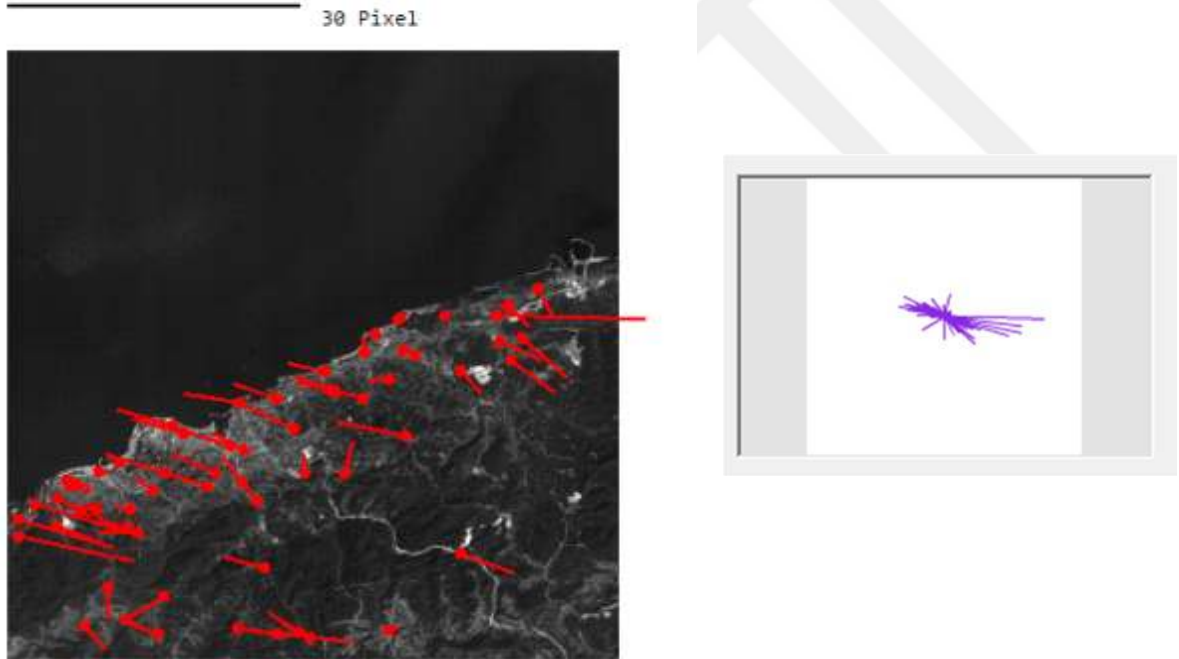
Şekil 4.5 3° polinom dönüşümü ile elde edilen hata vektörleri.



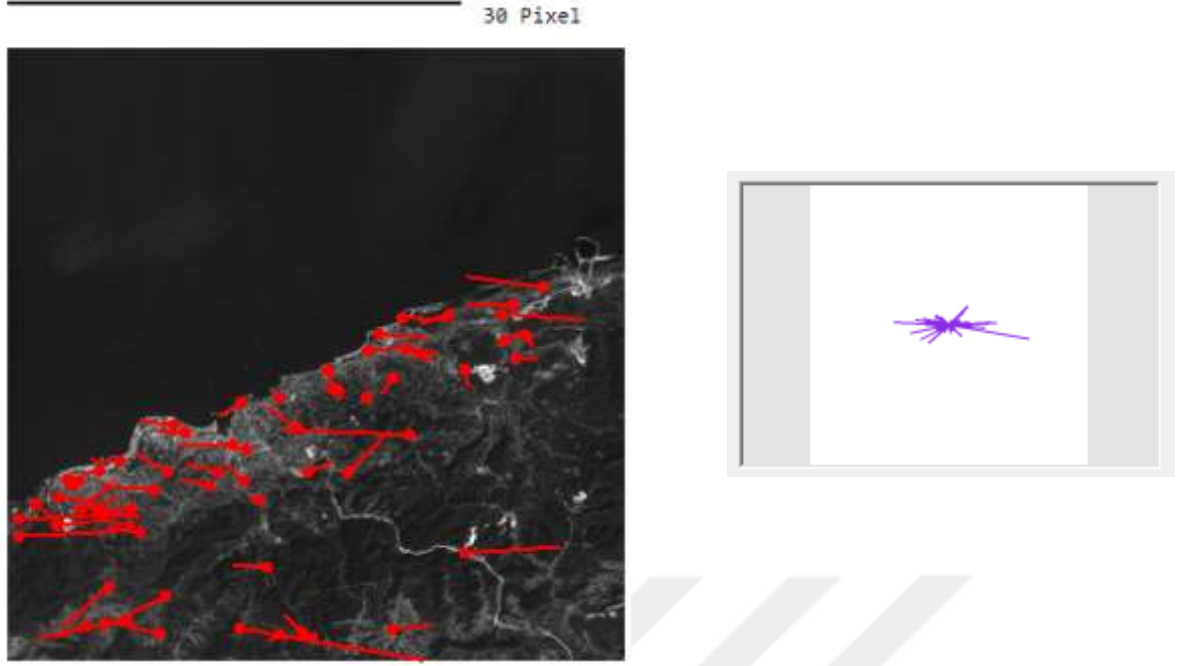
Şekil 4.6 4° polinom dönüşümü ile elde edilen hata vektörleri.



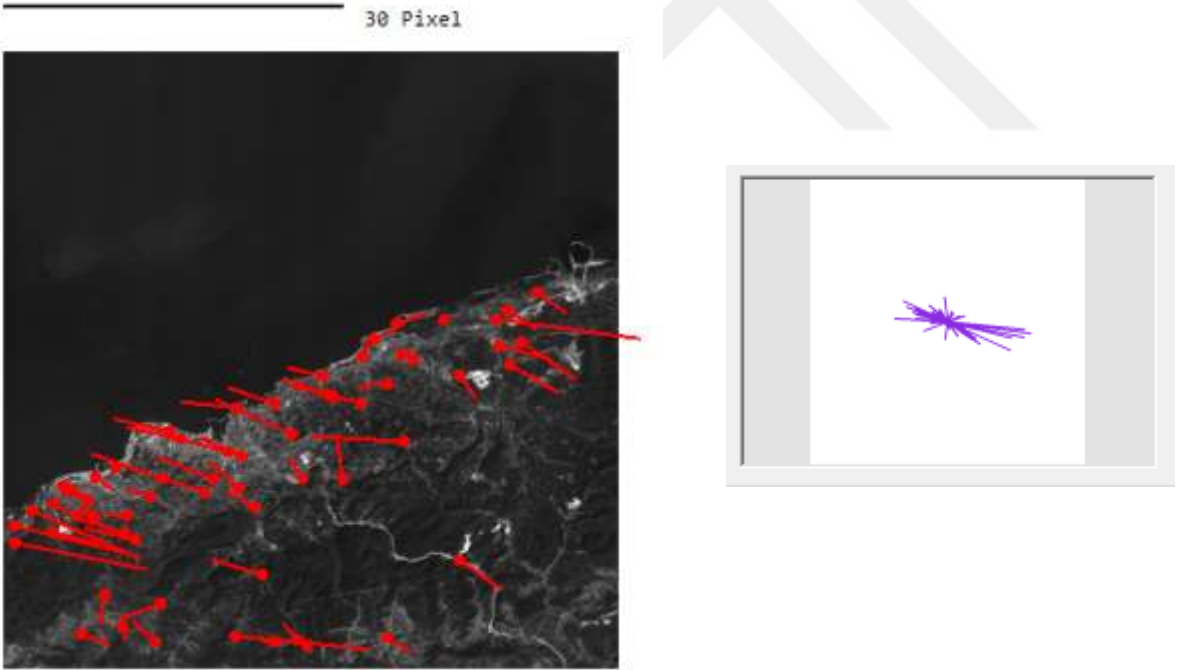
Şekil 4.7 5° polinom dönüşümü ile elde edilen hata vektörleri.



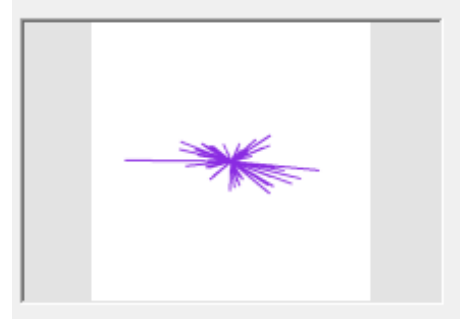
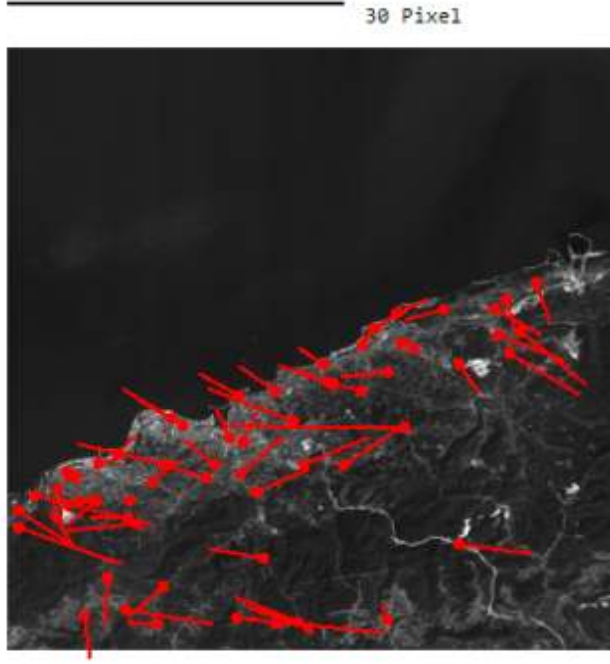
Şekil 4.8 (Afin izdüşüm) Genel afin izdüşüm dönüşümü ile elde edilen hata vektörleri.



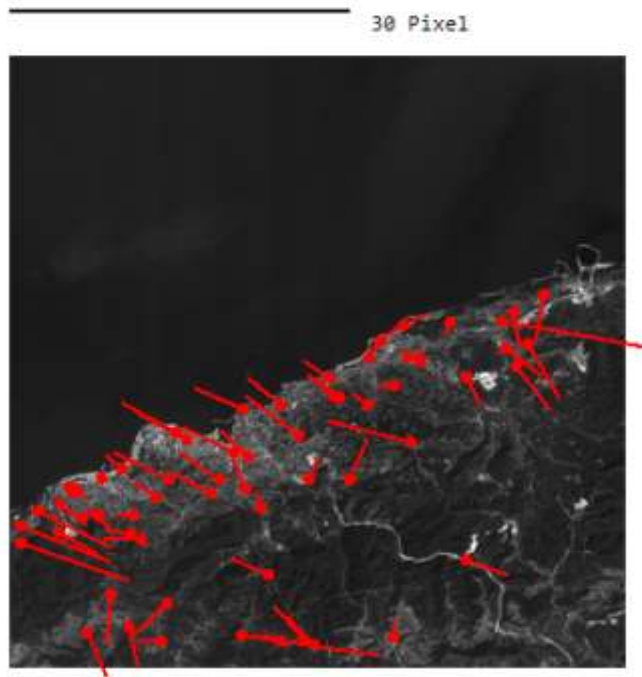
Şekil 4.9 (Afin izdüşüm) OrbView-3 için geliştirilen model dönüşümü ile elde edilen hata vektörleri.



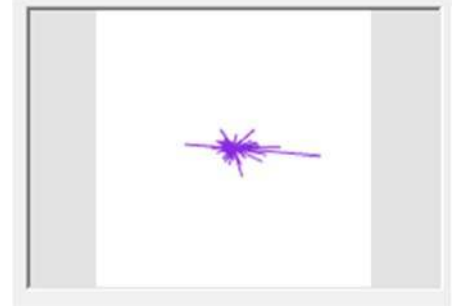
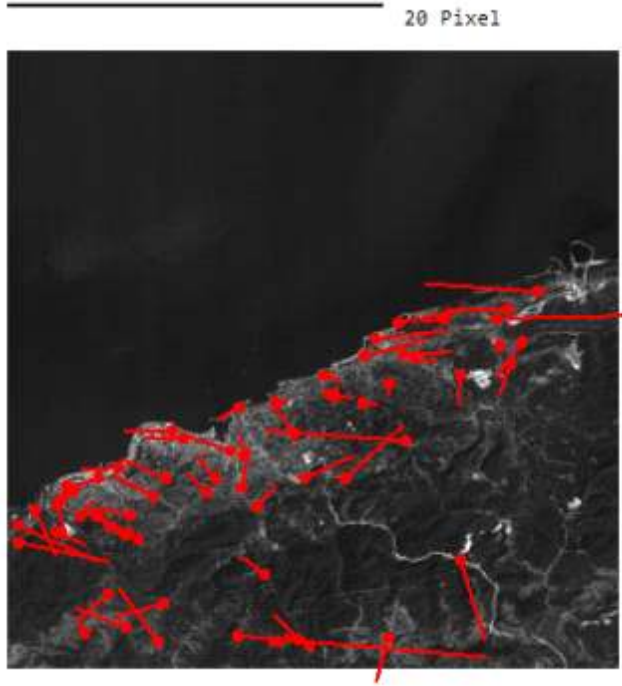
Şekil 4.10 (Afin izdüşüm) IKONOS&QuickBird için geliştirilen model dönüşümü ile elde edilen hata vektörleri.



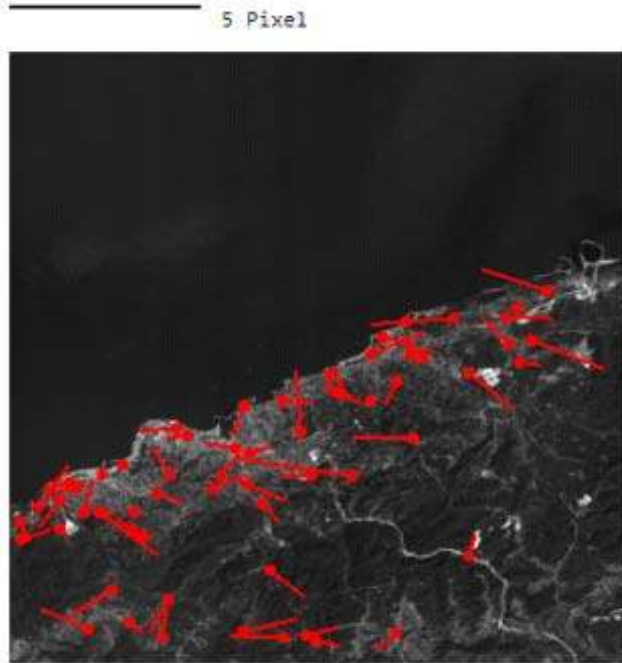
Şekil 4.11 Projektif dönüşümü ile elde edilen hata vektörleri



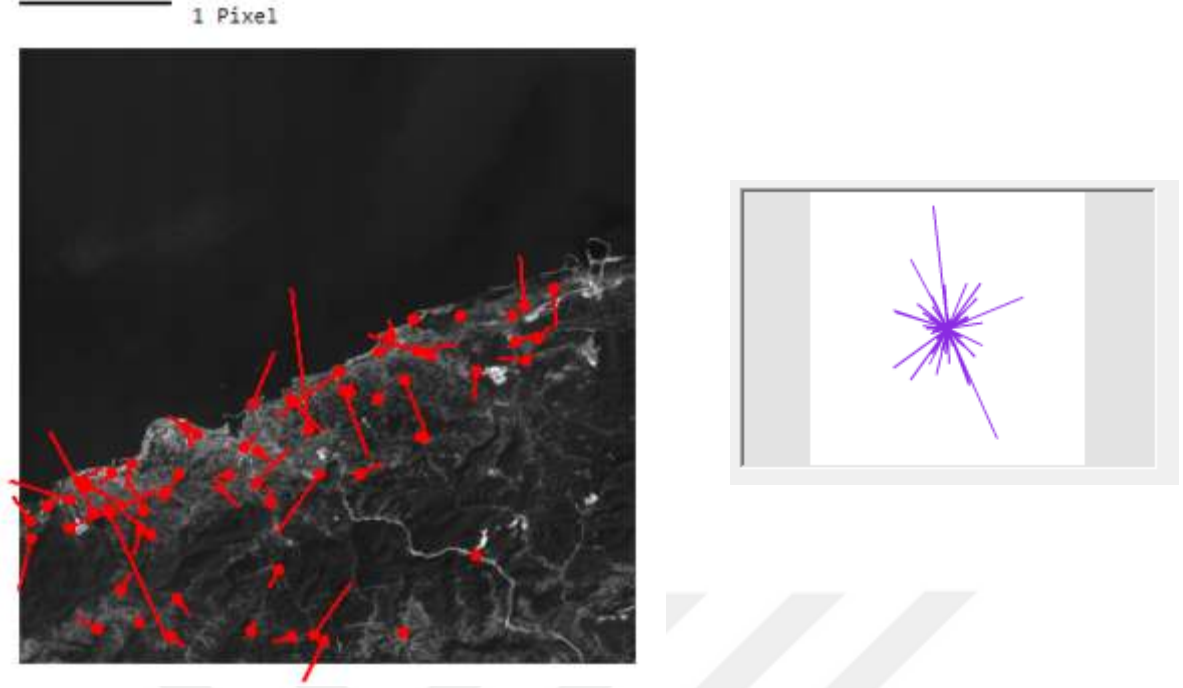
Şekil 4.12 DLT dönüşümü ile elde edilen hata vektörleri.



Şekil 4.13 1° RFM dönüşümü ile elde edilen hata vektörleri.



Şekil 4.14 2° RFM dönüşümü ile elde edilen hata vektörleri.



Şekil 4.15 3° RFM dönüşümü ile elde edilen hata vektörleri.

BÖLÜM 5

SONUÇLAR

Konumsal bilişim sektörü gün geçtikçe gelişen bir sektördür. Bu sektörün altyapısını oluşturan bilimsel çalışmalarda pek çok akademik yazılım kullanılmaktadır. Bu sayede verinin üretiminden son ürünün elde edilmesine kadarki tüm süreçlere hâkim olunabilmektedir. Bilimsel araştırmalarda ticari ve kapalı kutu yazılımların kullanılmasının ise kullanılan yöntemlerin ve süreçlerin etkilerine tam olarak hâkim olunamaması gibi nedenlerden bazı sakıncaları mevcuttur. Buna çare olarak, gün geçtikçe daha çok araştırmacı MATLAB gibi kolay programlama olanağı sunan yazılım altyapılarını kullanarak, mevcut ticari yazılımlara kendi kodlarını ekleyerek (örneğin IDL gibi) kendi kod dosyalarını oluşturmakta veya C, C++, C#, Python ya da Java gibi yazılım dilleri ile kendi tümleşik yazılımlarını oluşturmaktadırlar. Bu yazılımların bazılarının kodlarına erişerek geliştirmek mümkün iken bazılarını ise sadece araştırma/egitim lisansı ile kullanmak mümkündür. 2003 yılından beri geliştirilen GeoEtrim günümüze dek MATLAB ortamında derlenen bir yazılım iken C# ortamında yeniden derlenerek tümleşik bir yapı kazandırılmaya çalışılmıştır. Böylece hem diğer araştırmacıların kolaylıkla kullanabileceği bir özellik kazanmış, hem de alt yazılımların farklı kişilerce bir ekip olarak geliştirilmesinin temeli atılmıştır.

GeoEtrim, Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Geomatik Mühendisliği Bölümü GEO468 Uzaktan Algılamada Konumsal Uygulamalar dersi kapsamındaki ödev uygulamalarında kullanılmaya başlanmış ve böylece ilk kullanıcı grubu oluşturulmuştur; böylece kullanıcı grubu ile alınan geribildirimlerle geliştirilmektedir. Ayrıca GeoEtrim yazılımının açıklarını bulmak kullanıcı yorumları almak içinde ilk kullanıcı grubundan faydalanılmıştır.

Kullanıcı sayısını artırmaya ve kullanıcılardan görüş almaya sürekli devam edilmektedir. Bu kapsamda 18-21 Eylül 2018 de Eskişehir’de düzenlenen UZAL-CBS Sempozyumunda hem tezin bildirisi sunulmuş hem de GeoEtrim yazılımının ilk akademik tanıtımı yapılmıştır. Akademik anlamda veya kişisel kullanıcı görüşleri sürekli alınmaya devam edilmektedir. Bu

takibi sağlamak adına “www.geoetrim.org” web adresi ve “geoetrim@gmail.com” mail adresi açılmıştır. GeoEtrim’in kullanıcı kullanma kılavuzu Ek Açıklamalar A’da sunulmuştur.

5.1 HEDEFLER VE ÖNERİLER

Yazılım alanı geliştirilmeye sürekli devam edilmesi gereken bir disiplindir. Yeni yöntemler ve teknikler GeoEtrim veya GeoTransfor’a güncellemeler halinde eklenmeli ve yaşayan bir sistem olmalıdır. Bu bağlamda GeoEtrim’e öncelikli hedeflerini ve geliştirilmesi gereken yerler için önerileri şu şekilde listeleyebiliriz:

1. GeoEtrim geliştirilme esnasında görüntü verisinin tamamını anlık veri saklama birimi olan “RAM (Random Access Memory)” üzerinde tutacak şekilde programlanmıştır. Bu durum da GeoEtrim’de büyük boyutlu görüntülerin okunması, büyük boyutlu görüntülerin işlenmesi ve büyük boyutlu görüntülerin üzerinde noktaların toplanması işlemlerinin yapılamaması gibi yazılım hatasına yol açmıştır. GeoEtrim’in görüntüyü okuma yükü RAM’den alınarak, sabit diske verilecek şekilde yeniden optimize edilmelidir. Böylece GeoEtrim’in büyük görüntülerde yaşadığı bu RAM taşma sorunu giderilebilir. Bu sorun en kısa zamanda aşılacaktır. Ancak şimdilik bu sorunu GeoTransform alt yazılımında görüntü verisi kullanılmadan sadece nokta verisi kullanılarak aşılabilmektedir.
2. GeoEtrim’in kod yapısı ve kullanıcı arayüz dili İngilizcedir. İngilizce seçilmesinin nedenleri tezde ayrıca sunulmaktadır. Ancak GeoEtrim’in kullanıcı çeşitliliği açısından özellikle kullanıcı arayüz diline farklı dil yamaları kazandırılacaktır.
3. GeoEtrim’e sayısal yükseklik modeli kullanılarak 3B konum doğrulu işlemlerinin yapılabilmesini sağlayacak şekilde geliştirilecektir.
4. GeoEtrim’in MATLAB sürümünde var olan GeoSpot, Geo301 ve GeoIP alt yazılımlarına da arayüz kazandırılıp tümleşik bir şekilde GeoEtrim’e bağlanacaktır.

KAYNAKLAR

- Abdel-Aziz Y.I. and Karara M** (1971). Direct Linear Transformation from Comparator Co-ordinates into Objectspace Co-ordinates in Close-range Photogrammetry, *American Society of Photogrammetry Symposium on Close-Range Photogrammetry*, Urbana, ABD, 420-475.
- Açııcı E, Kurt O, Açıık, M and Akyüz Ö** (2003). GPS Ölçüleri ile Geçerli Konum Bilgilerinin Elde Edilmesi, *TMMOB- HKMO I. Ulusal Mühendislik Ölçmeleri Sempozyumu*, İstanbul, Türkiye, 30-31.
- Akbaba B** (2005). *İnkılap Tarihi Öğretiminde Fotoğraf Kullanımı*, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 14s.
- Aydın İ** (2012). Bilişim Sektörü ve Türkiye'nin Sektördeki Potansiyeli, *International Journal of New Trends in Arts, Sports & Science Education (IJTASE)*, 1, İzmir, Türkiye, 180-200.
- Ayoub F, Leprince S and Keene L** (2009). User's Guide To Cosis-Corr Co-Registration Of Optically Sensed Images And Correlation, *California Institute of Technology: Pasadena, CA, USA*, 38,49s.
- Aytekin A and Yalçınkaya B** (2005). Dijital Görüntü İşleme Sistemi Kullanarak Bartın Orman Fakültesi Binasının ve Yerleşke Girişinin Düzenlenmesi, *Journal of Bartın Faculty of Forestry*, Bartın, Türkiye, 37-48.
- Baarda W** (1968). Testing Procedure for Use in Geodetic Networks (Netherlands Geodetic Commission, Publications on Geodesy, New Series) vol 2 (Delft: Rijkscommissie voor Geodesie), 95pp.
- Bacon F** (1597). *Meditationes Sacrae*, Londra, İngiltere, 115pp.
- Baybalı S** (2018). 2023'te Araçlar Minibilgisayar Haline Dönüşmüş Olacak, *OSEG Uluslar Arası Otomotiv Geleceği*, Konya, Türkiye, 48-50.
- Bektaş S** (2005). *Dengeleme Hesabı*, Samsun, Türkiye, 207s.
- Belward A S and Skoien J O** (2015). Who Launched What, When And Why; Trends In Global Land-Cover Observation Capacity From Civilian Earth Observation Satellites, *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 103: 115-128.
- Bertsekas D P** (2005). *Dynamic programming and optimal control*, 1, Athena scientific Belmont, MA, Atina, Yunanistan, 555pp.

KAYNAKLAR (devam ediyor)

- Bilgi S** (2006). 8000 Yıllık Geçmişi ile Harita ve Haritacılık. *Popüler Bilim Dergisi*, 144: 38-42.
- Bodur Y D D F** (2006). Fotoğraf be Renk: Fotoğraftaki Renklerin İletilerin Algılanmasındaki Roller. *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 15: 77-86.
- Bray T, Paoli J, Sperberg-McQueen C M, Maler E and Yergeau F** (2008). Extensible Markup Language (XML) 1.0, *W3C Recommendation*, 34pp.
- Büyüksalih G, Akcin H and Jacobsen K** (2006). Geometry of OrbView-3 Images, *Workshop*, Ankara, Türkiye, 4s.
- Büyüksalih G, Oruç M and Koçak G** (2003). Geometric Accuracy Testing of Ikonos Geo-Product Mono Imagery Using Different Sensor Orientation Models, *Turkish Journal of Engineering and Environmental Sciences*, 27:, 347-360.
- Cam A** (2018). Algılayıcı Bağımsız Modelleri Dönüşüm Modelleri Kullanarak OrtaGörüntü Üretimi ve Konum Doğruluğunun Belirlenmesi, *Yüksek Lisans tezi*, Bülent Ecevit Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Geometik Mühendisliği, Zonguldak, Türkiye, 57s.
- Chen J, Dowman I, Li S, Li Z, Madden M, Mills J, Paparoditis N, Rottensteiner F, Sester, M and Toth C** (2016a). Information From Imagery: ISPRS Scientific Vision And Research Agenda, *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 115: 3-21.
- Chen J, Dowman I, Li S, Li Z, Madden M, Mills J, Paparoditis N, Rottensteiner F, Sester M, Toth C, Trinder J and Heipke C** (2016b). Information From Imagery: Isprs Scientific Vision And Research Agenda, *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 115: 3-21.
- Cignoni P, Callieri M, Corsini M, Dellepiane M, Ganovelli F and Ranzuglia G** (2008). Meshlab: An Open-Source Mesh Processing Tool, *Eurographics Italian Chapter Conference*, 2-8 Haziran 2008, Pisa, İtalya, 129-136.
- Cracknell A P and Varotsos C A** (2007). Editorial and Cover: Fifty Years After The First Artificial Satellite: From Sputnik 1 to Envisat, *Remote Sensing*, 3p.
- Danahy E E, Agaian S S and Panetta K A** (2007). Algorithms for the Resizing of Binary and Grayscale Images Using a Logical Transform, *Image Processing: Algorithms and Systems V*, 27 Şubat 2007, San Jose, ABD, 10p.
- Demirel H** (2003). *Dengeleme Hesabı*, Yıldız Teknik Üniversitesi Basım, İstanbul, Türkiye, 210s.
- Dowman I** (2010). Interview with Prof. Ian DOWMAN: Need to Reach Out to Other Sciences, *GIM International*, 24(7): 254-266
- Dowman I and Dolloff J T** (2000). An Evaluation of Rational Functions For Photogrammetric Restitution, *International archives of photogrammetry and remote sensing*, 33: 254-266.

KAYNAKLAR (devam ediyor)

- Ege B** (2012). Efsane Programlama Dili: C, *TÜBİTAK Bilim ve Teknik*, 45. 62-64.
- Erişti E** (2010). Görüntü İşlemede Yeni Bir Soluk, OPENCV, *Akademik Bilişim*, İstanbul, Türkiye, 7s.
- Eryiğit P** (2010). Üç Boyutlu Dinamik Geometri Yazılımı Kullanımının 12. Sınıf Öğrencilerinin Akademik Başarıları Ve Geometri Dersine Yönelik Tutumlarına Etkileri, *Yüksek Lisans tezi*, Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ortaöğretim Fen Ve Matematik Alanlar Eğitimi Anabilim Dalı, İzmir, Türkiye, 114s.
- Estes J** (2005). Some Important Dates in the Chronological History of Aerial Photography and Remote Sensing Lecture Notes, (revised 2005 by Jeff Hemphill), *University of California, ABD*, 55pp.
- Freedman R** (1994). *Kids At Work: Lewis Hine And The Crusade Against Child Labor*, 0395797268, Houghton Mifflin Harcourt, New York, ABD, 102pp.
- Fuhrmann S, Langguth F and Goesele M** (2014). MVE-A Multi-View Reconstruction Environment, *EUROGRAPHICS Workshops on Graphics and Cultural Heritage*, 6-8 Ocak 2014, Darmstadt, Almanya, 8pp.
- Girardeau-Montaut D** (2017). *CloudCompare version 2.6. 1 user manual*, e-book, 180pp.
- Gonzalez-Aguilera D, López-Fernández L, Rodriguez-Gonzalez P, Hernandez-Lopez, D, Guerrero D, Remondino F, Menna F, Nocerino E, Toschi I and Ballabeni A** (2018). Graphos–Open-Source Software For Photogrammetric Applications, *The Photogrammetric Record*, 33: 11-29.
- Gülen S and Demirkuş N** (2014). “Güneş Sistemi ve Ötesi: Uzay Bilmecesİ” Ünitesinde, Görsel Materyalin Öğrenci Başarisina Etkisi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 11 (1): 19s.
- Güler A S** (2009). Fotoğrafın Kısa Tarihi Temel Fotoğrafçılık Bilgileri Ve Tanıtım Fotoğrafçılığı, *Yüksek Lisans tezi*, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Grafik Tasarım Ana Sanat Dalı, İstanbul, 112pp.
- Hasırpı H and Recep Ö** (2001). *Pratik Göz Anatomisi*, Işık Göz Kliniği Yayınları, Ankara, Türkiye, 85-86.
- Hekimoğlu Ş** (2006). Kaba Hataların Belirlenmesindeki Sorunlar, İstanbul, Türkiye, 14s.
- Hu Y and Tao C V** (2002). Updating Solutions Of The Rational Function Model Using Additional Control Information, *Photogrammetric engineering and remote sensing*, 68: 715-724.
- Hüseyin TOPAN, A C, Mustafa ORUÇ, Mustafa TEKE** (2016a). Göktürk-2 Görüntülerinin Geometrik ve Radyometrik Açından Değerlendirilmesi, *Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu*, Adana, Türkiye, 804-809.

KAYNAKLAR (devam ediyor)

- Jacobsen K** (2006). Pros and cons of the orientation of very high resolution optical space images, *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 36: 7p.
- Jacobsen K** (2008). Bundle block adjustment Leibniz University Hannover- BLUH, *Institute of Photogrammetry and GeoInformation Leibniz University Hannover* Hannover, Almanya, 8pp.
- Kalisperakis I, Grammatikopoulos L, Petsa E and Karras G** (2006). An open-source educational software for basic photogrammetric tasks, *Proceedings of the FIGISPRS-ICA International Symposium on "Modern Technologies, Education & Professional Practice in Geodesy & Related Fields*, Sofya, Bulgaristan, 581-586.
- Kanburoğlu Ö** (2005). Gözün Işığın Algılaması Ve Yapay Işık Kaynakları İle Yapılan Fotoğraf Çekimlerinde Ortaya Çıkan Sorunların Çözümleri, Kocaeli, Türkiye, 6s.
- Karagöz Ö** (2008). Modern Kartografik Yönelimlerde Raster-Vektör Dönüşüm Algoritmaları Ve Örnek Uygulaması, *Yüksek Lisans tezi*, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeodezi Ve Fotogrametri Anabilim Dalı, Konya, Türkiye, 136s.
- Kasser M and Egels Y** (2002). *Digital Photogrammetry*, 0-203-30595-7, Taylor & Francis e-Library, London, İngiltere, 368pp
- Kernighan B W and Ritchie D M** (2006). *The C Programming Language*, 2, 13-110362-8, Canada, New York, ABD, 263pp.
- Kızmaz V U** (2013). *Asp.net 4.5*, 9786055201128, Kodlab, İstanbul, Türkiye, 1-12.
- Kutoğlu Ş H** (2001). GSP Ağlarının Ülke Nirengi Ağlarına Entegrasyonu, *Doktora tezi*, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeodezi ve Fotogrametri Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye, 124s.
- Leprince S, Barbot S, Ayoub F and Avouac J P** (2007). Automatic and Precise Orthorectification, Coregistration, and Subpixel Correlation of Satellite Images, Application to Ground Deformation Measurements, *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 45: 1529-1558.
- Lillesand T, Kiefer R W and Chipman J** (2014). *Remote sensing and image interpretation*, 111834328X, e-book, 709pp.
- Maktav D. and Sunar F** (1991). *Uzaktan Algılama: Kantitatif Yaklaşım*, Hürriyet Ofset, Denizli, Türkiye, 129s.
- Mota G L, de Aguiar R A, Jorge L, Brito S, Ribeiro J A, Filho O B, Badolato I d S, da Fonseca R J and Borba R L** (2009). EFOTO: um Commons Educacional Destinado à Fotogrametria Digital, *Anais da X WSL (Workshop de Software Livre)*, 2 Şubat 2009, Rio De Janeiro, Brezilya, 123-128.
- Öztürk E**, (1991). *Dengeleme Hesabı*, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon, Türkiye, 260s.

KAYNAKLAR (devam ediyor)

- Reeves R** (1975). *Manual of remote sensing*, 2, 0686231082, American Society of Photogrammetry. Falls Church, Va., Londra, İngiltere, 245pp.
- Reillon V** (2017). Galileo: Overcoming Obstacles History of EU Global Navigation Satellite Systems. *EPRS | European Parliamentary Research Service*, Brüksel, Belçika, 12pp.
- Sabins F F** (2013). *Remote Sensing: Principles and Applications*, 4, 1478610085, Waveland Press, Londra, İngiltere, 589pp.
- Schofiel W and Breach M** (2007). *Engineering Surveying*, 6, 0-7506-6949-7, Elsevier Ltd., Amsterdam, Hollanda, 637pp.
- Sharp J** (2010). *Visual C# 2010 Step by Step*, 2, 9755096773, Microsoft Press, San Francisco, ABD, 752pp.
- Shi S** (2013). *Emgu CV Essentials*, Birmingham, İngiltere, 1783559535, Packt Publishing Ltd, Birmingham, İngiltere, 101pp.
- Sunar F, Özkan C and Osmanoğlu B** (2011). Uzaktan Algılama, *Anadolu Üniversitesi Yayınları*, 210s.
- Taşkın S** (2019). *Fizik Makaleleri*, 8832502097, e-kitap, 556s.
- Terlemezoğlu B** (2019). Optik Uydu Görüntülerinin Yönetilmesinde Oluşan Kötü Şartlı Matrislerin İyileştirilmesi, *Doktora tezi*, Bülent Ecevit Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Geomatik Mühendiliği Anabilim Dalı, Zonguldak, Türkiye, 111s.
- Topan H** (2004). Yörünge Düzeltmeli IRS-1C/1D Pankromatik Mono Görüntüsünün Geometrik Doğruluk ve Bilgi İçeriği Açısından İncelenmesi, *Yüksek Lisans tezi*, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeodazi ve Fotogrametri Anabilimi Dalı, Zonguldak, Türkiye, 93s.
- Topan H** (2011). GeoEtrim: Geospatial Evaluation and Training of Images, *5th International Conference on Recent Advances in Space Technologies (RAST 2011)*, 9-11 June 2011, İstanbul, Turkey, 142-147.
- Topan H and Maktav D** (2014). Efficiency of Orientation Parameters on Georeferencing Accuracy of SPOT-5 HRG Level-1A Stereoimages, *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 52: 3683-3694.
- Türel İ** (2010). Ara Güler's Photography of 'Old Istanbul' and Cosmopolitan Nostalgia, *History of Photography*, 34: 300-313.
- Turgut B and İnal C** (2003). Nokta Konum Duyarlıklarının İki Ve Üç Boyutlu Koordinat Dönüşümüne Etkisi, *Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Jeodezik Ağlar Çalıştayı*, 24-26.
- Uçar D and Doğru A** (2005). CBS Projelerinin Stratejik Planlaması Ve Swot Analizinin Yeri, *TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası*, 10: 8s.

KAYNAKLAR (devam ediyor)

Üçışık S, Ünlü M and Özey R (2002). Coğrafya Eğitim Ve Öğretiminde Fotoğrafların Önemi. *Marmara Coğrafya*, (5), İstanbul, Türkiye, 8s.

URL-1 <<http://www.4dixplorer.com/index.html>>, Ziyaret tarihi: 11.08.2018.

URL-2 <<http://www.alglib.net>>, Ziyaret tarihi: 12.07.2018.

URL-3 <<http://www.yildiz.edu.tr/~bayram/sgi/saygi.htm>>, Ziyaret tarihi: 12.07.2018.

URL-4 <<http://www.crcsi.com.au/impact/barista/>>, Ziyaret tarihi: 11.08.2018.

URL-5 <<http://www.cs.cornell.edu/~snavely/bundler/>>, Ziyaret tarihi: 01.08.2018.

URL-6 <<http://www.efoto.eng.uerj.br/about-e-foto>>, Ziyaret tarihi: 08.02.2019.

URL-7 <www.emgucv.com>., Ziyaret tarihi: 12.07.2018.

URL-8 <<http://step.esa.int/main/toolboxes/snap/>>, Ziyaret tarihi: 11.08.2018.

URL-9 <<http://forsat.eu>>, Ziyaret tarihi: 12.08.2018.

URI-10 <<https://www.di.ens.fr/cmvs/>>, Ziyaret tarihi: 01.08.2018.

URL-11 <<https://www.geoetrim.org>>, Ziyaret tarihi: 01.12.2018.

URL-12 <<https://grass.osgeo.org/>>, Ziyaret tarihi: 01.08.2018.

URL-13 <<https://micmac.engg.eu/index.php/Accueil>>, Ziyaret tarihi: 01.08.2018.

URL-14 <<https://www.gdal.org/>>, Ziyaret tarihi: 11.07.2018.

URL-15 <<http://iapg.jade-hs.de/phox/index.php>>, Ziyaret tarihi: 01.08.2018.

URL-16 <<https://www.qgis.org/tr/site/>>, Ziyaret tarihi: 01.08.2018.

URL-17 <<https://colmap.github.io/>>, Ziyaret tarihi: 01.08.2018.

URL-18 <<http://www.theia-sfm.org/releases.html#id30>>, Ziyaret tarihi: 01.08.2018.

URL-19 <<http://ccwu.me/vsfm/>>, Ziyaret tarihi: 08.19.2019.

Vatansever F (2011). *Algoritma Geliştirme ve Programlamaya Giriş*, 13, 9750216342, Seçkin Yayıncılık, Ankara, Türkiye, 640s.

Vezhnevets V, Sazonov V and Andreeva A (2003). A Survey On Pixel-Based Skin Color Detection Techniques, *Proc. Graphicon*, Moscow, Russia, 85-92.

Wolf P R and Dewitt B A (2000). *Elements Of Photogrammetry: With Applications In GIS*, 3, 0071761128, McGraw-Hill New York, ABD, 696pp.

KAYNAKLAR (devam ediyor)

- Yamakawa T** (2004). Linear Orientation Models for High-Resolution Satellite Line Scanner Imagery, *PhD Thesis*, The University of Melbourne, Department of Geomatics, Melbourne, Avusturalya, 191 pp.
- Yaşayan A** (1978). Hava Fotogrametrisinde İki Boyutlu Doğrusal Dönüşümler ve Uygulamaları,, *Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon, Türkiye*, 9s.
- Yetkin M, İnal C and Yiğit C Ö** (2009). Ölçülerin Korelasyonlu Olması Durumunda Robust Kestirim. *Jeodezi, Jeoinformasyon ve Arazi Yönetimi Dergisi*, (100): 6s.
- Zoej M J V** (1997). Photogrammetric Evaluation of Space Linear Array Imagery For Medium Scale Topographic Mapping, *PhD Thesis*, Glasgow University, Faculty of Science, Glasgow, İskoçya, 303s

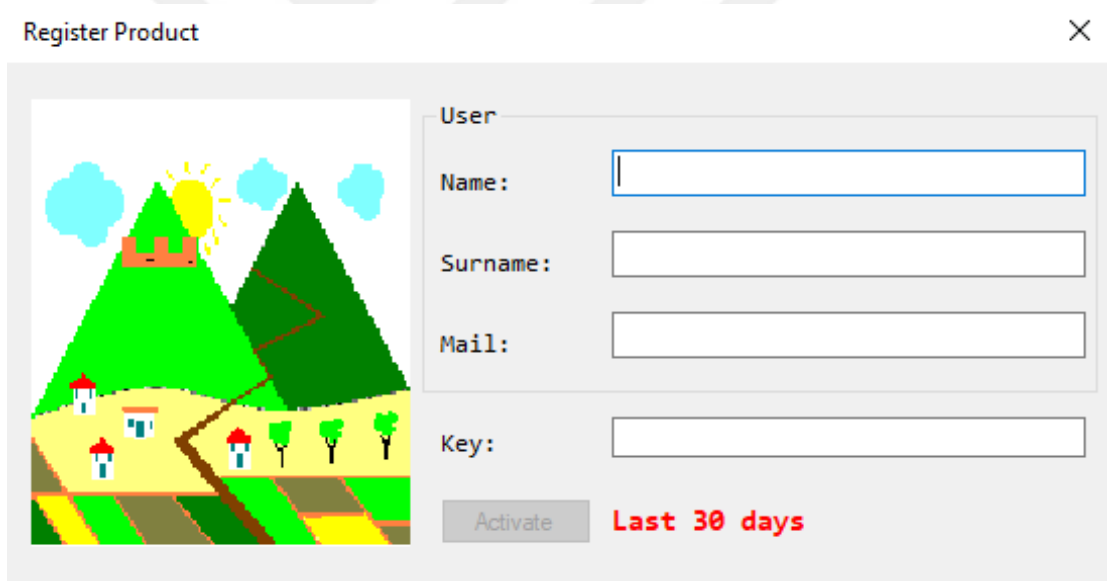




EK AÇIKLAMALAR

EK A: Kullanma Kılavuzu

- GeoEtrim “www.geoetrim.org” adresinden kullanıcı anketi doldurmak kaydıyla edinilmektedir.
- GeoEtrim Windows 10 ve Windows 7 işletim sistemlerinin 64 bit sürümlerine kurulmaktadır.
- GeoEtrim’i kurulduktan sonra bir ay boyunca kullanabilirsiniz. Daha uzun süre kullanımı için lisans anahtarı girilmelidir.



Register Product

User

Name:

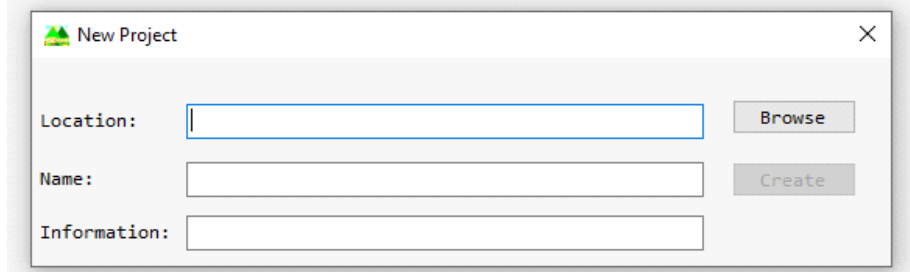
Surname:

Mail:

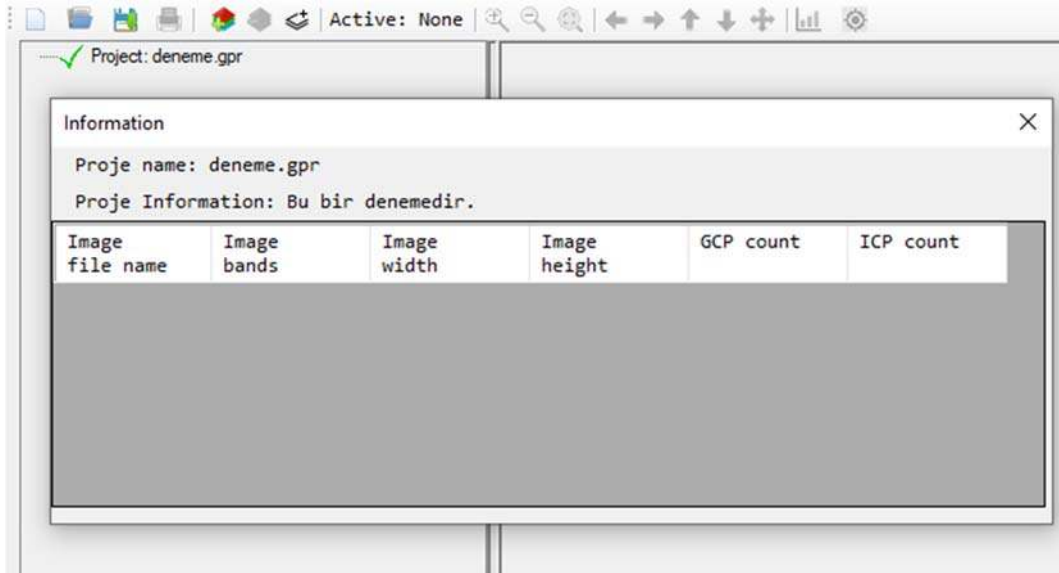
Key:

Activate Last 30 days

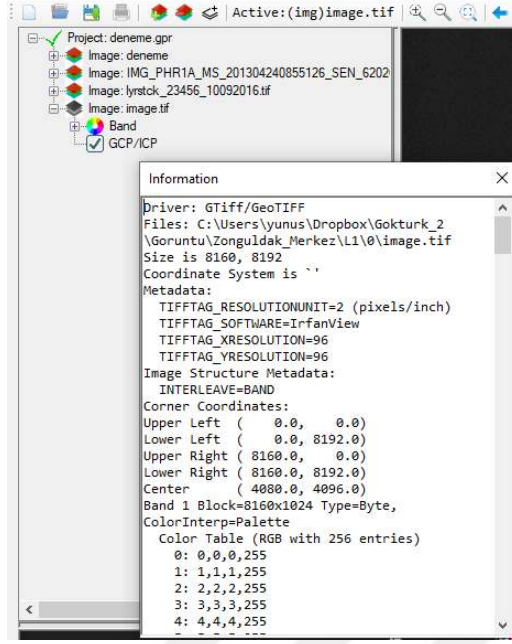
- GeoEtrim çalışmak için bir proje oluşturulmalıdır.
- Proje oluşturmak için ya yeni proje açılmalı yada daha önce kayıt edilmiş bir proje GeoEtrim’e çağrılmalıdır.
- Yeni proje açmak için “File => New Project” sekmeleri seçilmelidir. Ya da kısa yol çubuğundan doğrudan “New Project” logusuna tıklanmalıdır. Tüm bunların yanında “ctrl+N” tuşuna da basılarak yeni proje açma penceresi açılabilir.



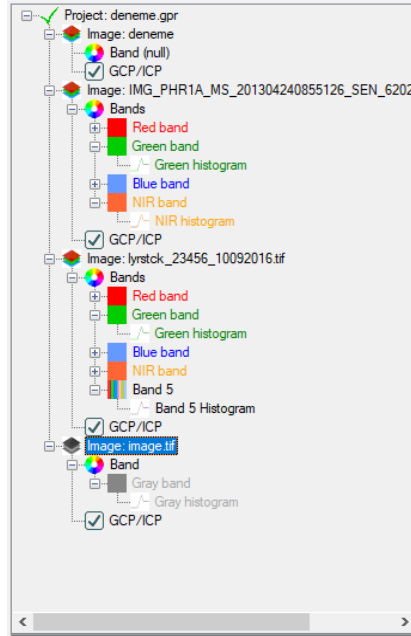
- Yeni proje açma penceresinden projenin ismi ve kayıt edilecek dosya adresi belirtilmelidir.
- Yeni proje açma penceresinden isteğe bağlı proje hakkında bilgi girilebilmektedir.
- Proje açıldıktan sonra ana pencerede açılan projenin ismi dosya düzen paneline gelecektik.
- Dosya düzen panelinde proje üzerinde fare ile sağ tıklanarak proje bilgisine erişilebilir.



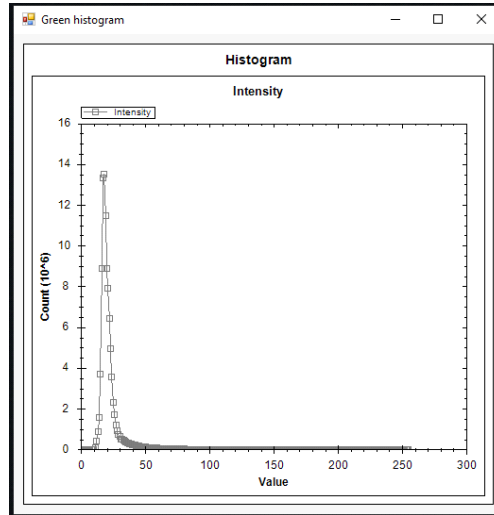
- GeoEtrim’de proje içine görüntü aktarılabilirdiği gibi doğrudan nokta verileri ile çalışmakta mümkündür.
- Görüntü aktarmak için “Tools -> Image -> open” sekmeleri seçilebileceği gibi doğrudan kısayol çubuğu üzerindeki “Image open” logosuna da tıklanabilir.
- GeoEtrim 16 bit veya 8 bit piksel yapısında, 155 farklı raster (.png, .bmp, .tif, .pix, .jpeg, .geotif, .jpeg2000 ...) görüntü formatını desteklemektedir.
- Dosya düzen panelinde, projeye aktarılan görüntüler proje isminin altında sırayla yer alacaktır.
- Dosya düzen panelinde görüntüye fare ile sağ tıklanarak görüntü bilgisine erişmek mümkündür.



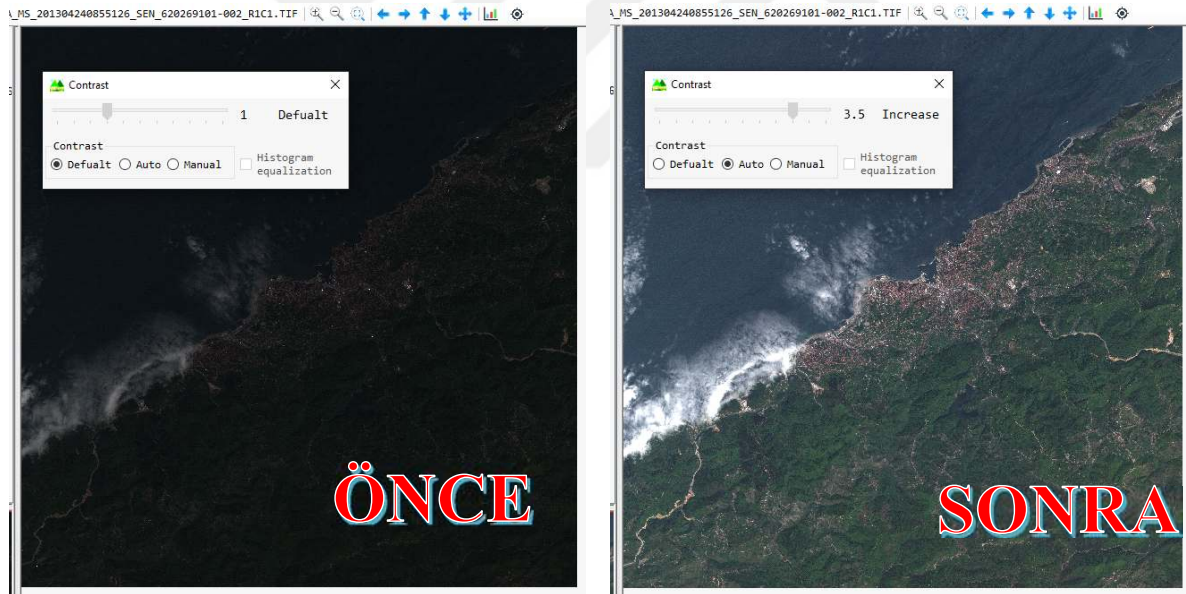
- Her hangi bir görüntü üzerinde çalışmak istediğinizde dosya düzen panelinde o görüntüyü çift tıklamanız yeterli olacaktır. Bu şekilde birden çok görüntü ile aynı anda çalışmanız mümkündür.
- Dosya düzen panelinde her görünüm altında o görüntüye ait bantlar ve nokta görünüm seçeneği gelecektir.



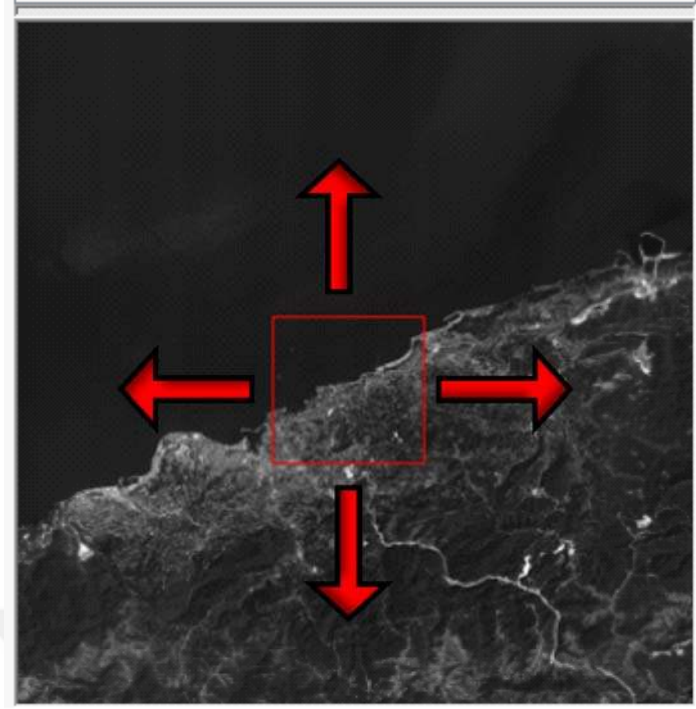
- Dosya düzeni panelinde batların altında o bantın histogram verisi bulunmaktadır. Dilerseniz çift tıklayarak bu histogram grafiğine erişmek mümkündür.



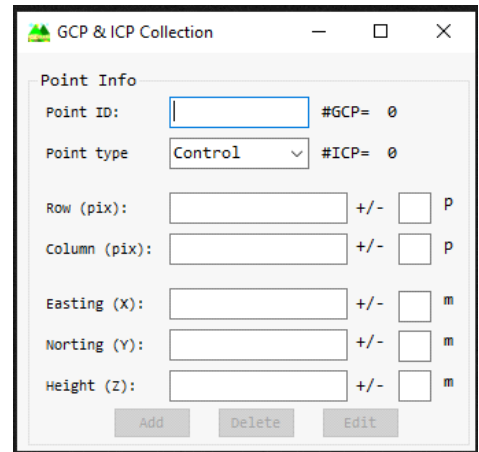
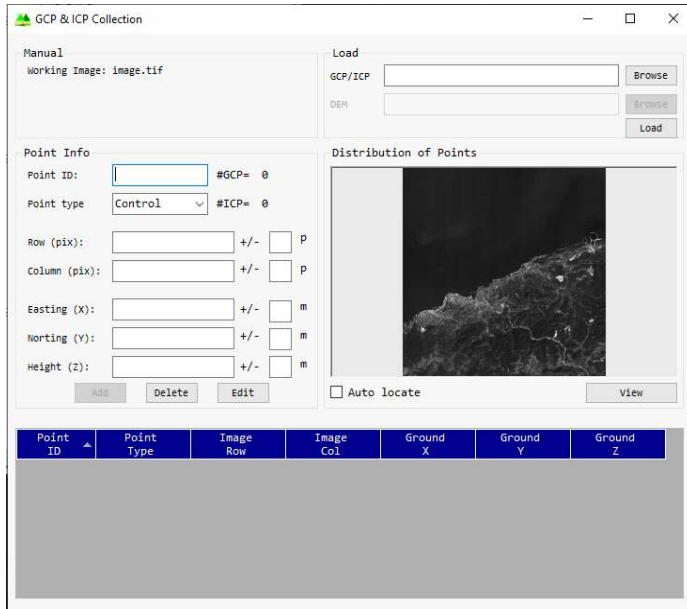
- Görüntü verisinde karşıtlık ayarı yapmak için “Tools=>Image=>Contrast” seçeneği tıklanmalı yada kısayol penceresinden “Contrast” logosu seçilmelidir.
- Açılan pencerede otomatik veya manual “Contrast” ayarı yapılabilmektedir.



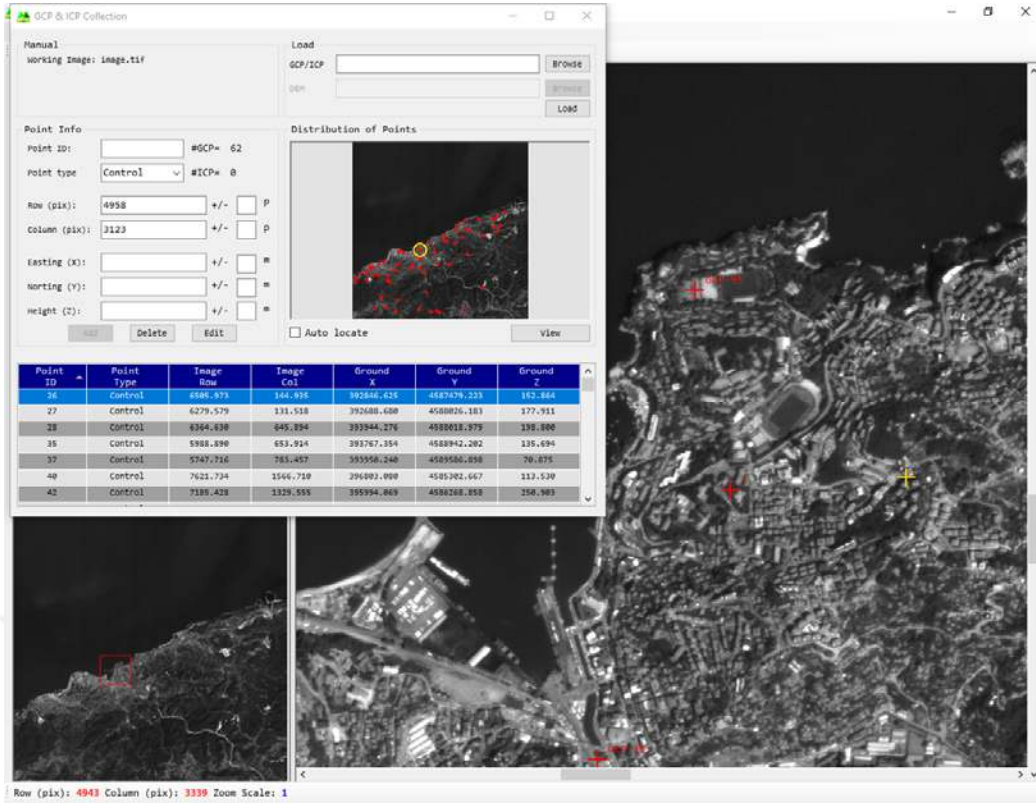
- GeoEtrim’de takip paneli çalışma alanını takip etmektedir.
- Takip panelindeki çerçevenin yerini değiştirerek çalışma alanını da kaydırmak mümkündür.



- Görüntü verisi üzerinde nokta toplamak için “GCP/ICP Collection” penceresi açılmalıdır.
- Nokta toplama penceresine “Tools => GCP => GCP/ICP Collection” sekmesinden veya “GCP Collection” kısayol logosundan erişmek mümkündür.



- Nokta penceresi açıkken, ana pencerede görüntüde herhangi bir yere tıklanırsa, tıklanan yerin koordinatları nokta toplama penceresine otomatik yazılacaktır.
- Görüntü verisi kullanmadan, nokta verilerini manuel olarak da girmek mümkündür.



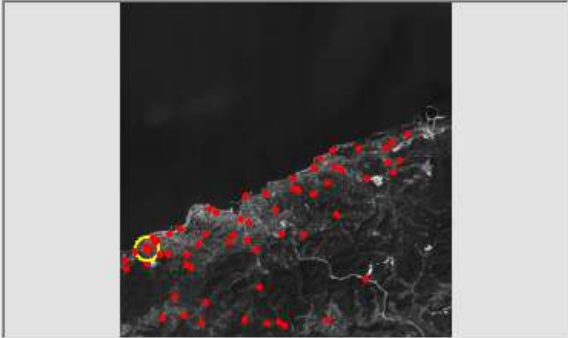
- Noktaların nerede olduğunu takip etmek için “Auto locate” sekmesini işaretleyebilirsiniz.
- “Auto locate” seçeneği işaretliyse nokta toplama penceresinden seçilen herhangi bir nokta ana penceredeki görüntüde ki yerine gelecektir.
- Nokta toplama penceresinde “Edit” tuşuna tıklanırsa nokta düzenlenebilmektedir.

GCP & ICP Collection

Manual
Working Image: image.tif

Load
GCP/ICP
DEM

Point Info
Point ID: #GCP= 62
Point type: #ICP= 0
Row (pix): +/- p
Column (pix): +/- p
Easting (X): +/- m
Northing (Y): +/- m
Height (Z): +/- m

Distribution of Points

☐ Auto locate

Point ID	Point Type	Image Row	Image Col	Ground X	Ground Y	Ground Z
26	Control	6505.973	144.935	392846.625	4587479.223	152.864
27	Control	6279.579	131.518	392688.680	4588026.183	177.911
28	Control	6364.630	645.894	393944.276	4588018.979	198.800
35	Control	5988.890	653.914	393767.354	4588942.202	135.694
37	Control	5747.716	783.457	393950.240	4589586.898	70.875
40	Control	7621.734	1566.710	396803.080	4585302.667	113.530
42	Control	7185.428	1329.555	395994.069	4586268.858	250.903

- Noktaları geoEtrim’de dışarı aktarmak için “Export GCP/ICP into text file” penceresi açılmalıdır.
- Nokta dışarı aktarma penceresini açmak için “Tools => GCP => Export” sekmelerine tıklanmalıdır.

Export GCP/ICP into text file

Working Image
image.tif

☒ Point ID
☒ Point Type
☒ Row
☒ Column
☒ Easting (X)
☒ Northing (Y)
☒ Height (Z)
☒ Std Row
☒ Std Column
☒ Std X
☒ Std Y
☒ Std Z

Options

Number of decimal place for coordinates: 3

Number of decimal place for std values: 3

Separator for decimal place: . dot

Separate columns by: Tab

☒ Add Columns Title

Include

☒ GCP
☒ ICP

Location:

Name:

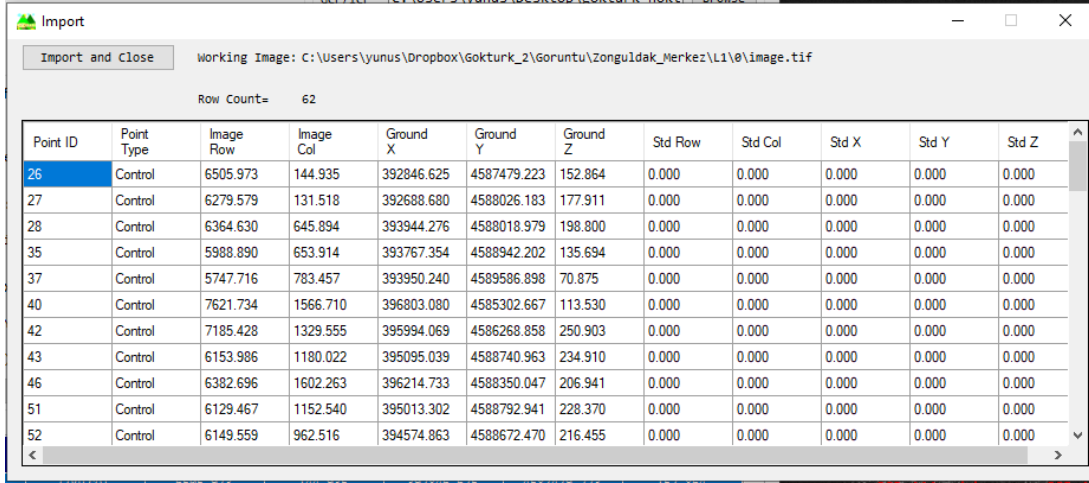
Browse

Export

- Export penceresinde nokta verilerini istediğiniz gibi düzenleyebilirsiniz.
- Nokta verileri dışarı “.gcp” uzantılı text formatında gitmektedir.

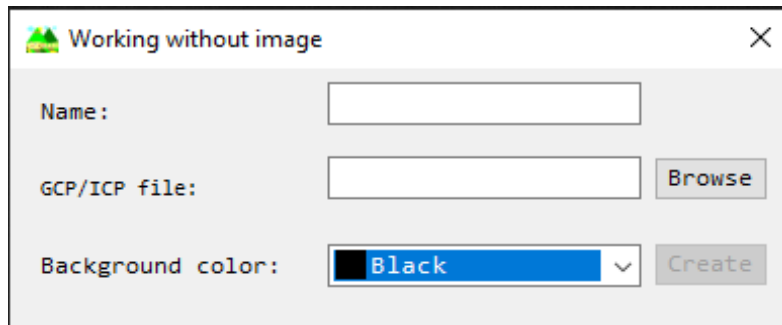
```
1 Import sequence: 3/1/0/1/2/3/4/5/6/7/8/9/10/11/
2 Image file: IMG_SPOT6_P_201805150822572_SEN_SPOT6_20180528_135213120sp7nlja4my_1.tif
3
4 PointID PointType Row Column X Y Z StdRow StdCol StdX StdY StdZ
5 26 Control 6505.973 144.935 392846.625 4587479.223 152.864 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000
6 27 Control 6279.579 131.518 392688.680 4588026.183 177.911 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000
7 28 Control 6364.630 645.894 393944.276 4588018.979 198.800 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000
8 35 Control 5988.890 653.914 393767.354 4588942.202 135.694 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000
9 37 Control 5747.716 783.457 393950.240 4589586.898 70.875 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000
10 40 Control 7621.734 1566.710 396803.080 4585302.667 113.530 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000
11 42 Control 7185.428 1329.555 395994.069 4586268.858 250.903 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000
12 43 Control 6153.986 1180.022 395095.039 4588740.963 234.910 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000
13 46 Control 6382.696 1602.263 396214.733 4588350.047 206.941 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000
14 51 Control 6129.467 1152.540 395013.302 4588792.941 228.370 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000
15 52 Control 6149.559 962.516 394574.863 4588672.470 216.455 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000
16 54 Control 5823.385 830.452 394099.698 4589419.577 91.582 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000
17 55 Control 5806.596 882.658 394213.924 4589482.229 85.596 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000
18 59 Control 5637.720 1206.107 394900.462 4590024.026 -1.139 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000
19 62 Control 5510.322 1469.331 395455.721 4590439.582 -3.466 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000
20 66 Control 6139.547 1630.358 396162.757 4588958.046 109.321 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000
21 68 Control 5886.113 1930.957 396750.933 45889700.338 8.922 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000
22 71 Control 6456.187 1738.625 396569.700 4588219.914 282.990 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000
23 72 Control 7310.750 2078.312 397832.784 4586255.141 294.111 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000
24 74 Control 5647.375 2099.937 397004.382 4590346.339 191.281 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000
25 79 Control 5020.406 2186.625 396891.757 4591918.101 35.286 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000
26 80 Control 5119.375 2340.563 397310.672 4591735.121 51.537 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000
27 85 Control 5657.000 2770.125 398615.407 4590586.679 115.133 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000
28 90 Control 5288.063 2959.625 398877.947 4591565.140 0.286 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000
29 93 Control 5347.500 3144.531 399354.494 4591492.806 5.283 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000
30 95 Control 4711.000 3079.250 398856.642 4593022.027 19.829 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000
31 98 Control 5774.000 3118.000 399519.312 4590440.580 10.496 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000
32 100 Control 6928.750 3419.375 400819.879 4587719.820 339.168 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000
```

- GeoEtrim’de noktaları içeri aktarmak için “Import” penceresini açmak gerekir.
- “Import” penceresine nokta toplama penceresinin “load” panelinden erişilmektedir.



Point ID	Point Type	Image Row	Image Col	Ground X	Ground Y	Ground Z	Std Row	Std Col	Std X	Std Y	Std Z
26	Control	6505.973	144.935	392846.625	4587479.223	152.864	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
27	Control	6279.579	131.518	392688.680	4588026.183	177.911	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
28	Control	6364.630	645.894	393944.276	4588018.979	198.800	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
35	Control	5988.890	653.914	393767.354	4588942.202	135.694	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
37	Control	5747.716	783.457	393950.240	4589586.898	70.875	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
40	Control	7621.734	1566.710	396803.080	4585302.667	113.530	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
42	Control	7185.428	1329.555	395994.069	4586268.858	250.903	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
43	Control	6153.986	1180.022	395095.039	4588740.963	234.910	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
46	Control	6382.696	1602.263	396214.733	4588350.047	206.941	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
51	Control	6129.467	1152.540	395013.302	4588792.941	228.370	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
52	Control	6149.559	962.516	394574.863	4588672.470	216.455	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

- Noktaları içeri atma penceresinde noktaları ön izleme yapılmaktadır. Noktalar onay verildikten sonra projeye dâhil olacaktır.
- GeoEtrim’de “.gcp” veya “.txt” formatında nokta dosyası okunabilmektedir.
- “.txt” formatının okunması için metin dosyasında hiç boş satır olmamalı ve nokta verileri sırasıyla; noktanın numarası, tipi, satır koordinatı, sütun koordinatı, Kartezyen koordinatları ile tüm koordinatların standart sapmaları şeklinde hazırlanmış olmalıdır. Ayrıca nokta verileri kendi aralarında “tab” tuşu ile ayrılmalıdır.
- GeoEtrim kendi formatı olan “.gcp” nokta dosyasını ne şekilde hazırlanmış olursa olsun okuyabilmektedir.
- Sadece nokta verisi bulunması durumunda görüntü verisi kullanmadan nokta verisi ile çalışmak için boş tuval açmalısınız.
- Boş tuval açmak için “Tools => Image => Empty image” seçeneğini ya da kısayol çubuğunda “Empty image” logosunu tıklamalısınız.



Working without image

Name:

GCP/ICP file:

Background color:

- GeoEtrim’de projeden görüntü silmek için dosya düzen panelinde görüntüyü seçmeli ve kısayol çubuğunda “Delete image” logosuna tıklamalısınız.
- GeoEtrim’de projenizi “.gpr” uzantılı, XML formatında saklayabilirsiniz.

- Dosyanızı saklamak için “File => Save Project” sekmelerine veya kısayol çubuğundan “Save Project” logosuna tıklamalısınız. Tüm bunların yanında projenizi klavyede “CTRL + S” tuşuna basarak da saklayabilirsiniz.

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<Project Project_name="gokturk.gpr" Information="">
  <Image name="image.tif" href="C:\Users\yunus\Dropbox\Gokturk_2\Goruntu\Songuldak_Merkes\1\10\image.tif" hants="1" width="8160" height="8192" id="0">
    <gcp PointID="26" PointType="Control" Row="6505.973" Column="144.935" X="392846.625" Y="4587479.223" Z="152.864" StdRow="0" StdCol="0" StdX="0" StdY="0" StdZ="0" />
    <gcp PointID="27" PointType="Control" Row="6279.579" Column="131.518" X="392688.68" Y="4588026.183" Z="177.911" StdRow="0" StdCol="0" StdX="0" StdY="0" StdZ="0" />
    <gcp PointID="28" PointType="Control" Row="6364.63" Column="645.894" X="393944.276" Y="4588018.979" Z="198.8" StdRow="0" StdCol="0" StdX="0" StdY="0" StdZ="0" />
    <gcp PointID="35" PointType="Control" Row="5988.89" Column="653.914" X="393767.354" Y="4588942.202" Z="135.694" StdRow="0" StdCol="0" StdX="0" StdY="0" StdZ="0" />
    <gcp PointID="37" PointType="Control" Row="5747.716" Column="783.457" X="393950.24" Y="4588958.898" Z="10.875" StdRow="0" StdCol="0" StdX="0" StdY="0" StdZ="0" />
    <gcp PointID="40" PointType="Control" Row="7621.734" Column="1566.71" X="396803.08" Y="4589302.687" Z="113.53" StdRow="0" StdCol="0" StdX="0" StdY="0" StdZ="0" />
    <gcp PointID="42" PointType="Control" Row="7185.428" Column="1329.555" X="395994.069" Y="4586268.858" Z="250.903" StdRow="0" StdCol="0" StdX="0" StdY="0" StdZ="0" />
    <gcp PointID="43" PointType="Control" Row="6153.986" Column="1180.022" X="395095.039" Y="4588740.963" Z="234.91" StdRow="0" StdCol="0" StdX="0" StdY="0" StdZ="0" />
    <gcp PointID="46" PointType="Control" Row="6382.696" Column="1602.263" X="396214.733" Y="4588350.047" Z="206.941" StdRow="0" StdCol="0" StdX="0" StdY="0" StdZ="0" />
    <gcp PointID="51" PointType="Control" Row="6129.467" Column="1152.54" X="395013.302" Y="4588792.941" Z="228.37" StdRow="0" StdCol="0" StdX="0" StdY="0" StdZ="0" />
    <gcp PointID="52" PointType="Control" Row="6149.559" Column="962.516" X="394574.863" Y="4588672.47" Z="216.455" StdRow="0" StdCol="0" StdX="0" StdY="0" StdZ="0" />
    <gcp PointID="54" PointType="Control" Row="5823.385" Column="830.452" X="394099.698" Y="4588419.577" Z="191.582" StdRow="0" StdCol="0" StdX="0" StdY="0" StdZ="0" />
    <gcp PointID="55" PointType="Control" Row="5806.596" Column="882.658" X="394213.924" Y="4589482.229" Z="85.596" StdRow="0" StdCol="0" StdX="0" StdY="0" StdZ="0" />
    <gcp PointID="59" PointType="Control" Row="5637.72" Column="1206.107" X="394900.462" Y="4590024.026" Z="-1.139" StdRow="0" StdCol="0" StdX="0" StdY="0" StdZ="0" />
    <gcp PointID="62" PointType="Control" Row="5510.322" Column="1469.331" X="395455.721" Y="4590439.582" Z="-3.466" StdRow="0" StdCol="0" StdX="0" StdY="0" StdZ="0" />
    <gcp PointID="66" PointType="Control" Row="6139.547" Column="1630.358" X="396162.757" Y="4588958.046" Z="109.321" StdRow="0" StdCol="0" StdX="0" StdY="0" StdZ="0" />
    <gcp PointID="68" PointType="Control" Row="5886.113" Column="1930.957" X="396750.933" Y="4589700.338" Z="8.922" StdRow="0" StdCol="0" StdX="0" StdY="0" StdZ="0" />
    <gcp PointID="72" PointType="Control" Row="6456.187" Column="1738.625" X="396569.7" Y="4588219.914" Z="282.99" StdRow="0" StdCol="0" StdX="0" StdY="0" StdZ="0" />
    <gcp PointID="73" PointType="Control" Row="7310.75" Column="2078.312" X="397832.784" Y="4586255.141" Z="294.111" StdRow="0" StdCol="0" StdX="0" StdY="0" StdZ="0" />
    <gcp PointID="74" PointType="Control" Row="5647.375" Column="2099.937" X="397004.382" Y="4590346.339" Z="191.281" StdRow="0" StdCol="0" StdX="0" StdY="0" StdZ="0" />
  </Image>
</Project>
```

- GeoEtrim’de sakladığınız “.gpr” uzantılı projenizi tekrar çağırmak için “File => Open project” sekmelerini seçmeli ya da kısayol çubuğundan “Open Project” logosunu tıklamalısınız. Tüm bunların yanı sıra projeniz tekrar açmak için klavyeden “CTRL + O” tuşuna basabilirsiniz.
- GeoEtrim’de panellerin veya noktaların renklerini yada yazı tiplerini “Visual Settings” penceresinden değiştirilmektedir.
- Görsel ayarlama penceresine girmek için “Tools => GCP => Visual Settings” sekmelerine tıklanmalıdır.

Visual Settings

GCP/ICP Points GeoTransform

GCP

Font type: Consolas

Font size: 10

Font color: Red

Point size: 23.0

Line width: 2.0

Point color: Red

Show GCP by
Type: ☒
ID: ☒

ICP

Font type: Consolas

Font size: 10

Font color: Aqua

Point size: 23.0

Line width: 2.0

Point color: Aqua

Show ICP by
Type: ☒
ID: ☒

Cancel Default Apply

- GeoEtrim’de hesap işlemleri yapmak için “GeoTranform” alt yazılımına girilmelidir.
- GeoTranform alt yazılımına girmek için “Modules => GeoTransform” sekmeleri seçilmelidir.

GeoTransform

Working Image: image.tif

Properties:

- Mat model: Similarity (Helmert)
- Model ID: Generic affine projection
- Blunder test: Normal distribution
- Apriori σ_0 : 1.0
- Use weight: ☐
- Apply Normalization: ☒
- Threshold (pix): 0.100
- Num. of iteration: 5

Report:

Metrics (pixel):

- mr= 10 [vr]= 0
- mc= 10 [vc]= 0
- mo= 10 [vv]= 0

Points (processed/total)= 62/62

Degree of freedom= 120

Show image: ☒

Vector scale= 1.0

Vector thickness= 2.0

Point size= 6.5

Graphical scale= 5

Clear View

Vector scale= 12.0

Vector thickness= 2

Point ID	Point Type	Outlier	Image Row	$\pm$ vr	Image Col	$\pm$ vc	Ground X	Ground Y	Ground Z
26.000	Control		6505.973		144.935		392846.625	4587479.223	152.864
27.000	Control		6279.579		131.518		392688.680	4588026.183	177.911
28.000	Control		6364.630		645.894		393944.276	4588018.979	198.800
35.000	Control		5988.890		653.914		393767.354	4588942.202	135.694
37.000	Control		5747.716		783.457		393950.240	4589586.898	70.875
40.000	Control		7621.734		1566.710		396803.080	4585302.667	113.530
42.000	Control		7185.428		1329.555		395994.069	4586268.858	250.903
43.000	Control		6153.986		1180.022		395095.039	4588740.963	234.910
46.000	Control		6382.696		1602.263		396214.733	4588350.047	206.941
51.000	Control		6129.467		1152.540		395013.302	4588792.941	228.370
52.000	Control		6149.559		962.516		394574.863	4588672.470	216.455
54.000	Control		5823.385		830.452		394099.698	4589419.577	91.582
55.000	Control		5806.596		882.658		394213.924	4589482.229	85.596
59.000	Control		5637.720		1206.107		394900.462	4590024.026	-1.139
62.000	Control		5510.322		1469.331		395455.721	4590439.582	-3.466
66.000	Control		6139.547		1630.358		396162.757	4588958.046	109.321
68.000	Control		5806.113		1930.957		396750.933	4589700.338	8.922
71.000	Control		6456.187		1738.625		396569.700	4588219.914	282.990
72.000	Control		7310.750		2078.312		397832.784	4586255.141	294.111
74.000	Control		5647.375		2099.937		397004.382	4590346.339	191.281
79.000	Control		5020.406		2186.625		396891.757	4591918.101	35.286
80.000	Control		5119.375		2340.563		397310.672	4591735.121	51.537
85.000	Control		5657.000		2770.125		398615.407	4590566.679	115.133

- GeoTransform’da Properties panelinden dönüşüm modeli seçilmektedir.

Properties

Mat model: Similarity (Helmert)

Model ID: Generic affine projection

Blunder test: Normal distribution

Apriori σ_0 : 1.0

Properties

Mat model: Affine projection

Model ID: Generic affine projection

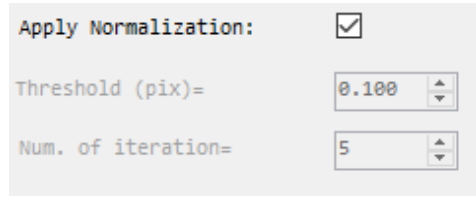
Blunder test: AP for OrbView - 3

- GeoTransform’da Properties panelinden uyşumsuz ölçü testi tipi seçilmektedir.

Blunder test: Normal distribution

Apriori σ_0 : 1.0

- GeoTransform’da Properties panelinden normalizasyon, döngü üst sınırı ve eşik değeri ayarları yapılmaktadır.

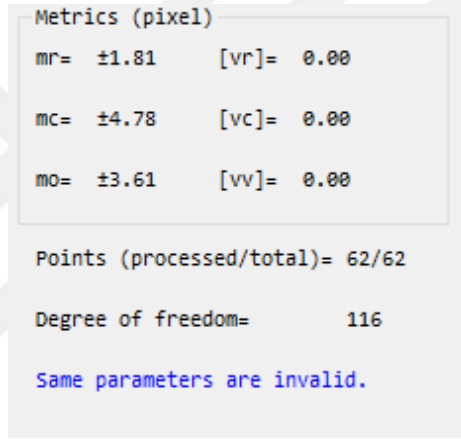


Apply Normalization: ☒

Threshold (pix)= 0.100

Num. of iteration= 5

- GeoTransform’da dönüşüm işlemi için gerekli ayarları yaptıktan sonra “Apply” tuşuna basılmalıdır.
- GeoTransform’da genel sonuçlar “metrics (pixel) panelinde sunulmaktadır.



Metrics (pixel)

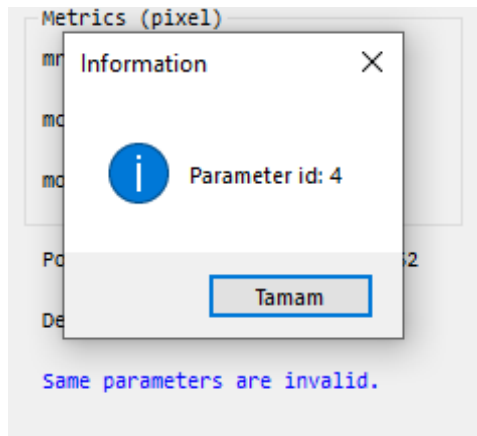
mr= ±1.81	[vr]= 0.00
mc= ±4.78	[vc]= 0.00
mo= ±3.61	[vv]= 0.00

Points (processed/total)= 62/62

Degree of freedom= 116

[Same parameters are invalid.](#)

- Dönüşüm modelinde katsayılarında anlamsızlık var ise GeoTransform panelinde “Same parameters are invalid” şeklinde mavi link verilecektir. Bu link’e tıklandığında anlamsız parametreler görülecektir.



Metrics (pixel)

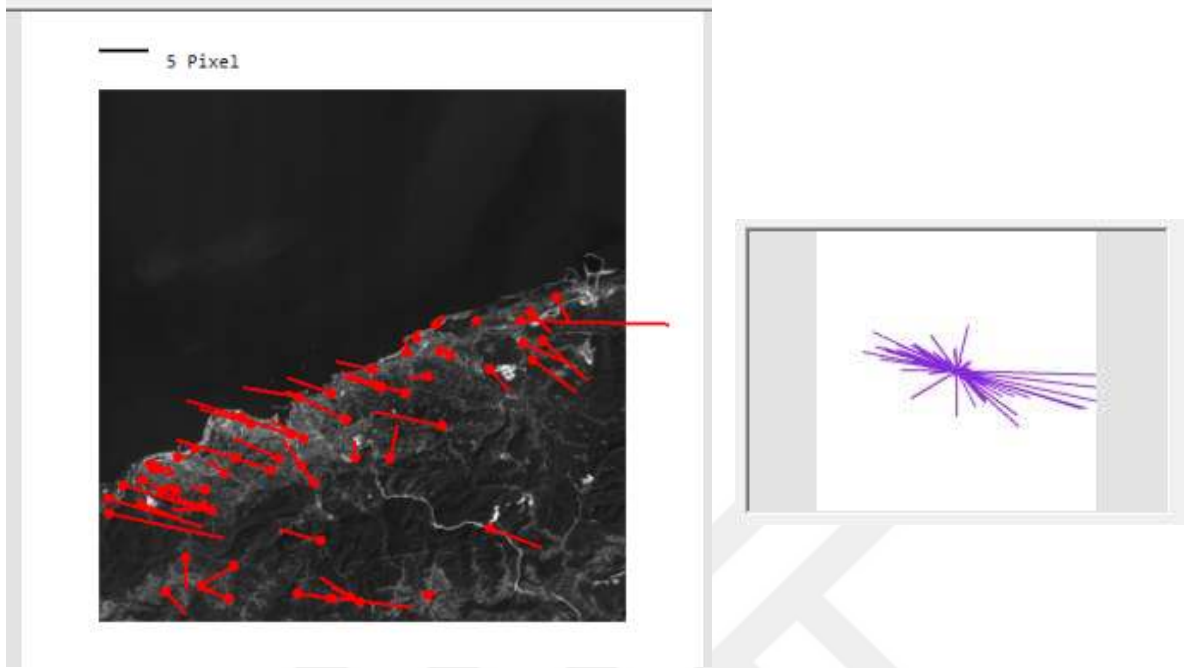
Information

Parameter id: 4

Tamam

[Same parameters are invalid.](#)

- Noktalarının iki farklı vektörel sonuçları GeoTransform’da sunulmaktadır.



- Vektörel gösterimlerle ilgili görsel ayarlamaları GeoTransform penceresinde yapılmaktadır.

Show image:	☒
Vector scale=	150.5
Vector thicknees=	2.0
Point size=	6.5
Graphical scale=	5
ClearView	
Vector scale=	500.0
Vector thicknees=	2

- GeoTransform nokta tablosunda uyuşumsuz noktalar ve düzelme sonuçları görülmektedir.

Point ID	Point Type	Outlier	Image Row	t vr	Image Col	t vs	Ground X	Ground Y	Ground Z
26.000	Control	✓	6588.923	2.53	144.835	11.28	39266.625	4587479.223	152.864
27.000	Control	✓	6279.579	2.84	131.518	9.75	39268.690	4588026.183	177.911
28.000	Control	✓	6364.630	1.88	645.894	4.30	393944.276	4588018.979	198.800
35.000	Control	✓	5988.898	1.90	855.914	3.42	393767.354	4588942.382	135.694
37.000	Control	✓	5747.716	0.76	785.457	2.46	393958.248	4589586.896	78.875
40.000	Control	✓	7621.734	1.06	1566.710	2.19	396083.808	4585302.667	113.530
42.000	Control	✓	7185.428	3.43	1329.559	-0.81	393994.899	4586268.838	298.983
43.000	Control	✓	6155.986	1.54	1180.822	0.81	395095.859	4586740.963	234.910
46.000	Control	✓	6382.696	-0.55	1002.203	-2.59	396114.732	4588358.047	286.941
51.000	Control	✓	6129.467	0.38	1132.548	-0.49	395813.382	4588792.941	228.378
52.000	Control	✓	6549.559	-0.52	902.516	0.94	394574.865	4588872.478	216.455
54.000	Control	✓	5823.385	0.68	830.452	2.83	394099.698	4589419.577	91.582
55.000	Control	✓	5886.596	0.14	882.658	1.42	394213.924	4589482.229	85.596
58.000	Control	✓	5637.728	-0.11	1286.187	1.85	394908.462	4590024.826	-1.139
62.000	Control	✓	5518.322	-0.81	1469.331	-0.84	395455.721	4590439.582	-3.466
66.000	Control	✓	6139.547	-0.28	1630.358	-1.49	396162.757	4589958.046	109.321
68.000	Control	✓	5888.113	-1.38	1938.957	-1.75	396758.933	4589708.338	8.922
71.000	Control	✓	6456.187	-0.87	1738.625	-4.20	396569.700	4588219.914	282.900
72.000	Control	✓	7318.758	2.05	2878.312	-3.39	397832.784	4586255.141	294.111
74.000	Control	✓	5647.375	-1.83	2899.937	-6.18	397804.382	4590346.339	191.281
79.000	Control	✓	5828.486	-1.89	2186.625	-5.63	396893.757	4591918.101	35.286
80.000	Control	✓	5119.375	-1.48	2340.563	-5.29	397310.672	4591735.121	51.537
85.000	Control	✓	5657.980	-2.01	2770.125	-4.53	398615.487	4590586.679	115.133

- GeoTransform’da panellerin veya noktaları rengini veya yazı tiplerini değiştirmek için GeoTransform penceresinde bulunan “View” tuşuna basılmalıdır.

Visual Settings

GCP/ICP

Points

GeoTransform

Vectors of points

Background: Controllight

Canvas: White

Color: Red

Wind rose

Background: Controllight

Canvas: White

Color: BlueViolet

Settings for GCP/ICP list

Back color: AppWorkspace

Title font size: 9

Title font type: Consolas

Values font size: 8

Values font type: Consolas

Number of decimal place: 3

Cancel

Default

Apply

- GeoEtrim yazılımı ve GeoTransform alt yazılımı ile ilgili gelişmeleri ve güncellemelerini takip etmek için “www.geoetrim.org” adresini ziyaret edebilirsiniz.

- Yorum ve destek için “geoetrim@gmail.com” adresine elektronik posta gönderebilirsiniz.





ÖZGEÇMİŞ

Yunus Emre ELKAR, 1991 yılında Ankara Altındağ'da doğdu, İlkokul 4. Sınıfa kadar Ankara daha sonrasını ortaokulu ve liseyi Düzce'de tamamladı. 2014 yılında Ondokuz Mayıs Üniversitesi Harita Mühendisliği Bölümü'nü bitirdi. 2014 ve 2015 yıllarında Acıbağdem ve Ağaoğlu inşaat şantiyelerinin altüstenci firmalarında harita mühendisliği yaptı. 2016 yılının bahar döneminde Düzce Üniversitesi Elektrik-Elektronik ve Bilgisayar mühendisliği anabilim dalında yüksek lisansa başladı, 2016 güz döneminde Bülent Ecevit Üniversitesi Geometrik Mühendisliği ana bölüm dalı yüksek lisans programına yatay geçiş yaptı 2016 – 2018 yılları 115Y239 numaralı TÜBİTAK projesinde, proje asistanı olarak Bülent Ecevit Üniversitesi'nde görev yaptı. 2017 yılında Kocaeli Üniversitesi Eğitim fakültesi pedagojik formasyon eğitimi programını tamamladı, Eylül 2018'den beri Milli Eğitim Bakanlığı bünyesinde Ankara/Çankaya Tapu-Kadastro Meslek Teknik ve Anadolu lisesinde Harita-Tapu-Kadastro teknik öğretmeni olarak görev yapmaktadır.

ADRES BİLGİLERİ:

Adres: Sancak Mahallesi, 552. Sokkak, Dış kapı: 13, İç kapı: 8 Çankaya/Ankara

Tel: (+90) 506 708 34 71

E-posta: yunusemreelk@gmail.com