

**T.C.**  
**GEBZE TEKNİK ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ESKİ İSTANBUL HARİTALARININ DOĞRULUK ANALİZİ**



**MURAT AYDIN**  
**YÜKSEK LİSANS TEZİ**  
**HARİTA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**  
**JEODEZİ VE COĞRAFİ BİLGİ TEKNOLOJİLERİ PROGRAMI**

**GEBZE**  
**2022**

**T.C.**  
**GEBZE TEKNİK ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ESKİ İSTANBUL HARİTALARININ**  
**DOĞRULUK ANALİZİ**

**MURAT AYDIN**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**HARİTA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**  
**JEODEZİ VE COĞRAFİ TEKNOLOJİLERİ PROGRAMI**

**DANIŞMANI**

**DOÇ. DR. CUMHUR ŞAHİN**

**GEBZE**

**2022**

**T.R.**  
**GEBZE TECHNICAL UNIVERSITY**  
**GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES**

**ACCURACY ANALYSIS OF HISTORICAL  
ISTANBUL MAPS**

**MURAT AYDIN**

**A THESIS SUBMITTED FOR THE DEGREE OF  
MASTER OF SCIENCE**

**DEPARTMENT OF MAP ENGINEERING**

**GEODESY AND GEOGRAPHICAL INFORMATION TECHNOLOGIES PROGRAM**

**THESIS SUPERVISOR**  
**ASSOC. PROF. DR. CUMHUR ŞAHİN**

**GEBZE**

**2022**



## YÜKSEK LİSANS JÜRİ ONAY FORMU

GTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 30/06/2022 tarih ve 2022/33 sayılı kararıyla oluşturulan jüri tarafından 26/07/2022 tarihinde tez savunma sınavı yapılan Eski İstanbul Haritalarının Doğruluk Analizi tez çalışması Harita Mühendisliği Anabilim Anabilim Dalında Jeodezi ve Coğrafi Bilgi Teknolojileri programı YÜKSEK LİSANS tezi olarak kabul edilmiştir.

### JÜRİ

ÜYE

(TEZ DANIŞMANI)

: DOÇ.DR.Cumhur ŞAHİN

ÜYE

: Doç.Dr.Bahadır ERGÜN

ÜYE

: Prof.Dr.Himmet KARAMAN

### ONAY

Gebze Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun

...../...../..... tarih ve ...../..... sayılı kararı.

İMZA/MÜHÜR

## ÖZET

Geçmişten günümüze kadar haritalar insanoğlunun hayatına büyük bir etki yaratmıştır. Haritacılık, uygarlık tarihinde meydana gelen değişimleri kullanan, ayak uyduran, teknolojiyle bir bütün halinde varlığını sürdüren birikimine hala devam ettirmektedir. Haritacılık bugün itibari ile özellikle teknolojiye ilerlemeler neticesinde değişim göstermiştir. Gelişmiş ve global anlamda zenginliğe kavuşmuştur. Zaman içinde değişimler büyük heyecan yaratmıştır. Bu çalışmada günümüz MapAnalyst ve ArcMap yazılımları ile 1800'lü ve 1900'lü yıllarda üretilmiş tarihi haritaların analizleri yapılmıştır. İstanbul'a ait eski haritalardaki noktalarla yeni modern haritada karşılık gelen noktalara uygulanan doğru dönüşümlerle uygun yöntemler kullanılarak karşılaştırılma yapılabildiği görülmüştür. MapAnalyst yazılımı ile geçmiş dönemde yapılan çalışmalarda haritaların analizi ve yorumu ile ilgili bilgi edilmesinin yanı sıra, endüstriyel kullanım, anatomik bir dokunun incelenmesi, hasarlı bir yüzeyin analiz edilmesi mümkündür. Zamana bağlı değişimler incelenebilir, bozulma gridleri ile hangi bölgedeki hareketin daha çok olduğu gözlemlenebilir. ArcMap yazılımı çeşitli coğrafi verilerin görselleştirilerek coğrafi bilgileri kontrolünü, analizini ve ölçeklendirme imkanı sağlayan yazılımdır. Bu yazılımla ilgili çalışma alanlarındaki analizler yapılmıştır. Yapılan çalışmada iki farklı döneme ait eski İstanbul (1913-1914 yıllarında üretilen Alman Mavileri ile 1836-1837 yıllarında üretilen Moltke) haritaları ele alınmıştır. Özdeş noktalar yardımıyla OSM (Open Street Maps) karşılaştırma için referans harita olarak alınmıştır. Çalışmanın amacı günümüz yazılımlarının sunduğu imkanlar ile haritacılık alanında değişimi gözlemleyebilme, güvenilir veriye destek olma düşüncesidir. .

**Anahtar Kelimeler: Haritacılık, Map Analyst, ArcMap, Özdeş Noktalar.**

## SUMMARY

Since the past, maps have had a great impact on human life. Cartography still maintains its accumulation that uses the changes that have occurred in the history of civilization, keeps up with it, and maintains its existence as a whole with technology. Mapping has changed as of today, especially as a result of advances in technology. It has developed and gained wealth in the global sense. Changes over time have created great excitement. In this study, historical maps produced in the 1800s and 1900s were analyzed with today's MapAnalyst and ArcMap software. It has been observed that the points on the old maps of Istanbul can be compared with the corresponding points on the new modern map by using appropriate methods with the correct transformations applied. With the MapAnalyst software, it is possible to obtain information about the analysis and interpretation of maps in previous studies, as well as industrial use, examination of an anatomical tissue, and analysis of a damaged surface. Time-dependent changes can be examined, and it can be observed in which region the movement is more with the distortion grids. ArcMap software is software that enables the control, analysis and scaling of geographic information by visualizing various geographic data. Analyzes were made in the study areas related to this software. In the study, old Istanbul maps (German Blues produced between 1913-1914 and Moltke produced between 1836-1837) belonging to two different periods were discussed. Open Street Maps (OSM) with the help of identical points were taken as a reference map for comparison. The aim of the study is to observe the change in the field of cartography with the opportunities offered by today's software and to support reliable data.

**Key Words: Mapping, Analyst, ArcMap, Conjugate Points.**

## TEŞEKKÜR

Akademik hayatımda, fikirlerini, desteklerini ve yardımlarını hiçbir zaman sakınmayan, bilgileriyle bu alıőmanın ortaya ıkmasının önünü açan danıőmanım Sayın Do. Dr. Cumhuri ŞAHİN baőta olmak üzere hocalarıma, bütün tez alıőmamda yanımda olan aileme, bilgi ve tecrübelerini aktaran mesai arkadaőım Şahin KURNAZ'a, yine desteklerinden dolayı yol arkadaőlarıma teşekkür ederim.



# İÇİNDEKİLER

	<b><u>Sayfa</u></b>
ÖZET	v
SUMMARY	vi
TEŞEKKÜR	vii
İÇİNDEKİLER	viii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	x
ŞEKİLLER DİZİNİ	xi
TABLolar DİZİNİ	xiii
1. GİRİŞ	1
1.1. Tezin Hedefi, Katkı ve İçerikleri	1
2. KARTOGRAFYA	3
2.1. Tarih Öncesi Çağ Haritalarından Örnekler	3
2.2. Geçmişten Günümüze Haritacılık	5
2.2.1. İslam Dünyasında Kartografya	5
2.2.2. Yeni Çağda Kartografya	5
2.2.3. Türk Kartografyasından Örnekler	6
2.2.4. Modern Türk Haritacılığı	7
2.2.5. Uzak Çağ	10
3. KOORDİNAT SİSTEMLERİ ve TRANSFORMASYON	12
3.1. Kartezyen Koordinat Sistemi	13
3.2. Coğrafi Koordinat Sistemi	14
3.3. Datum	15
3.3.1. ED50 Datum	16
3.3.2. WGS84 Datumu	17
3.3.3. ITRF96 Datumu	19
3.4. Koordinat Transformasyonu	19
3.4.1. İki Boyutta Benzerlik Transformasyonu	19
3.4.2. Affin Transformasyonu	24
3.4.3. Polinomlarla Transformasyon	26
3.5. Projeksiyon	28

4. MapAnalyst ve ArcMap Yazılımları	29
4.1. MapAnalyst Yazılımı	29
4.1.1. Harita Gösterimi Hakkında	30
4.1.2. Araç Çubuğu Hakkında	31
4.1.3. Noktalar ve Bağlantılar Hakkında	31
4.1.4. Dışa Aktarım	33
4.1.5 Eski ve Yeni Görüntüleri Hakkında	35
4.1.6 Dönüşümler	36
4.1.7. Deformasyon Ağı	39
4.1.8. Yer Değiştirme Vektörleri ve Daireler	39
4.1.9. Eş Uzunluk ve Eş Açılı Deformasyon Eğrileri	40
4.1.10. Son Hesaplama Raporunda Yer Alan Bilgiler	40
4.2. ArcMap Yazılımı	41
5. UYGULAMA	50
5.1. Uygulamada Kullanılan Haritalar Hakkında Bilgi	51
5.1.1. Alman Mavileri	51
5.1.2. Moltke	52
5.2. MapAnalyst ile Analizler	53
5.2.1. Alman Mavileri Haritasının Analizi	53
5.2.2. Moltke Haritasının Analiz	59
5.3. ArcMap ile Analizler	63
5.3.1. Alman Mavileri Haritasının Analizi	64
5.3.2. Moltke Haritasının Analiz	66
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	70
KAYNAKLAR	73
ÖZGEÇMİŞ	76
EKLER	77

# SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

## Simgeler ve

## Açıklamalar

### Kısaltmalar

ARCGIS	: Article on the use of Geographic Information Systems
ASCII	: American Standart Code For Information Interchange
BMP	: Bitmap Image File
BÖHHÜY	: Büyük Ölçekli Harita Yapım Yönetmeliği
CAD	: Computer Aided Design
CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemleri
DPI	: Dots Per Inch
DXF	: Drawing Exchange Format
ESRI	: Enviromental Systems Research Institue
GIF	: Graphics Interchange Format
GIS	: Geographic Information Systems
GTÜ	: Gebze Teknik Üniversitesi
IGNA	: İstanbul GPS Nirengi Ağı
KBS	: Kent Bilgi Sistemi
KM	: Kilometre
M	: Metre
M.Ö	: Milattan Önce
M.S	: Milattan Sonra
PNG	: Portable Network Graphics
SVG	: Scalable Vector Graphics
TIFF	: Tagged Image File Format
TUCBS	: Türkiye Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemi
WGS84	: World Geodetic System 1984
WMF	: Windows Meta File

# ŞEKİLLER DİZİNİ

<b><u>Sekil No:</u></b>	<b><u>Sayfa</u></b>
2.1: Catalhöyük Haritası.	4
2.2: Bilinen en eski Türk haritası (1072).	6
2.3 Piri Reis Dünya Haritası.	7
3.1 Dik Koordinat Sistemi.	12
3.2 Kutupsal Koordinat Sistemi.	12
3.3: Kartezyen Koordinat Sistemi.	13
3.4: Coğrafi Koordinatlar.	15
3.5: Coğrafi ve Kartezyen Koordinatları Arasındaki İlişki.	15
3.6: WGS84 Referans Sistemi.	18
3.7: İki Boyutta Benzerlik Dönüşümü.	20
4.1: MapAnalyst'a ait export örneği.	29
4.2: MapAnalyst menü gösterimi.	30
4.3: Georeferencing Menüsünün aktif hale getirilmesi.	42
4.4: Georeferencing araç çubuğu üzerindeki viewer aracının kullanımı.	42
4.5: X ve Y koordinat değerleri girme penceresi.	43
4.6: X ve Y koordinat değeri girme.	43
4.7: Köşe koordinatları girme.	44
4.8: Girilen noktaların pafta üzerinde görünümü.	44
4.9: Girilen noktalara ait bilgiler.	45
4.10: Toplam hata miktarının görüntülenmesi penceresi.	46
4.11: Dönüştürülmüş pafta koordinat bilgilerinin görüntülenmesi..	46
4.12: Harita birimi ayarlama penceresi.	47
4.13: Dönüştürülen paftanın kayıt edilmesi.	47
4.14: Paftanın görüntülenmesi.	48
4.15: Paftanın güncellenmesi.	49
4.16: Catalog arayüzü üzerinde paftanın koordinat sisteminin görüntülenmesi.	49
4.17: Projeksiyon koordinat sistemi seçim penceresi.	50

4.18:	Raster veri özellikleri görüntüleme penceresi.	50
5.1:	Alman Mavileri haritasının Adobe Photoshop Görüntü Boyutu Ayarlama.	54
5.2:	Alman Mavileri haritasında konumlandırılan noktaların yakın gösterimi.	55
5.3:	Alman Mavileri haritasında konumlandırılan noktalar ve koordinat değerleri.	55
5.4:	Alman Mavileri Haritasında Meydana Gelen Değişimler.	56
5.5:	Alman Mavileri Haritasında ve OSM’de meydana haritasındaki Yer Değiştirmeler ve Deformasyon Ağı Gösterimi.	57
5.6:	Moltke Haritasında konumlandırılan noktaların yakın gösterimi.	60
5.7:	Moltke Haritasında konumlandırılan noktalar ve koordinat değerleri.	60
5.8:	Moltke Haritasındaki Yer Değiştirmeler ve Deformasyon Ağı Gösterimi.	61
5.9:	Open Street Maps teki Yer Değiştirmeler ve Deformasyon Ağı Gösterimi.	61
5.10:	ArcMap Uygulamasındaki Alman Mavileri Haritasında Nokta Atanması.	64
5.11:	ArcMap Uygulamasındaki Alman Mavileri Haritasında Nokta Atanması ve Yer Değiştirmeler.	65
5.12:	ArcMap Uygulamasındaki Alman Mavileri Haritasının Kıyı Hattı Sayısallaştırılması.	66
5.13:	ArcMap Uygulamasındaki Moltke Haritasında Nokta Atanması.	67
5.14:	ArcMap Uygulamasındaki Moltke Haritasındaki yer değiştirmeler.	67
5.15:	ArcMap Uygulamasındaki Moltke Haritasının kıyı hattı sayısallaştırılması.	68

## TABLolar DİZİNİ

<b><u>Tablo No:</u></b>		<b><u>Sayfa</u></b>
3.1:	Referans elipsoitleri ve parametreleri.	17
3.2:	WGS84 ün parametreleri.	18
4.1:	ASCII formatı.	32
4.2:	Eski ve yeni harita için ASCII formatı.	33
5.1:	Alman Mavileri Haritası için Dönüşümler Sonrası Yer Değiş tirmeler.	58
5.2:	Moltke Haritası için Dönüşümler Sonrası Yer Değiş tirmeler.	62
6.1:	Alman Mavileri ve Moltke için OSM'e dönüşümlerin transformasyon ölçekleri.	70
6.2:	Alman Mavileri ve Moltke için dönüşümlerin standart sapması.	71
6.3:	Open Street Map'ten Alman Mavileri ve Moltke'ye transformasyon ölçekleri.	71
6.4:	Open Street Map'ten Alman Mavileri ve Moltke için dönüşümlerin standart sapması.	72
6.5:	Alman Mavileri ve Moltke İçin 1:1 standart sapması.	72

# 1. GİRİŞ

Tarihi haritalar insanoğlunun hayatında her zaman ilgi çekici olmuştur. Haritacılık insanoğlunun ilk olarak yerleşik yaşama geçtiği zamana kadar uzanan eski bir ilimdir. Yerleşik yaşama geçen insanlar avcılıkla uğraşmışlar, yaşadıkları yerlere ve buralara yakın yerlere basit krokiler çizme ihtiyacı duymuşlardır.

Haritacılık muasır medeniyetin, bilimin bir eseri olduğu kadar muasır medeniyetin kaynakları arasında da yer edinmektedir. Buna karşı, yapıtların ebatlarını ve ülke simgelerini elle tutulur ve anlaşılır bir biçimde ilgililere sunmaktadır [Önder, 2002].

Günümüz birçok yazılım sayesinde geçmişte günler süren mühendislik uygulamaları ve matematiksel hesaplar artık kolayca sonuçlar vermektedir. Bu yazılımların ile birçok anlamda insanlığa katkısı aşikârdır. Monash Üniversitesi öğretim üyesi Bernard Jenny tarafından geliştirilmiş olan MapAnalyst programı eski haritalar üzerinde birçok analiz yapılabilen ve fikir üretmemizi sağlamıştır.

MapAnalyst ile daha önceden yapılmış uygulamalar bize altlık olmuş ve çalışmaya örnek olarak beş ayrı çalışma incelenmiştir. Türkan Gökgöz, Burcu Karahan, Burcu Kuzucu'nun hazırlamış olduğu "1878 Tarihi Davutpaşa Haritasının Planimetrik Doğruluk Analizi" çalışmasında 1878 yılında yapılmış Davutpaşa haritasının doğruluğu hakkında araştırma yapılmıştır [Gökgöz vd., 2016]. Gülin Çelik'in hazırlamış olduğu "Eski Haritaların Modern Haritalar ile Karşılaştırılması MapAnalyst" çalışmasında üç farklı döneme ait eski harita ile günümüzde kullanılan farklı referanslara sahip modern haritaların MapAnalyst ile karşılaştırılması yapılmıştır [Çelik, 2016]. Joaquim alves Gaspar in hazırlamış olduğu "The Myth of the Square Chart" ile 16.yüzyılda kullanılan haritaların projeksiyonsuz bir şekilde nasıl çizildiği konusunda yapılan bir çalışmadır [Gaspar, 2007]. Roel Nicolai'nin hazırlamış olduğu "Analysing Mapanalyst and its application to portolan charts" ile eski portolan haritalar baz alınarak MapAnalyst uygulamasının yetenekleri vasıtasıyla yapılabilen işlemler hakkında ele alınmış bir çalışmadır [Tulga, 2019]. Harun Atilla TULGA'nın "Portolan Haritaların MapAnalyst Uygulaması ile Planimetrik Doğruluk Analizi" üzerine dört farklı ölçekli portolan haritalarının OpenStreetMap yardımıyla analizi yapılmıştır.

Bu tez çalışmasında 1836-1837 yılları arasında yapılan Moltke haritası ve 1913-1914 te yapılan Alman Mavileri haritalarının 17 özdeş nokta ile analizi değerlendirilmiştir. MapAnalyst programının kullanımının bize sunduğu kolaylıklar ve hesaplama teknikleri ele alınmıştır. ArcMap yazılımıyla meydana gelen yer değiştirmeler ve dönüklüğü hakkında bilgiye görseller yardımıyla ulaşılmıştır. Uygulamada kullanılan Alman Mavileri-Moltke haritalar için aradaki zaman farkına rağmen 17 adet özdeş nokta ile aynı noktalarda benzer konumsal yer değiştirmeler olduğu gözükmemektedir.



## 2. KARTOGRAFYA

“Kağıt üzerine resmetme” anlamına gelen “Kartografya” sözcüğü, Latince’de sert kağıt anlamına gelen “carta, charta” sözcükleri gibi yazmak, çizerek tasvirlemek anlamında olan “graphia” sözcüğünün birleşiminden meydana gelmiştir. İngilizce dilinde “chart”, Fransızca dilinde “carte”, Almanca dilinde “karte” örneklerinde görüleceği üzere kelime, batı dillerinde de aynı köke dayanmakta ve ilk çağlardan beri kullanılmaktadır.

Kartografya kelimesine tarih boyunca çeşitli anlamlar verilmiştir. Kartografya alanında çalışanlar, bu alandaki hızlı gelişmeler nedeniyle, kartografyanın amacının, kapsamının ve hedef kitlesinin tanımlanmasında zorluklarla karşılaşmaktadır. İngiliz Kartografya Birliği (BCS) tarafından şöyle anlamı vardır: ”Kartografya üç boyutlu bilgilerin genellikle grafik olarak organize edilmesi ve iletişimdir. Bilgileri bir araya getirmeden sunulmasına kadar olan bütün işlemleri kapsar.”

Kapsamı hakkında “teorik” ve “pratik” kartografya olmak üzere kategorize edilir:

Teorik kartografya: Matematiksel Kartografya, Haritadaki şekillendirmenin esasları, kaynakları ve yöntemleri, Haritaların değerlendirilmesi, Kartografyanın tarihi ile kapsarken, harita taslağından baskıya kadar olan bütün bölümleri kapsayan pratik kartografya ise “harita tekniği” ile sonuçlara ulaşılır.

Kartografya, üretilecek haritanın geçmişine göre de kanun yönetmelik ve şartnamelerine bağlı olarak yapılan “resmi kartografya” ve “özel kartografya” olarak sınıflandırılabilir. Resmi kartografyaya örnek olarak topografik haritalar, kadastro haritaları vb. çalışmalar verilebilir.

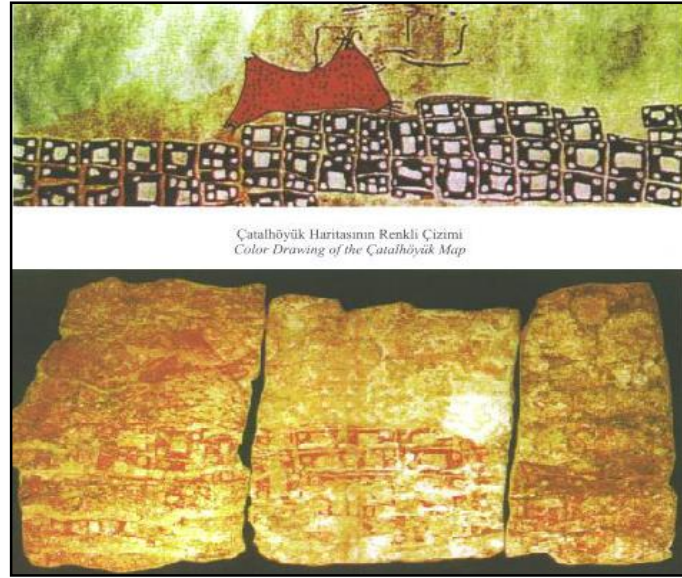
Kartografya için yapılan bir diğer ayırım da, özellik durumuna göre ”tematik” ve “topografik” kartografya olarak yapılmaktadır.

### 2.1. Tarih Öncesi Çağ Haritalarından Örnekler

Literatür taramaları sırasında karşılaşılan verilere göre, harita olarak kabul edilebilecek ilk çizimler yazının bulunmasından öncesine dayanan, Tarih Öncesi Çağların Orta Taş dönemine kadar dayanmaktadır. Söz konusu çizimlerde dağ, yol, vb. yeryüzünün birkaç ayrıntısı gösterilmektedir. Bu çizimlere genel olarak Tarih

Öncesi Çağı haritaları “Prehistorik Maps” ismi verilmektedir. Bu haritalar genellikle, duvar, mağara duvarı, kaya gibi durağan veya çanak-çömlek yüzeyi, deri, post, kemik gibi taşınabilir eşyalar, üzerine çizilmiştir. Tarih Öncesi Çağı haritalarında karşılaşılan çizimler, resmedildiği dönemin yazısı olarak tanımlanmaktadır. Duygu ve düşünceler resmedilerek aktarıldığı resim yazı “pictographic” şeklinde ya da taş, kaya gibi yüzeyler üzerine kazılmış kazıma resimler “petroglyphs” şeklinde yapılmıştır [Ülkekul, 1999]. Günümüze yakın zamanda yapılan araştırmalar neticesinde, Tarih Öncesi Çağlara ait 57 harita tespit edilmiştir. Tarih öncesi haritalara Bulgaristan'daki Magourata Mağarası'ndaki gökbilim tasvirlemesi, Kuzey Kafkasya'da bulunan Maikop Vazosu (gümüş vazo) üzerinde bulunan resim haritası, İtalya'da Seradina'daki kazıma haritası ve İtalya'da Bedolina Mağarası'ndaki kazıma harita vb. haritalar örnektir.

Catherine Delano Smith'e göre “Cartography in the Prehistoric Period in the Old World: Europe, Middle East and North Africa” başlıklı incelemesinde Tarih Öncesi ve Tarihi Çağ haritalarına ilişiği olan çok anlamlı ve özetleyici bir çizelge hazırlamıştır. Harita olarak değeriendirilecek olan ilk eser “Çatalhöyük Haritası” olduğu anlaşılmıştır (Şekil 2.1) [Ülkekul, 1999].



Şekil 2.1: Çatalhöyük Haritası.

## 2.2. Geçmişten Günümüze Haritacılık

### 2.2.1. İslam Dünyasında Kartografya

Hristiyanlığın karanlık döneminde Arap, Türk ve İranlı bilim insanları, coğrafya ve kartografya bilimlerine önemli katkılar sağlamışlardır. Matematik, geometri, felsefe ve astronomi bilim dallarında, Endülüs'e kadar yayılan İslam dünyasında büyük ilerlemeler kaydedilmiştir. Batlamyus'un projeksiyon sistemlerini benimsemiş olup gelişmesi adına çalışmalar gerçekleştirmişler ve koordinat sisteminin daha doğru haline dayalı haritalar üretmişlerdir. Tüm bunlara rağmen haritalarda bazı ölçek hataları yapılmış ve abartılı şekiller kullanılmıştır. Orta Çağda yapılan basit disk şeklindeki şematik haritalarda da bu hatalar yapılmıştır.

Ebu Reyhan al-Biruni tarafından yapılan yerkürenin yarıçapı hesabı ile uğraşmışlar ve küreyi düzlem üzerine aktarmışlardır.

### 2.2.2. Yeni Çağda Kartografya

Rönesans dönemiyle başlayan Yeni Çağ döneminde, kartografik alanda dikkat çekici ve önemli atılımlar yapılmıştır. Yeni Çağ döneminde kartografya alanında yapılan çalışmalarda, orta çağın kilise etkisiyle gerilemiş durumdaki görüşleri ve yanlışları geride bırakılmış olup büyük gelişmelerin yaşandığı bu alanda, Eski Çağ'a dair görüş ve yöntemler kullanılmıştır. Yeni keşiflerle birlikte, haritacılıkta kullanılan baskı vb. yeni tekniklerin kullanılması sonucu bu alanda önemli ve büyük hamleler yapılmıştır.

Yeni Çağ döneminde kartografya eğilimin dikkat çeken özelliklerinden bir diğeri ise, harita çizenlerin dünyayı farklı şekillerde tasvir etme eğilimleridir. Örneğin, J. Honter'in haritasında dünyanın şekli bir kalp biçiminde iken Lafreri'nin haritasında dünya, iki yarım elma şeklinde resmedilmiştir. 1581 yılında Huntig tarafından çizilen haritada ise üç kıta bir çiçeğe ait üç taç yaprağı şeklinde resmedilmiştir. Fransızlar 1747-1793 ve İngilizler 1791-1872 seneleri arasında, İtalyanlar ve Avusturyalılar 1873 yılında bu tekniği kullanarak ülkelerinin ayrıntılı haritalarını çıkarmışlardır.1883

yılından sonra Türk haritacılığının gelişimi ve modernize olması çalışması ortaya çıkmaya başlamıştır.

### 2.2.3. Türk Kartografyasından Örnekler

Kaşgarlı Mahmud'un eseri olan Divanü Lugati't-Türk'te de yer alan (1072), harita bilinen en eski Türk Haritasıdır (Şekil 2.1). Haritada; kırmızı renkte dağlar, yeşil renkte denizler, mavi renkte ırmaklar, sarı renkte kumluk sahalar gösterilmiştir [Ülkekul, 1999]. Türklere ait bölgeler ve komşularına ait isimler dikkate alınmıştır.



Şekil 2.2: Bilinen en eski Türk haritası (1072).

Haritacılık konusunda Piri Reis keşifler döneminde yaşayan ve doğu dünyasının mümessili olmuştur. "Kitab-ı Bahriye" isimli kitabı ile Akdeniz kıyılarına ve adalarına ait kapsamlı bilgi ve haritalar içermektedir. Ancak Piri Reis'in bilinirliği Atlas okyanusunu kapsayan bir dünya haritası yapmış olmasıdır (Şekil 2.3). 1513 senesinde Gelibolu'da yapılmış, ceylan derisine renkli olarak çizilmiş, Mısır seferi esnasında padişah Yavuz Sultan Selim'e Piri Reis tarafından teslim edilmiştir.



Şekil 2.3: Piri Reis Dünya Haritası.

Ayrıca Mürsiye'li İbrahim Haritası ve Ali Macar Reis Atlası da Türk Kartografyasının örneklerindedir.

#### 2.2.4. Modern Türk Haritacılığı

Haritacılık Dünya'nın en eski bilimlerinden biridir. Geçmişten günümüze birçok alanda kullanılması ve bu alanlara verdiği destek ile güncelliğini sürdürerek devam etmektedir. 1980'li yıllar öncesine kağıt harita kavramı gündemde olmuş, ilerleyen yıllarda yaşanan teknolojik gelişmeler ile harita kavramı yerini internet haritacılığı, coğrafi bilgi sistemi, kent bilgi sistemi gibi sayısal haritacılık kavramları almıştır.

Türk dünyası birçok alanda önemli bilim adamları yetiştirmiş ve önemli eserler ortaya çıkmıştır. Daha sonra ortaya konan Kaşgarlı Mahmud'un “Dünya Haritası” ile Piri Reis Haritası ve” Kitabı-Bahriye” eseri bu gün bile şaşkınlık uyandıran yapıtlar arasında yer almaktadır. Türk haritacılığı, XIX. yüzyıla kadar ünlü coğrafyacıların eserleriyle adından söz ettirmiş ve XIX. yüzyılın başlarında kurumsallaşmıştır.

XVII. ve XVIII. yüzyılda toprak kayıpları yaşanması, haritacılığın ve harita kavramının önemlerini arttırmıştır. Her alanda yapılan yenileşme hareketlerinin haritacılık alanında da etkileri görülmüştür. Mühendislik üzerine okullar açılmış, teknik anlamda yetiştirilmek üzere yurt dışına insanlar gönderilmiş, yeterli teçhizat ve donanımın elde edilmesinin ardından, 1895 yılında bir komisyon kurulmuş ve 'Taksim-i Arazi' adı verilmiştir. Taksim-i Arazi haritacılıkta faaliyet gösteren ilk örgüt olmuş ve Türk haritacılığının kuruluş tarihini oluşturmuştur. Bu tarihten sonra, cumhuriyet tarihinin ilk yıllarına kadar kayda değer bir hamle göstermeyen Türk haritacılığı, kurumlarda yaşanan devrim niteliğindeki adımlarla birlikte, hızlı bir gelişim göstermiş ve bu gelişimini günümüze kadar devam ettirmiştir. Günümüz teknolojik gelişmelerine paralel olarak, haritacılıkta sürekli değişim ve gelişim içerisinde varlığını devam ettirmektedir. Genel olarak Türk haritacılık tarihine göre sıralanırsa;

- 1076 Kaşgarlı Mahmud Dünya Haritası.
- 1513 İbrahim Katibi Akdeniz Havzası Haritası.
- 1513 Piri Reis Dünya Haritası. 1528 Piri Reis Kuzey Atlantik Haritası.
- 1567 Ali Macar Reis Atlası.
- 1570 Atlas-ı Humayun.
- 1719 İlk baskı harita Marmara Haritası İbrahim Mütefferika tarafından basıldı.
- 1803 İlk atlas Müderris Abdurrahman Efendi tarafından hazırlandı.
- 1818 İlk Harita Okulu açıldı. 1830 İlk deniz haritası Karadeniz Haritası Deniz Harbiye'sinde tabedildi.
- 1847 İlk Tapu Teşkilatı Defterhane-i Amire Kalemi kuruldu.
- 1853 İlk harita subayları Harp Okulundan mezun oldu.
- 1860 İlk defa Yurt dışına (Fransa) haritacılık öğrenimi için subaylar gönderildi.
- 1880 Genelkurmay 5. Şubesi-Harita ve Fen İşleri Şubesi kuruldu.

- 1895 Taksim-i Arazi isimli Jeodezi Komisyonu kuruldu. Bu gelişme Türk haritacılığının başlangıcı kabul edilir.
- 1896 Basılı ilk düzenli haritası olan 1/ 10 000 ölçekli harita (Eskişehir Planı) üretildi.
- 1909 Harita Komisyonu oluşturuldu. Bu komisyonla ülke çapında harita üretimine başlandı.
- 1910 İlk birinci derece nirengi ağı çalışmaları Bakırköy-Adapazarı arasında başladı.
- 1916 Harita Alım ve Çizim Okulu açıldı. 1918 Milli Savunma Bakanlığına bağlı Harita Dairesi kuruldu.
- 1924 Tapu Umum Müdürlüğü kuruldu ve ilk kadastro çalışmaları “474 sayılı Yasa” ile başladı.
- 1925 Harita Genel Müdürlüğü Kanunu kabul edildi.
- 1926 İlk fotogrametrik çalışmalara başlandı.
- 1929 İlk yersel fotogrametri kıymetlendirmesi yapıldı.
- 1930 Yapımına 1911 yılında başlanan Türkiye'nin 1/ 200 000 ölçekli istikşaf haritası yapıldı.
- 1932 İlk hava fotoğraf alımları yapıldı.
- 1940 Harita yapımında tamamen havai fotogrametri yöntemine geçildi.
- 1945 1/5000 ölçekli haritaların yapımına başlandı.
- 1949 İlk olarak Yıldız Teknik Okulunda (YTÜ) Harita ve Kadastro Mühendisliği bölümü açıldı ve haritacılık alanında eğitime başlandı.
- 1953 Birinci derece nirengi ağı çalışmaları tamamlandı.
- 1954 Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası Kuruldu.
- 1955 Kadastro ölçmelerinde fotogrametrik yöntem uygulanmaya başlandı.
- 1956 Kartografyada kuşe tersim yöntemi yerini mylar kazıma yöntemine bıraktı.
- 1960 Türkiye Temel Gravite Ağı (TTGA) oluşturuldu.
- 1963 Fotogrametride havai nirengi uygulaması başladı.
- 1969 Kabartma Harita Şubesi kuruldu.
- 1970 Türkiye Düşey Kontrol Ağı (TUDKA)'nın 1936 yılında başlatılan ilk faz ölçüleri tamamlandı.
- 1972 Yapımına 1909 yılında Bakırköy paftası ile başlanmış tüm ülkenin toplam 5547 adet 1/ 25 000 ölçekli paftaları tamamlanmıştır

- 1983 İlk ortofoto harita üretimi gerçekleştirildi.
- 1989 Uydu görüntüsünden yararlanarak ilk harita üretildi.
- 1994 Kinematik GPS uygulamalarına başlandı.
- 1995 Sayısal fotogrametri uygulamalarına başlandı.
- 1995 Türkiye'de coğrafi bilgi sistemi uygulaması yapıldı. İTÜ-Ayazağa Yerleşkesi Bilgi Sistemi üretildi.
- 1999 İlk 1/ 25 000 ölçekli kartografik vektör harita üretimi (İZMİR L18-a3) sayısal olarak gerçekleştirildi.
- 1999 Türkiye Temel GPS Ağı -1999 (TTGA-99) kuruldu. 2000 Kabartma harita kalıpları bilgisayar destekli olarak üretimine başlandı.
- 2000 Tapu Kadastro Genel Müdürlüğü tarafından TAKBİS projesi hayata geçirildi.
- 2003 Haritalarda kullanılan Avrupa Datumu 1950 (ED-50) jeodezik sistemi terk edilmiş, Dünya Jeodezik Sistemi-1984 (WGS-84)'in uygulanmasına başlandı.
- 2005 Bilgisayar destekli yöntemle ilk 1/ 100 000 ölçekli Balıkesir İ19 paftası üretilmiştir.
- 2005 TUCBS tarafından yapılan çalışmalar kapsamında EYLEM-47 projesi faaliyete geçti.

Yine 2006 yılında TUCBS tarafından yapılan çalışmalar kapsamında EYLEM-36 projesi tamamlandı. Tarihte her anlamda iyi bir yerlere gelen Türk haritacılığı, bugün dünyada gelişmiş ülkelerdeki gelişmelere yakın seviyede varlığını sürdürmektedir.

### 2.2.5. Uzay Çağı

Landsat ve SPOT adı verilen uydular 1980 yıllardan sonra uzaya gönderilmiştir. Elde edilen görüntülerin değerlendirilerek fotogrametri ve uzaktan algılama ve yöntemlerindeki hızlı gelişim, elektronik, bilgisayarlar ve teknolojiye hızlı gelişmeler ve sağladığı olanaklar ile sektöre yeni boyut ve heyecanlar kazandırmıştır. Özellikle, ciddi anlamda ihtiyaç duyulan orta ölçekli harita üretimine önemli olanaklar sağlamış olup 1/50.000 ölçekli topoğrafik haritaların revize edilmesinde SPOT uydusundan elde edilen stereo görüntüler başarılı bir şekilde kullanılmıştır. Stereo görüntülerde ayırma gücünün 5-10 m olduğu, uzaya atılacak yeni uydularla 1 m ayırma

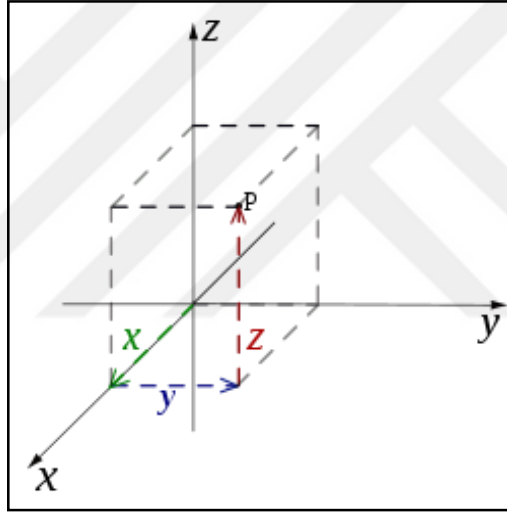
gücüne ulaşacağı hedeflenmiş ve bu gelişme 1/25.000 ölçekli topografik harita üretimi ve revize edilmesinde yeni kapsam kazanmıştır. Dünyada küreselleşmeye bağlı olarak haritacılığın dışında tutulmayacağını, her anlamda ayak uyduracağı uzaktan algılama metodlarındaki oldukça önemli gelişmeler ve topluma sağladığı faydanın yolunun bu teknolojiye sahip olmak ve uygulanmaktan geçtiğine, bir noktada haritacılıkta yaşanan gelişmelerin dünyanın küreselleşmesinin sonuçları dışında tutulmayacağını ortaya çıkarmıştır.

2000 senesinden günümüze harita alanında, teknolojik gelişmeler doğrultusunda, modern haritacılığa geçişi sağlamıştır. CBG/KBS(Coğrafi Bilgi Sistemleri/Kent Bilgi Sistemi) belli teknikler doğrultusunda teknolojik gelişmelere ortaya çıkmıştır. Böylece toplumun gereksinimi olan ve sektörün istekleri doğrultusunda hızlı ve güvenilir verilere ulaşma imkânı sağlamıştır.

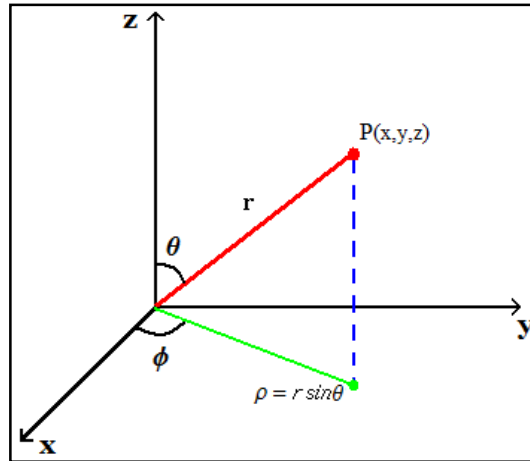
Uzaya gönderilen uydulardan yararlanılarak elde edilen Konum Belirleme Sistemi plan “(Global Position System) GPS” ölçümleri harita sektöründe yeni bir yol açmıştır. Giderek yaygınlaşarak, bizlere mesleki anlamda dayanak olan koordinat verisini en hızlı ve doğru şekilde bizlere sunmuştur. Teknolojik gelişmelerle dronelara veya uçaklara monte edilen kameralar vasıtasıyla resimlere uygulanan tekniklerle yeryüzü topoğrafyasının şekli ve biçimini belirlemeye ve türlü ölçeklerde vektör ve ortofoto haritaları üretilmiş ve yapımı geliştirilmiştir.

### 3. KOORDİNAT SİSTEMLERİ VE TRANSFORMASYON

Yerküredeki bir konum düşünüldüğünde bir koordinat sisteminde tanımlanır. Geleneksel ölçmeler veya uydu ölçümleriyle elde edilen koordinatlar vasıtasıyla nokta sistemin başlangıç noktasından geçen düzlemlere göre, düzlemlere olan dik uzaklıklarla ya da noktanın orijine bağlayan doğrultunun uzunluk ve yapmış olduğu açılarla gösterilir. Gösterim biçimlerine göre eğer nokta düzlemlere dikse buna “Dik Koordinat Sistemi” olarak tanımlanır (Şekil 3.1). Doğrultunun düzlemlerle yaptığı açı eğer orijine olan uzaklıkla ifade ediliyorsa, ”Kutupsal Koordinat Sistemi” olarak adlandırılmaktadır (Şekil 3.2).



Şekil 3.1: Dik Koordinat Sistemi.

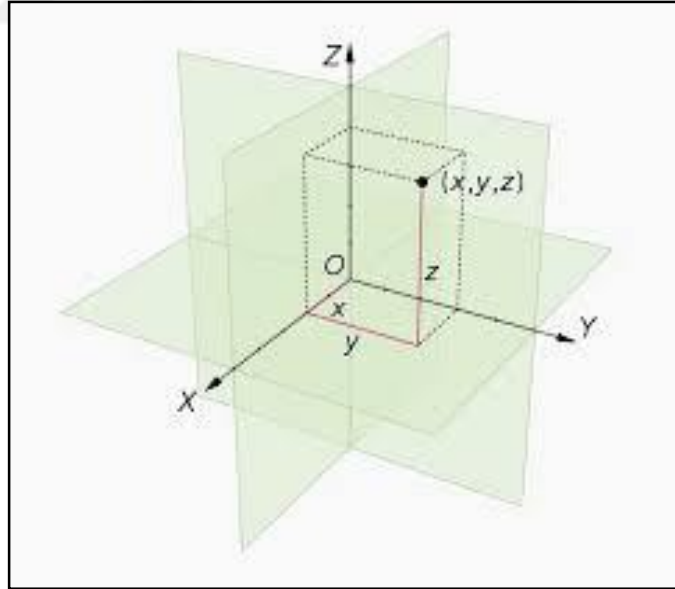


Şekil 3.2: Kutupsal Koordinat Sistemi.

Uzayda mevcut bir konum kutupsal olmalı veya dik koordinat sistemi ile ifade edilmeli ve mutlak surette sistemde tanımlanmalıdır. Yeryuvarının benzer bir yapıda sahip olmamasından dolayı geometrik bir şekilde ifade edilmesini imkânsızlaştırmıştır [Fiala, 1976]. Bu yüzden şekline en yakın olan şekillerle ifade edilmiş, fiziki yeryüzünün şekli olarak ilk defa “GEOİD” olarak adlandırılmıştır. Geoid “Durgun deniz suyu yüzeyinin kara parçalarının altından da sürdüğü varsayılarak oluşan ve matematiksel olarak ifade edilemeyen şeklidir”.

### 3.1. Kartezyen Koordinat Sistemi

Fiziksel yer yüzeyi Jeodezi biliminin çalışma alanıdır. Koordinatlar bir başlangıç noktasıyla başlar, belli kaideler doğrultusunda uzayan doğru ya da eğri çizgiler üstündeki ölçek değerleriyle ifade edilir. Bu çizgiler, koordinat eksenleri olarak tanımlanırlar. Düzlem üzerindeki birbirine dik iki koordinat eksenini “Kartezyen Koordinat Sistemi” adını almaktadır. Birbirlerine dik olan üç düzlemin ara kesitleri ise “Üç Boyutlu Kartezyen Koordinat” Sistemi adını alır (Şekil 3.3) [Aytan, 2009].

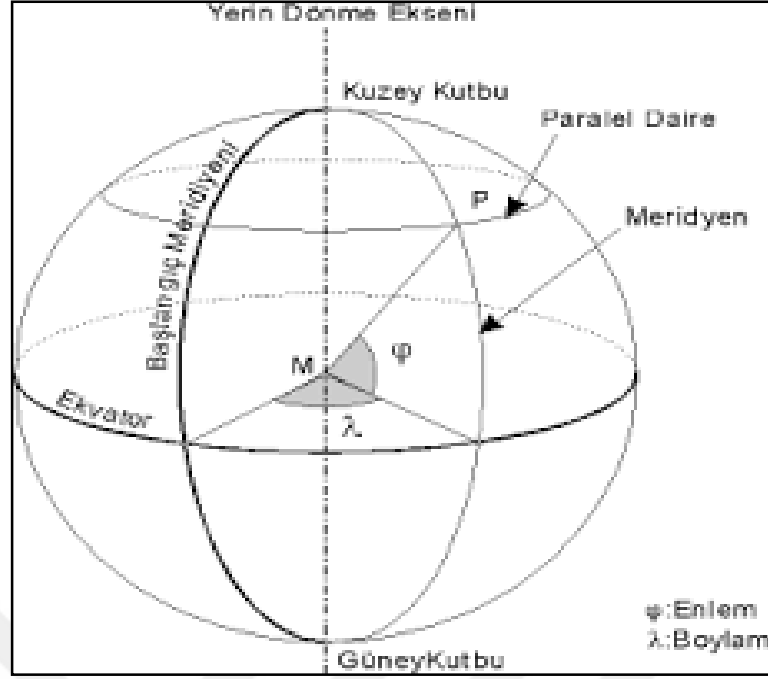


Şekil 3.3: Kartezyen Koordinat Sistemi.

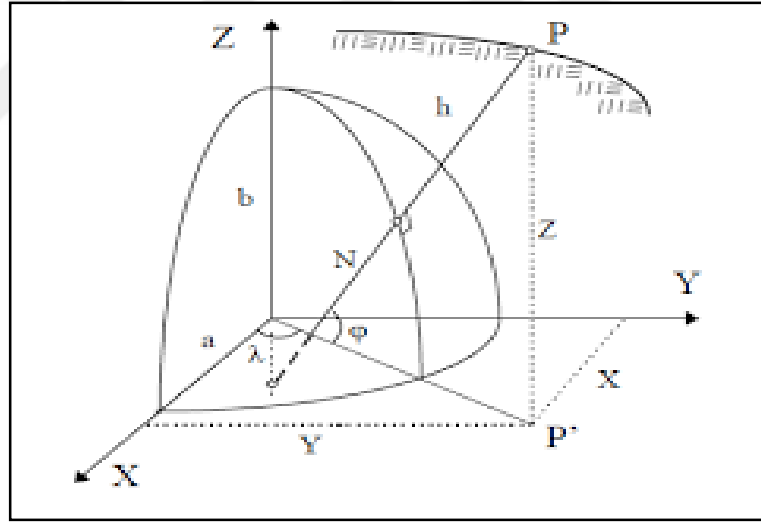
## 3.2. Coğrafi Koordinat Sistemi

Kartezyen Koordinat Sistemiyle doğrudan ilişki içerisinde sistemdir. Kartezyen Başlangıç noktasıyla çakışır ve elipsoide göre tanımlı yüzeyler ile Coğrafi Koordinat Sistemiyle tanımlanabilir. Diyelim ki bir elipsoit üzerindeki bir Q noktasının konumu, enlem ve boylamlarla belirlenmektedir. Q elipsoit noktasıyla yüzey normalinin ekvatorla meydana getirdiği açı “Coğrafi Enlem” şeklinde edilir. ( $\phi$ :  $\phi$ ). Diğer düzlemlerle başlangıç düzlemi arasında kalan açılara “Coğrafi Boylam” denilir ( $\lambda$ :  $\lambda$ ). Meridyen ve paralel daireler referans yüzeyinde coğrafik ağı meydana getirirler. Ancak Şekil 3.4 ‘te gösterilen elipsoit üzerinde olmayan bir P noktasının tanımlamak için enlem ve boylama ek bir koordinat tanımlanmalıdır. Elipsoidal ve jeoit yükseklikler üçüncü koordinat değeridir [Demirtaş, 2006]. Aşağıdaki şekilde “Coğrafi Koordinatlar ( $\phi, \lambda, h$ )” ile “Kartezyen Koordinatlar ( $X, Y, Z$ )” Şekil 3.5’de gösterilmiştir.

Yeryüzündeki herhangi bir noktanın başlangıcı yerel koordinat sistemidir. Ulusal ve yerel olarak üretilen haritaların projeksiyonları ülkemizde UTM, Transversal Merkator’dur. Lokal olan değerlerse düzlem projeksiyonlarda kullanıcıların karşısına çıkmaktadır. UTM projeksiyonunda üretilen haritalar 1:25000 ve daha küçük ölçekte ve ülke düzeyinde düşük çözünürlüklü dijital veri üretimi sağlar. TM projeksiyonunda 1:5000 ve daha büyük ölçekte genellikle yerel düzeyde ve yüksek çözünürlüklü dijital bilgi üretir. Lokal datumda ve düzlem projeksiyonda olan haritalarda ise BÖHHÜY öncesinde ya da geçiş esnasında büyük ölçekli, yüksek çözünürlüklü dijital veri üretimi sağlar [Dağdelen, 2020].



Şekil 3.4: Coğrafi Koordinatlar.



Şekil 3.5: Coğrafi ve Kartezyen koordinatları arasındaki ilişki.

### 3.3. Datum

Datum: ‘Diğer niceliklerin hesaplanabilmesinde referans olur. Bir koordinat sistemini belirlemeye için yarayan tüm nicelikleri içerir. Jeodezik kontrol için kullanılan koordinat sistemini belirten bir sabitler setidir’ (Geodetic Glossary, 1986).

Datum dönüşümü: ‘Farklı datumların nirengi ağları arasındaki farklılıklarının

sistematik olarak azaltılması ve ağların döndürülerek, ölçeklenerek, merkezlerinin taşınarak birbirleri ile uygun duruma getirilmesidir' (A DOD Glossary of Mapping, Charting and Geodetic Terms, 1967).Konumların belirlenmesi için yeryüzünde çeşitli koordinat sistemleri tanımlanmıştır. Datum sözcüğü, “hesaplamalarda temel olarak kullanılması kabul edilen yüzeyler için temel bilgi veya başlangıç yüzeyi ile ilgili sabit bilgiler” şeklinde tanımlanmaktadır (Şişman & Dilaver, 2005). Boyutları belli olan bir elipsoit ve jeoit arasındaki ilişkinin kurulmasına “Jeodezik Datum” denir (Üstün, 1996). Datum ve referans koordinat sisteminin tanımlanması aynıdır (Uzun, 2003). Bir jeodezik ağın datumu ile hem ağın temelini oluşturan referans elipsoidi hem de jeodezik ağ noktalarının koordinatının elde edileceği koordinat sistemi tanımlanmış olur. Bu nedenle iki datum arasındaki datum dönüşüm uygulanır (Aksoy, 1999). Koordinat dönüşümü, iki koordinat sistemi arasındaki ortak noktaların dönüşüm değişkenleriyle hesaplanır. Fazla ortak nokta olması halinde bu işlem ‘En Küçük Kareler’ (EKK) yöntemi ile gerçekleştirilir (Akyılmaz, Acar, & Özlüdemir, 2007). Dönüşümler iki veya üç boyutlu olarak yapılmaktadır. Dönüşümün doğruluğu ortak noktaların sayısına, dağılıma, her iki sistemdeki konumsal doğruluklara ve kullanılan dönüşüm türüne bağlıdır (Deniz ve diğ., 2012).

### **3.3.1. ED50 Datumu**

Türkiye’de 1950 yılından itibaren referans sistemi olarak kullanılmaya başlamıştır. ABD’de, John Fillmore Hayford tarafından 1909 yılında hesaplanan elipsoit olan “Hayford Elipsoidi” kullanılmaktadır. Uluslararası Jeodezi ve Jeofizik Birliği tarafından (IUGG) yapılan toplantıda “uluslararası elipsoit” olarak kabul edilmiş, bilimsel ve üçgenleme çalışmalarına yeni başlayan ülkelere teklif edilmiştir. Bu elipsoit hesabında sadece ABD’de yapılan ölçümde paralel daire, eğik daire ve yay uzunluklarını kullanmıştır. Tablo 3.1’de bazı referans elipsoidleri ve parametreleri verilmiştir.

Tablo 3.1: Referans elipsoidleri ve parametreleri.

Referans Elipsoidi	Büyük Yarı Eksen	Küçük Yarı Eksen	Referans Elipsoidi
International 1924 (Hayford)	6378388 m	6356911.9460 m	1/297
Geodetic Reference System 1980 (GRS 80)	6378137 m	6356752.3141 m	1/398.25722101
World Geodetic System 1984 (WGS – 84)	6378137m	6356752.3152 m	1/298.257223563

Elipsoidi kullanan ülkeler; Arjantin, Danimarka (1928'den sonra), Belçika, Yeni Zelanda, Kanarya Adaları, Türkiye, Bulgaristan (1946'dan sonra), Finlandiya, Portekiz (1926'dan sonra), İtalya şeklinde sıralanır (1940'tan sonra). Ayrıca Baltık çelengi, merkezi ve Avrupa üçgenleme ağlarının hesabında da kullanılmıştır (Serbetçi, 1996).

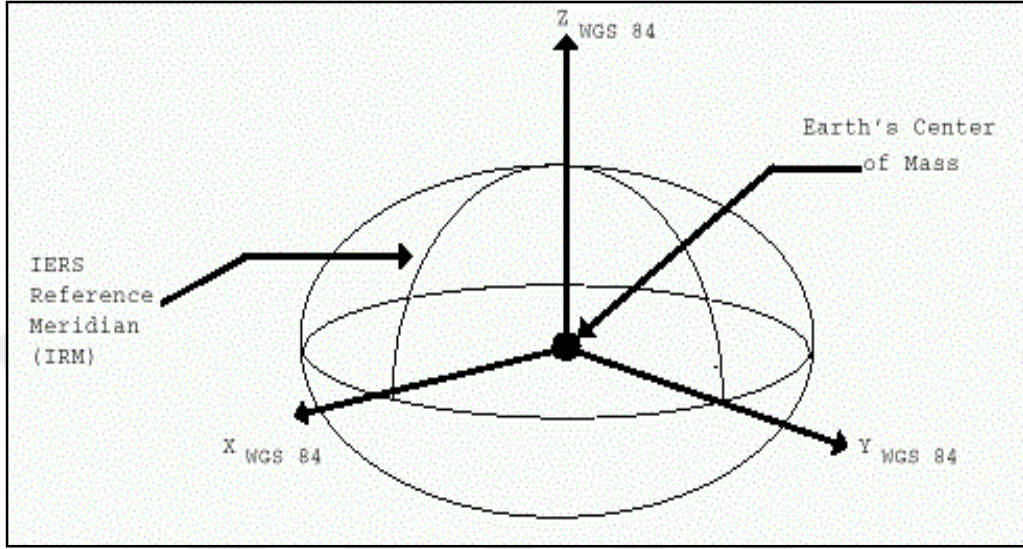
Hayford Elipsoidinin parametreleri ise şöyledir:

- $a=6378388\text{m}$
- $b=6356911.9461$
- $m f=1/297$
- $e=0.08199188998$

### 3.3.2. WGS84 Datumu

Uydu teknolojisi gelişimiyle, konum belirleme çalışmalarında kullanılmaya başlanmasıyla, jeodezik ağların kurulması ve nokta koordinatlarının belirlenmesi işlemleri, yatay ve düşey konum bileşenleriyle birlikte ele alındığı, farklı bir boyut kazanmıştır. Bu sistem, yersel üç boyutlu bir koordinat sistemi ve milletlerarası yersel koordinat sistemidir. Uydulardan toplanan bütün konum bilgileri hesaplanabilmektedir (Arslan, 1997). Geliştirilen bu sisteme ek hesaplanmış dönüşüm katsayıları yardımıyla, bu sistemin çok sayıdaki yerel ve bölgesel datuma bağlanması mümkün olmuştur (Kumar, 1993). Sistemdeli orijini dünyanın ağırlık merkezidir, Z eksenini BIH (Bureau International l'Heure) tarafından 1984 yılı için belirlediği

CTP'den geçmekte, X eksenini ortalama Greenwich meridyen düzlemi ile ekvator düzleminin kesişim doğrultusu olarak tanımlanmıştır. Y eksenini, yer merkezli bu koordinat sisteminde ekvator düzlemi üzerinde X ekseninden doğu yönüne doğru 90° açı yapacak konumda tanımlanmıştır.



Şekil 3.6: WGS84 sistemi.

WGS84 elipsoidi NNSS'e ait 1500 adet Doppler istasyon noktasının yeryüzünde en doğru şekilde dağılımının koordinatlarıyla gerçekleştirilmiştir. (Üstün, 1996) Tablo 3.2'de WGS84 parametrelerini göstermektedir.

Tablo 3.2: WGS84 parametreleri.

Parametre	Sembol	Değer
Büyük Yarı eksen	a	6378137.0 m
Gravite Potansiyelinin Normalleştirilmiş İkinci Derece Zonal Harmonik Katsayı	$C_2$	$-484.1685 \times 10^{-9}$
Yeryuvarının Açısal Hızı	w	$7292115 \times 10^{-11} \text{ rad/sn}$
Yeryuvarının Atmosfer İçindeki Çekim Katsayısı	GM	$3986005 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{sn}$

### 3.3.3. ITRF96 Datumu

Uluslararası Jeodezi ve Jeofizik Birliği tarafından 1979 yılında referans elipsoidi olarak kabul edilmiştir. Dünyanın birçok yerinde temel referans elipsoidi olarak kullanılmış ve referans elipsoidi olarak seçilmiştir [Demirtaş, 2006]. Ülkemizde, Büyük Ölçekli Harita ve Harita Bilgileri Üretim Yönetmeliğinin (BÖHHÜY) 2005 yılında yürürlüğe girmesi ile birlikte, resmi datum olarak kullanılmaya başlanmıştır.

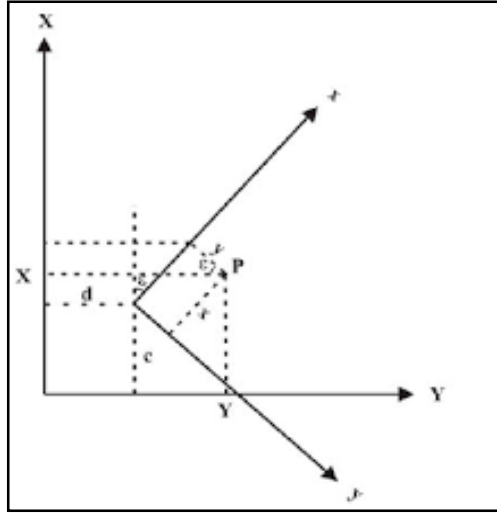
## 3.4. Koordinat Transformasyonu

### 3.4.1. İki Boyutta Benzerlik Transformasyonu

Bu dönüşümde, birinci sistemdeki “xy” koordinatları, ikinci sistemdeki “XY” olarak bilinen ya da yeterli sayıdaki eşlenik nokta koordinatlarından yararlanarak hesaplanan, dönüşüm parametreleri vasıtasıyla dönüştürülür. Dönüşümün amacına göre ve her iki sistemde koordinatları belirli nokta sayısına göre benzerlik, affin, projektif dönüşüm yöntemlerinden birisi kullanılır. Dönüşüm yapılmasının ardından herhangi bir değişiklik yoksa ortaya çıkan duruma benzerlik dönüşümü denir. Benzerlik dönüşümünde karşılaşılan durumlar şunlardır: Düzgün geometrik şekillerin alanları aynı oranda küçülür ya da büyür, şekiller dönüşümden sonra esas şekle benzer, açılarının mutlak değerleri değişmez kalır (Pektekin, 1989). Elde edilen yeni sistemdeki koordinatlar “X, Y” ile hesaplanan semt açıları ve kenar uzunlukları, eski sistemdeki “x, y” koordinatları ile hesaplanan değgerlere göre farklı sonuç çıkar.. Şekiller bir önceki şekle benzerdir ve dolayısıyla kırılma açıları korunur (Tanık, 2003).

Şekil 3.7’ deki;

- x ve y : 1. Sistemin koordinatları,
- X ve Y : 2. Sistemin koordinatları
- $\epsilon$  : İki koordinat sistemi arasındaki dönüklük açısı
- c ve d : Öteleme elemanları
- m : Ölçek faktörü



Şekil 3.7: İki boyutta benzerlik dönüşümü.

Şekilde gösterilen “P” noktasına göre her iki sistemdeki koordinatlar arasında,

$$X = x.m.\cos \varepsilon - y.m.\sin \varepsilon + c \quad (3.1)$$

$$Y = m.\sin \varepsilon + y.\cos \varepsilon + d \quad (3.2)$$

eşitlikleri yazılabilir.

$$a = m.\cos \varepsilon, b = m.\sin \varepsilon \quad (3.2)$$

eşitliği göz önüne alınırsa, benzerlik dönüşümünün eşitlikleri

$$X = a.x - by + c \quad (3.3)$$

$$Y = a.y + b.x + d$$

a, b, c, d katsayıları dönüşüm parametreleri

m ölçek katsayısı

iki dik koordinat sistemi arasındaki  $\varepsilon$  dönüklüğü,

$$m = \sqrt{a^2 + b^2}$$

$$\tan \varepsilon = \frac{a}{b}$$
(3.4)

olur. (Tanık, 2003; Mikhail ve Weerawong, 1997). Helmert dönüşümünde (Benzerlik) dört adet parametre sırasıyla; ölçek, dönüklük ve iki adet parametredir (Mitsakaki, 2004). Dört parametrenin çözümü için bu dört 15 parametreye karşılık gelen her iki sistemde koordinatları bilinen en az iki ortak noktaya ihtiyaç duyulur. Ortak nokta sayısının ikiden fazla olması durumunda dönüşüm parametreleri bir parametre kestirim yöntemine (EKK) göre hesaplanır. Nokta sayısına göre üç veya daha fazla olması durumunda, nokta sayısının iki katı kadar düzeltme denklemleri yazılmalıdır (Yaşayan, 1978).

$$\begin{aligned}
 ax_1 - by_1 + c &= X_1 + Y_{x_1} \\
 ay_1 - bx_1 + d &= Y_1 + V_{y_1} \\
 &\dots \\
 ax_n - by_n + c &= X_n + Y_{x_n} \\
 ay_n - bx_n + d &= Y_n + V_{y_n}
 \end{aligned}$$
(3.5)

$$A = \begin{bmatrix}
 x_1 & -y_1 & 1 & 0 \\
 y_1 & x_1 & 0 & 1 \\
 \dots & \dots & \dots & \dots \\
 \dots & \dots & \dots & \dots \\
 x_n & -y_n & 1 & 0 \\
 y_n & -x_n & 0 & 1
 \end{bmatrix}_{2n \times 4}$$

[Web 5,2022]

$$X = \begin{bmatrix} a \\ b \\ c \\ d \end{bmatrix}_{4 \times 1} \quad l = \begin{bmatrix} X_1 \\ Y_1 \\ \dots \\ \dots \\ X_n \\ Y_n \end{bmatrix}_{2n \times 1} \quad V = \begin{bmatrix} V_{X_1} \\ V_{Y_1} \\ \dots \\ \dots \\ V_{X_n} \\ V_{Y_n} \end{bmatrix}_{2n \times 1} \quad (3.6)$$

X: Bilinmeyenler Matrisi

$$N = A^T P A \quad n = A^T P l$$

$$X = N^{-1} n \quad (3.7)$$

eşitlikleriyle hesaplanır. Bilinmeyenleri bulduktan sonra;

$$V = AX - l \quad (3.8)$$

eşitliğiyle ortak noktalara getirilecek düzeltmeler hesaplanır. Dolaylı ölçüler dengelemesine göre birim ölçünün ortalama hatası ya da x, y ortak koordinatlarından herhangi birinin ortalama hatası;

$$m_0 = m_x = m_y = \pm \sqrt{\frac{[V_x^2 + V_y^2]}{2n - 4}} \quad (3.9)$$

Bir “P” noktasının konum hatası;

$$m_p = \pm m_0 \sqrt{2} = \pm \sqrt{\frac{[V_x^2 + V_y^2]}{n - 2}} \quad (3.10)$$

$$F(x, y, X, Y) = a(x + V_x) + b(y + V_y) + c - (X + V_x) = 0 \quad (3.11)$$

$$G(x, y, X, Y) = d(x + V_x) + b(y + V_y) + f - (Y + V_y) = 0$$

yazılabilir (3.11) .Bu eşitlikleri lineer hale getirmek için değişkenlerin kısmi türevi;

$$\begin{aligned}
 \frac{\partial F}{\partial x} &= a & \frac{\partial F}{\partial y} &= -b & \frac{\partial F}{\partial X} &= -l \\
 \frac{\partial F}{\partial a} &= x & \frac{\partial F}{\partial b} &= -y & \frac{\partial F}{\partial c} &= l \\
 \frac{\partial G}{\partial x} &= b & \frac{\partial G}{\partial y} &= a & \frac{\partial G}{\partial Y} &= -l \\
 \frac{\partial G}{\partial a} &= y & \frac{\partial G}{\partial b} &= x & \frac{\partial G}{\partial d} &= l
 \end{aligned} \tag{3.12}$$

(3.12) eşitliklerinin kısmi türevler alındıktan sonra, her bir nokta eşitliği için matris gösterimi;(İnal ve Turgut, 2001).

$$\begin{bmatrix} a_0 & -b_0 & -1 & 0 \\ b_0 & a_0 & 0 & -1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_x \\ V_y \\ V_x \\ V_y \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} x & -y & 1 & 0 \\ y & x & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X & -(a_0x - b_0y + c_0) \\ Y & -(b_0x + a_0y + d_0) \end{bmatrix} \tag{3.13}$$

B                      V                      A                      X                      K

$$Q = \frac{1}{\sigma_0^2} \begin{bmatrix} \sigma_{x_1}^2 & & & & & \\ & \sigma_{y_1}^2 & & & & \\ & & \sigma_{x_1}^2 & & & \\ & & & \sigma_{y_1}^2 & & \\ & & & & \dots & \\ & & & & & \dots \end{bmatrix} \tag{3.14}$$

Ağırlık matrisi (W), bilinmeyenler vektörü (X), ve düzeltmeler vektörü (V);

$$W = (BQB^T)^{-1} \tag{3.15}$$

$$X = (A^TWA)^{-1} A^T WK$$

$$V = AX - K$$

eşitlikleriyle hesaplanır. 1. iterasyondan sonra B, W ve K matrisleri hesaplanan parametreler kullanılarak yeniden oluşturulur. Parametreler arasında fark olmayana dek tekrar edilir. (WolfandGhilani, 1997; İnal ve Turgut, 2001).

### 3.4.2. Affin Transformasyonu

Düzlem koordinatlarının dönüştürülmesinde jeodezide genellikle benzerlik dönüşümü kullanılmasına rağmen, fotogrametri ve kartoğrafyada durum aynı değildir,

çünkü film, kağıt veya benzeri maddeler deformasyona uğradıkları zaman her iki eksen boyunca bozulmalar aynı olmadığından afin dönüşümü seçilir. (Kılıçoğlu, 1995; Turgut ve İnal, 2003; Başçiftçi ve diğ., 2004). Afin dönüşümü x ve y yönlerinde farklı ölçekte olması ve koordinat eksenlerinin dik olmadığı için benzerlik dönüşümünden ayrılır (Wolf ve Dewitt, 2000).

Afin dönüşümünde x ve y koordinat eksenleri yönünde 2 ölçek faktörü, 2 öteleme ve 2 dönüklük olmak üzere toplam altı adet parametrenin çözümü için her iki sistemde koordinatları bilinen üç noktaya ihtiyaç vardır. Ortak noktaların sayısının üçten fazla olursa dönüşüm parametreleri EKK yöntemine göre dengelemeyle hesaplanır. (İnal ve Turgut, 2001). Afin dönüşümünde iki ayrı koordinat sistemi arasındaki ilişki;

$$X = ax + by + c \quad (3.16)$$

$$Y = dx + ey + f$$

eşitlikleriyle ifade edilir. EKK yöntemine göre dengelemeli çözüm için (3.16) eşitlikleri vasıtasıyla nokta adedinin iki katı kadar düzeltme denklemi yazılır.

$$A = \begin{bmatrix} x_1 & y_1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & x_1 & y_1 & 1 \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ x_n & y_n & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & x_n & y_n & 1 \end{bmatrix}_{2n \times 6} \quad (3.17)$$

$$X = \begin{bmatrix} a \\ b \\ c \\ d \\ e \\ f \end{bmatrix}_{6 \times 1} \quad L = \begin{bmatrix} X_1 \\ Y_1 \\ \cdots \\ \cdots \\ X_n \\ Y_n \end{bmatrix}_{2n \times 1} \quad L = \begin{bmatrix} V_{X_1} \\ V_{Y_1} \\ \cdots \\ \cdots \\ V_{X_n} \\ V_{Y_n} \end{bmatrix}_{2n \times 1} \quad [\text{Web 5, 2022}]$$

Dönüşüm parametreleri (3.17) matrislerle hesaplanır. Bir ölçünün bir koordinatının ortalama hatası dolaylı ölçüler dengelemesiyle hesaplanır.

$$m_0 = m_x = m_y = \pm \sqrt{\frac{[V_x^2 + V_y^2]}{2n - 6}} \quad (3.18)$$

Bir "P" noktasının konum hatası;

$$m_p = \pm m_0 \sqrt{2} = \pm \sqrt{\frac{[V_x^2 + V_y^2]}{n - 3}} \quad (3.19)$$

$$\begin{bmatrix} a_0 & -b_0 & -1 & 0 \\ d_0 & e_0 & 0 & -1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_x \\ V_y \\ V_x \\ V_y \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} x & y & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & x & y & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} d_a \\ d_b \\ d_c \\ d_d \\ d_e \\ d_f \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X & -(a_0x + b_0y + c_0) \\ Y & -(d_0x + e_0y + f_0) \end{bmatrix} \quad (3.20)$$

$$F(x, y, X, Y) = a(x + V_x) + b(y + V_y) + c - (X + V_x) = 0$$

$$G(x, y, X, Y) = d(x + V_x) + e(y + V_y) + f - (Y + V_y) = 0 \quad (3.21)$$

$$F = X = \frac{a_1x + b_1y + c_1}{a_3x + b_3y + 1} \quad (3.22)$$

$$G = Y = \frac{a_2x + b_2y + c_2}{a_3x + b_3y + 1}$$

$$A = \begin{bmatrix} \left(\frac{\partial X}{\partial a_1}\right)_0 & \left(\frac{\partial X}{\partial b_1}\right)_0 & \left(\frac{\partial X}{\partial c_1}\right)_0 & 0 & 0 & 0 & \left(\frac{\partial X}{\partial a_3}\right)_0 & \left(\frac{\partial X}{\partial b_3}\right)_0 \\ 0 & 0 & 0 & \left(\frac{\partial Y}{\partial a_2}\right)_0 & \left(\frac{\partial Y}{\partial b_2}\right)_0 & \left(\frac{\partial Y}{\partial c_2}\right)_0 & \left(\frac{\partial Y}{\partial a_3}\right)_0 & \left(\frac{\partial Y}{\partial b_3}\right)_0 \end{bmatrix} \quad (3.23)$$

$$X = \begin{bmatrix} da_1 \\ db_1 \\ dc_1 \\ da_2 \\ db_2 \\ dc_2 \\ da_3 \\ db_3 \end{bmatrix}_{8 \times 1} \quad L = \begin{bmatrix} X_1 - X_{01} \\ Y_1 - Y_{01} \\ X_2 - X_{02} \\ Y_2 - Y_{02} \\ \dots \\ \dots \\ X_n - X_{0n} \\ Y_n - Y_{0n} \end{bmatrix}_{2n \times 1}$$

[Web 5, 2022]

$$\begin{aligned} \frac{\partial X}{\partial a_1} &= \frac{x}{a_3x + b_3y + 1}, \quad \frac{\partial X}{\partial b_1} = \frac{y}{a_3x + b_3y + 1}, \quad \frac{\partial X}{\partial c_1} = \frac{1}{a_3x + b_3y + 1} \\ \frac{\partial Y}{\partial a_2} &= \frac{x}{a_3x + b_3y + 1}, \quad \frac{\partial Y}{\partial b_2} = \frac{y}{a_3x + b_3y + 1}, \quad \frac{\partial Y}{\partial c_2} = \frac{1}{a_3x + b_3y + 1} \\ \frac{\partial X}{\partial a_3} &= -\frac{a_1x + b_1y + c_1}{(a_3x + b_3y + 1)^2} x, \quad \frac{\partial X}{\partial b_3} = -\frac{a_1x + b_1y + c_1}{(a_3x + b_3y + 1)^2} x \\ \frac{\partial Y}{\partial a_3} &= -\frac{a_2x + b_2y + c_2}{(a_3x + b_3y + 1)^2} x, \quad \frac{\partial Y}{\partial b_3} = -\frac{a_2x + b_2y + c_2}{(a_3x + b_3y + 1)^2} x \end{aligned} \quad (3.24)$$

### 3.4.3. Polinomlarla Transformasyon

Bükülmeye dikkat edildiği, sürekli ve pratik kullanımı olan dönüşüm yöntemlerinden biridir. Katsayıların bulunmasında ortak noktaların enlemleri ve

boylamları ile EKK yöntemiyle dengelenir. Dengeleme anlamlı sonuçlar çıkana kadar devam eder. Enlemler için polinom katsayılarını “ $a_{00}, a_{10}, a_{01} \dots$ ” ile, boylamlar için polinom katsayılarını “ $b_{00}, b_{10}, b_{01} \dots$ ” ile, enlemleri  $\varphi$  veya B ile, enlemler için dönüşüm değerlerini  $\Delta\varphi$  veya DB ile, boylamları  $\lambda$  veya L ile, boylamlar için dönüşüm değerlerini  $\Delta\lambda$  veya  $\Delta L$  ile gösterecek olursak, örneğin enlemler ve boylamlar için dönüşüm değerlerinin hesaplanması için 3’üncü dereceden polinomlar aşağıdaki gibi yazılabilir (İGNA Raporu, 2005).

$$\Delta\varphi_i = a_{00} + a_{10}U_i + a_{01}V_i + a_{20}U_i^2 + a_{11}U_iV_i + a_{02}V_i^2 + a_{30}U_i^3 + a_{21}U_i^2V_i + a_{12}U_iV_i^2 + a_{03}V_i^3 + \dots \quad (3.25)$$

$$\Delta\lambda_i = b_{00} + b_{10}U_i + b_{01}V_i + b_{20}U_i^2 + b_{11}U_iV_i + b_{02}V_i^2 + b_{30}U_i^3 + b_{21}U_i^2V_i + b_{12}U_iV_i^2 + b_{03}V_i^3 + \dots \quad (3.26)$$

şeklinde ifade edilir. (3.25) ve (3.26) eşitliklerinde geçen “ $\Delta\varphi_i$  ve  $\Delta\lambda_i$ ” değerleri;

$$\Delta\varphi_i = \varphi_i^{1.sistem} - \varphi_i^{2.sistem}$$

$$\Delta\lambda_i = \lambda_i^{1.sistem} - \lambda_i^{2.sistem}$$

$$U_i = (\varphi_i - \varphi_0) * k \quad (3.27)$$

$$V_i = (\lambda_i - \lambda_0) * k$$

$$\varphi_0 = [\varphi] / n$$

$$\lambda_0 = [\lambda] / n$$

eşitlikleriyle hesaplanır.

n= ortak nokta sayısı

Başlangıç noktası =( $\varphi_0$  veya B0,  $\lambda_0$  veya L0)

k=ölçek katsayısı

İlk durumda bazı noktaların U ve V değerleri pozitif, bazı noktalarinsa negatif işaretli olacaktır, ayrıca farklar alınırken daha çok işlem yapmak gerekmektedir. İkinci durumda bütün U ve V değerleri pozitif işaretli olacak ve farkların hesaplanması daha basit olacak, hatta hemen gözle hesaplanacaktır (IGNA Raporu, 2005). Katsayılar ortak noktalar yardımıyla, dolaylı ölçüler dengelemesi çözümüyle elde edilir. Elde edilen parametrelerle hesaplanacak bağıl koordinatlar, 2.Sistemdeki koordinatlarla (3.28) eşitliğine göre toplanarak 1.sistemin koordinatlarıyla hesaplanır.

$$\varphi_i^{1.sistem} = \varphi_i^{2.sistem} + \Delta\varphi_i \quad (3.28)$$

$$\lambda_i^{1.sistem} = \lambda_i^{2.sistem} + \Delta\lambda_i$$

POPE yöntemiyle düzeltmelerin test değerleri aşağıdaki eşitlikle hesaplanmaktadır.

$$T = \frac{|V_i|}{m_0 \sqrt{q_{ViVi}}} \quad (3.29)$$

### 3.5. Projeksiyon

Projeksiyon fiziksel yeryüzünün geometrik bir yüzey üzerine iz düşürülmesine denir. Yerküre'nin tamamı veya bir bölümü harita üzerine aktarılırken projeksiyon sistemleri kullanılır.

Yerkürenin, projeksiyon yüzeyine aktarılırken, üç tip deformasyondan biri sabit tutularak aktarılması ile 27 adet temel projeksiyon türü elde edilir. Projeksiyon Seçimi yaparken; çizim ölçeğine yapılacak bölgenin konumu ve büyüklüğüne bağlı olarak değişir. Projeksiyon seçerken bir lokasyona ait enlem ve boylam koordinat değerleri değişmez, Sadece X ve Y kartezyen koordinatları değişmektedir.

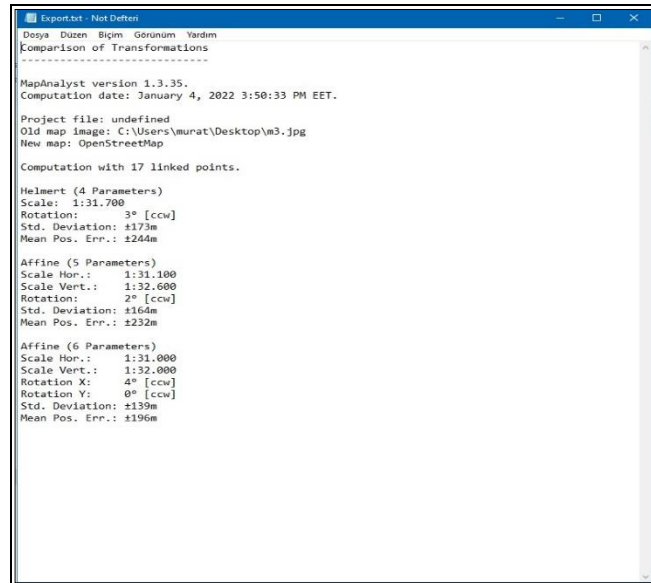
## 4. MAPANALYST VE ARCMAP YAZILIMLARI

### 4.1. MapAnalyst Yazılımı

MapAnalyst, eski haritaların doğruluk analizi için bir ücretsiz bir yazılım uygulamasıdır. Ana amacı, eski haritaların geometrik doğruluğunu ve bozulmasını gösteren bozulma ızgaralarını ve diğer görselleştirme türlerini hesaplamaktır [Web 1, 2021].

MapAnalyst, tüm kullanıcılar tarafından ücretsiz olarak kullanılabilir ve açık kaynak kodu, Java programlama becerisine sahip herkes tarafından genişletilebilir. Yazılım, teknik altyapıya sahip olmayan tarihçilerin eski haritaların geometrisini kolayca analiz etmesine olanak tanıyan, kullanıcı dostu bir arayüze özel olarak odaklanılarak tasarlanmıştır.

MapAnalyst, eski bir haritada ve yeni bir referans haritasında kontrol noktası çiftleri kullanır. Kontrol noktaları, distorsiyon ızgaraları, yer değiştirme vektörleri, doğruluk çemberleri ve yerel ölçek ve dönüş izolinleri oluşturmak için kullanılır ve ayrıca yan ürün olarak MapAnalyst, eski haritanın ölçeğini, dönüşünü ve istatistiksel göstergelerini de hesaplar. Şekil 4.1 MapAnalyst yazılımına ait örnek export dosyası gösterilmektedir.



```
Export.txt - Not Defteri
Dosya Düzen Biçim Görünüm Yardım
Comparison of Transformations
-----
MapAnalyst version 1.3.35.
Computation date: January 4, 2022 3:50:33 PM EET.

Project file: undefined
Old map image: C:\Users\murat\Desktop\m3.jpg
New map: OpenStreetMap

Computation with 17 linked points.

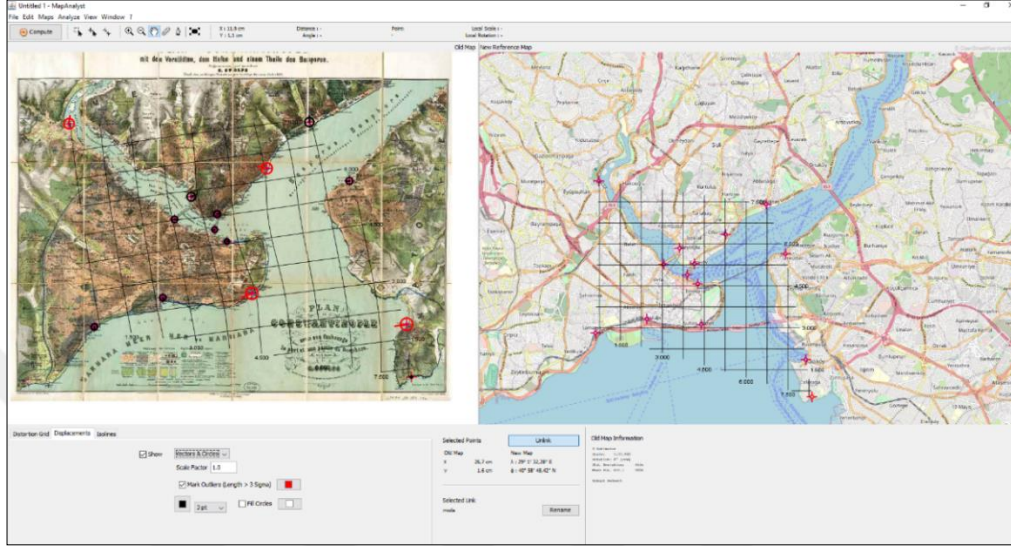
Helmert (4 Parameters)
Scale: 1:31.700
Rotation: 3° [ccw]
Std. Deviation: ±173m
Mean Pos. Err.: ±244m

Affine (5 Parameters)
Scale Hor.: 1:31.100
Scale Vert.: 1:32.600
Rotation: 2° [ccw]
Std. Deviation: ±164m
Mean Pos. Err.: ±232m

Affine (6 Parameters)
Scale Hor.: 1:31.000
Scale Vert.: 1:32.000
Rotation X: 4° [ccw]
Rotation Y: 0° [ccw]
Std. Deviation: ±139m
Mean Pos. Err.: ±196m
```

Şekil 4.1: MapAnalyst'e ait export örneği.

MapAnalyst'in ana penceresi dikey olarak iki bölüme ayrılmıştır: pencerenin sol tarafı analiz edilecek eski haritayı, sağ tarafı ise modern bir referans haritasını göstermektedir (Şekil.4.2). Her iki haritadaki kırmızı çarpılar kontrol noktalarıdır. Eski haritadaki her nokta yeni haritadaki karşılık gelen bir noktayla bağlantılıdır.



Şekil.4.2: MapAnalyst menü gösterimi.

Pencerenin alt kısmında analiz parametreleri özelleştirilebilir. Sol alt kısım, farklı doğruluk görselleştirmelerini yapılandırmak için arayüz öğelerinden oluşur. Sağ alt kısım, kontrol noktası çiftlerinin bağlanmasına izin verir ve eski haritanın hesaplanan ölçeğini ve dönüşünü gösterir.

#### 4.1.1. Harita Gösterimi Hakkında

Gösterim menüsü, haritanın o anda görünür olan alanını ve öğelerinin görünürlüğünü kontrol eder. Haritanın geçerli ölçeğini Yakınlaştır veya Uzaklaştır'ı seçilerek değiştirilebilir. Alternatif etkileşimli araçlar Araç Çubuğunda bulunabilir.

Eski haritanın gösterimi "Show all in old map" ile, güncel haritanın gösterimi "Show all in new map" seçeneği seçilerek sağlanabilir. "Show Point" ile kontrol noktaların gösterimi sağlanır. "Show old map" ve "Show new reference map" seçenekleri seçimi ile OpenStreetMap üzerinden raster harita görüntülerini gösterme ya da gizleme sağlanır.

### 4.1.2. Araç Çubuğu Hakkında

Araç çubuğu, programda pencerenin sol üst köşesinde bulunur. Araç Çubuğu altında bir kaç buton bulunmaktadır. İlgili butonları görmek için fare imleci ile araç çubuğu tıklanarak erişim sağlanır.

Hesapla butonuna basıldığında eski haritanın ölçeği ve dönüşü hesaplanır ve farklı görselleştirmeler ile güncellenir ve hesaplama birkaç saniye sürebilir. Hesaplama süresi, bağlı noktaların sayısına, seçilen dönüşüme, farklı görselleştirme ayarlarına ve bilgisayarın hızına göre değişebilir.

Noktaları düzenleme butonu noktaları seçmek, yerleştirmek ve taşımak için üç seçenek sunar. Noktaların etkinleştirilmesi "Select points", "Set new point" ve "Move selected point" düğmeleri ile gerçekleştirilir.

Ölçme butonu ile iki nokta arasındaki mesafe ve açı ölçülebilir. "Measure distance and angle" düğmesi seçilir, ardından başlangıç noktasını tıklanır ve fare bitiş noktasına sürüklenir. Araç çubuğunun sağında, ölçülen mesafe ve açı gösterimi sağlanır.

Çizim butonu "Draw polygons" düğmesi ile poligon çizimi sağlanır. Haritaya bir kere tıklayarak poligon oluşturulur ve çift tıklama ile poligon kapatılır.

### 4.1.3. Noktalar ve Bağlantılar Hakkında

Eski veya yeni haritaya yeni bir nokta yerleştirmek için araç çubuğunda "Set New Point" düğmesini seçilir ve haritaya tıklanır. Yeni bir nokta yerleştirilirken önceden var olan tüm noktaların seçimi kaldırılır ve yeni nokta seçilir. Noktaların rengi değiştirilebilir.

Bağlantılı noktaları, istatistiksel değerlerin (örneğin ölçek ve dönüklük) hesaplanması ve farklı görselleştirmeler için önemlidir. Hesaplama için sadece bağlı noktalar kullanılır, bağlantısız noktalar dikkate alınmaz. Hesaplama yapmak için en az beş çift bağlantılı nokta gerekir.

İki noktayı birbirine bağlamak için, "Select Points" aracını kullanarak önce eski haritada bir noktayı sonra da yeni haritada ki bir noktayı seçilir. Haritaya yeni bir nokta yerleştirdikten sonra, noktanın otomatik olarak seçildiğini unutulmamalıdır. Ardından pencerenin alt kısmındaki "Link Points" düğmesine basılır. Son olarak, yeni bağlı nokta çiftine bir ad vermeniz istenecektir. Yeni oluşturulan bağlantılı nokta çiftinin adı ve koordinatlarının "Link Points" düğmesinin altında görüntülenecektir.

Bir çift bağı noktayı yeniden adlandırmak için, önce bunlardan birine tıklanarak seçilir. Bağlantılı bir noktaya tıkladığında eşleştirilen diğer nokta otomatik olarak diğer haritada seçildiği unutulmamalıdır. Pencerenin alt kısmındaki "Rename" düğmesine basılarak noktanın yeni adı yazılır. MapAnalyst, noktaları içe ve dışa aktarmak için üç farklı seçenek sunar:

- Eski haritanın tüm noktalarını içe veya dışa aktarımı.
- Yeni haritanın tüm noktalarını içe veya dışa aktarımı.
- Sadece tüm bağlantılı noktaları içe veya dışarı aktarımı. Bu, eski ve yeni haritadaki noktaları birlikte aktarımını sağlayacaktır.

"File" – "Import Points" veya "File" – "Export Points", ardından "For Old Map" veya "For New Map" yada "Linked Points" ile yeni ve eski harita aktarımı yapılır.

Eski ve yeni haritada bulunan noktalar ile y eksenli koordinat sistemi üzerinde işlem yapılabilir.

Eski veya yeni haritalar için noktaları içe veya dışa aktarırken, MapAnalyst aşağıdaki ASCII formatına ihtiyaç duyar (Tablo 4.1).

Eski veya yeni harita için noktaları içe veya dışa aktarırken, MapAnalyst aşağıdaki ASCII biçimini gerektirir.

Tablo.4.1: ASCII formatı.

1. Sütun	2. Sütun	Sütun 3
Nokta Kimliği	X-Koordinatı	Y-Koordinat

MapAnalyst koordinatlarının birimleri; Metre, santimetre, milimetre, inç, piksel Coğrafi boylam/enlem koordinatları yalnızca OpenStreetMap referans haritasına yerleştirilmiş noktalar dışa aktarılırken kullanılabilir. Coğrafi koordinatlar, küresel yarıçapı 6378137 m olan standart web haritası verisi kullanılarak ondalık derece cinsindedir.

Piksel koordinatları, yalnızca bir harita görüntüsü (eski veya yeni) yüklendikten sonra kullanılabilir. OpenStreetMap referans haritası olarak kullanıldığında piksel koordinatları kullanılamaz. Eski harita için tüm koordinatların başlangıç noktasının haritanın sol alt köşesi olduğu unutulmamalıdır. ArcGIS Georeferencing aracı gibi

diğer yazılımlar, piksel cinsinden koordinatları belirtirken sol üst köşeyi orijin olarak kullanabilir. Bu gibi durumlarda, piksel koordinatlarını dönüştürmek için elektronik tablo yazılımını kullanır. Eski ve yeni harita için bağlantılı noktaları içe veya dışa aktarırken MapAnalyst aşağıdaki formatı kullanır:

Tablo 4.2: Eski ve yeni harita için ASCII formatı.

1. sütun	2. sütun	sütun 3	4. sütun	Sütun 5
Nokta Kimliği	X- Koordinatı Eski Haritası	Y- Koordinatı Eski Haritası	X- Koordinat Yeni Haritası	Y- Koordinatı Yeni Haritası

Eski ve yeni harita için bağlantılı noktaları birlikte içe aktarırken, tüm koordinatlar metre cinsinden olmalıdır. Bu, koordinatların “coğrafi” koordinatlarda (yani boylam ve enlem dereceleri) olması dışında, genellikle referans haritası için geçerlidir. Bu durumda, veriler biri eski harita için noktalar, diğeri yeni referans haritası için noktalar içeren iki dosyaya bölünmelidir. Ardından, eski ve yeni harita için noktaları ayrı ayrı içe aktarılmalıdır. Koordinatları metreye dönüştürmek için elektronik tablo yazılımını kullanılmalıdır. Örnek: Eski haritanız 600 x 600 milimetre ölçüyorsa, koordinatlarınız 0 ile 0,6 arasında olmalıdır.

Noktaları fare ile tıklayarak yeni referans haritasına yerleştirmek yerine, alternatif olarak noktalar doğrudan bir metin dosyasından çıkarılabilir. Dosya, yukarıdaki biçimi kullanarak yeni harita için adları, X koordinatlarını ve y koordinatlarını içermelidir. Noktaları seçin - Koordinat Listesinden Noktayı Yerleştirin. MapAnalyst isim listesini isteyecektir (bu yalnızca ilk seferde yapılmalıdır.)

#### 4.1.4. Dışa Aktarım

MapAnalyst, eski veya yeni raster görüntüleri, noktaları, doğruluk görselleştirmelerini, çizilmiş çizgileri ve çokgenleri içeren haritayı dışa aktarabilmektedir. MapAnalyst, haritanın görünür durumda bulunan tüm öğelerini dışa aktarır. Dışa aktarılan dosyanın içeriğini yapılandırmak için farklı harita öğelerinin görünürlüğünü değiştirmek yeterlidir.

“Select File-Export New Map Graphics” veya “Export Old Map Graphics” seçiminin ardından istenilen dosya formatı seçilmelidir. SVG, WMF, Ungenerate ve DXF vektör dosya formatı JPEG ve PNG raster dosya formatları desteklenen dosya formatlarıdır.

- ESRI Shape dosya formatı çoğu coğrafi bilgi sistemleri (CBS) tarafından desteklenmektedir. CBS ile veri alışverişinde önerilen formattır. Bu dosya formatı çizgileri ve noktaları desteklemektedir.
- Ölçeklenebilir vektör grafikleri (SVG), birçok vektör grafik uygulamasıyla düzenlenebilir. Ayrıca eklentiye sahip internet tarayıcıları tarafından görüntülenebilen bir vektör biçimidir. Dışa aktarılan SVG dosyası tüm doğruluk görselleştirmelerini ve tüm noktaları içermektedir.
- Windows meta dosyası (WMF), birçok vektör grafik yazılımı ile düzenlenebilen bir vektör grafik formatıdır. Dışa aktarılan WMF dosyası tüm doğruluk görselleştirmelerini ve tüm noktaları içerecektir. Raster harita görüntüsü dahil edilmeyecektir. Vektör grafik yazılımınız SVG'yi destekliyorsa, WMF yerine SVG kullanılması önerilmektedir.
- Ungenerate, bazı CBS uygulamaları ile okunabilen, vektörler için oluşturulmuş bir ASCII metin dosyası formatıdır. Ungenerate dosyalarında sadece satırlar saklanabilir. Raster harita görüntüsü veya noktaları Ungenerate dosyalarına aktarılamaz.
- DXF çoğu CAD, CBS ve vektör grafik uygulamaları tarafından okunabilen bir vektör biçimidir. DXF dosyaları sadece hata görselleştirmelerini içerir; noktalar veya raster harita görüntüleri dışa aktarılmaz.
- JPEG ve PNG, Web tarayıcıları veya grafik uygulamaları gibi çok sayıda program tarafından okunabilen raster görüntü dosyası formatıdır. JPEG veya PNG olarak dışa aktarırken görüntünün genişliğini piksel cinsinden girilmektedir. Doğruluk görselleştirmeleri, tüm noktalar ve harita görüntüsü dışa aktarılır.

#### 4.1.5. Eski ve Yeni Harita Görüntüleri Hakkında

MapAnalyst kullanılırken, OpenStreetMap penceresinin sağ yarısında görüntülenir. OpenStreetMap isteğe bağlı olarak raster biçiminde ki başka bir haritayla değiştirilebilir.

Bir harita görüntüsünü (eski veya yeni) içe aktarılırken, aşağıdaki dosya formatlarından birinde dijital raster görüntü olarak mevcut olması gerekir: JPEG (.jpg), PNG, GIF veya BMP. JPEG, PNG veya GIF formatlarının kullanılması gerekmektedir. Harita görüntüsünü (eski veya yeni) aktarmak için "Choose File - Import Old Map Image" ya da "File - Import New Map Image" seçimi yapılır. Taranmış haritalar, gerekli olan bellek için çok büyük olabilir. Resimlerin yaklaşık 5000 x 5000 piksel boyutunda olması gerekmektedir. Büyük raster görüntüler, kullanılan bilgisayarın hızına bağlı olarak MapAnalyst programını yavaşlatabilir. Mevcut hafıza miktarına bağlı olarak azami boyutta ki veri seçimi yapılmalıdır.

Eski haritanın ölçeğinin doğru bir şekilde hesaplanması için eski ve yeni haritanın boyutunun MapAnalyst tarafından doğru bir şekilde okunması önemlidir. MapAnalyst'in doğru boyutları kullandığını doğrulamak için "Use Maps - About the Maps" seçimi yapılmalıdır. Eski haritanın boyutunu belirlemek için, MapAnalyst görüntü dosyasına gömülü DPI bilgisini kullanır. Görüntü dosyasını oluşturmak için kullanılan yazılıma bağlı olarak, DPI bilgileri eksik veya yanlış olabilir. Eski harita görüntüsünün boyutunun doğru olduğunu doğrulamak için, araç çubuğundan "Maps - About the Maps" yada menü komutundan "Measure Distance and Angle" aracını kullanılması gerekmektedir. Aksi durumunda harita görüntüsünü Adobe Photoshop ile açılmalı, görüntü boyutu ayarlanmalı ve görüntü JPEG biçimini kullanılarak yeniden kaydedilmelidir. Bu işlemler sayesinde eski haritanın boyut kontrolü sağlanabilmektedir.

Yeni referans harita görüntüsünün coğrafi olarak tanımlanmış olması gerekmektedir. Yani görüntünün bir coğrafi referansı olması gerekmektedir. Aksi durumda eski haritanın ölçeğinin hesaplamaları yanlış olacaktır. MapAnalyst, yeni referans haritasını coğrafi olarak belirlemek için dünya dosyasını kullanır. Bu, yeni haritanın konumu ve boyutu hakkında bilgi içeren bir ASCII metin dosyasıdır. Referans harita resminiz coğrafi olarak referans gösterilmiyorsa, referans vermek ve bir dünya dosyası oluşturmak için bir coğrafi bilgi sistemi kullanılması gerekmektedir.

Dünya dosyası, resim dosyasıyla aynı adı taşımaktadır, ancak uzantısında farklılık gösterir:

- jpg için jgw dosyası seçilmeli,
- png için pgw dosyası seçilmeli,
- gif için gfw dosyası seçilmeli,
- bmp için bpw dosyası seçilmeli
- tif için tfw dosyası seçimi yapılmalıdır.

Dünya dosyaları, ASCII metin dosyalarını düzenleyebilen bir metin editörü ile düzenlenebilir. Dünya dosyaları 6 satırdan oluşmaktadır. Bunlar;

Satır 1: x yönünde bir pikselin boyutu

Satır 2: ilk dönüşüm terimi (genellikle 0)

Satır 3: ikinci dönüşüm terimi (genellikle 0)

Satır 4: Y yönünde bir pikselin negatif boyutu

Satır 5: harita birimlerinde sol üst piksel merkezinin x koordinatı

Satır 6: harita birimlerinde sol üst piksel merkezinin y koordinatı

MapAnalyst'in piksel boyutunun x ve y yönünde eşit olması gerekmektedir. Buna ek olarak, her iki dönüşüm terimi (satır 2 ve 3) 0 olmalıdır.

#### 4.1.6. Dönüşümler

MapAnalyst, tüm istatistiksel değerlerin (örneğin; ölçek ve dönüşüm) ve görselleştirmelerin hesaplanması için geometrik dönüşümlere dayanmaktadır. Geometrik bir dönüşüm, iki nokta kümesi arasındaki farkları en aza indirmeyi sağlamaktadır. Bir haritadaki noktaları başka bir haritanın noktalarına dönüştürür.

MapAnalyst, eski haritanın noktalarını yeni haritanın noktalarına dönüştürebilir. Dönüşümün yönü "Analyze - Old Map" ve "Analyze - New Map" ile gerçekleştirilebilir. Yeni referans haritasındaki doğruluk görselleştirmelerini görüntülemek için "Analyze - New Map" seçimi yapılmalıdır.

MapAnalyst, eski haritanın ölçek ve dönüş açısını ana pencerede görüntüleri (Eski Harita Bilgisi). Eski haritanın ölçeği ve dönüşü için doğru değerler, Analiz Et > Eski Harita'yı seçildiğinde hesaplanır. Tüm noktalar için standart sapma ve ortalama

kare konum hatası da ana pencerede görüntülenir. Standart sapma, tüm noktaların doğruluğunun küresel bir ölçüsüdür. Ortalama kare konum hatası, standart sapmanın  $\sqrt{2}$  katıdır.

MapAnalyst birkaç dönüşüm türünü destekler. Bir dönüşüm seçmek için, "Analyze - Transformation" seçimi yapılır. Ardından aşağıda açıklanan farklı dönüşümlerden birinin seçimi yapılır.

Helmert dönüşümü, uygulamaların büyük çoğunluğu için en iyi seçimdir. 5 parametrelili afin dönüşümü, kağıdın büzülmesini saptamak için faydalı olabilir, yani kağıt, elyafların oryantasyonu nedeniyle belirgin bir yönel daralma olabilir. Bu durumda, 5 parametre dönüşümünün iki ölçek faktörü, önemli ölçüde farklı olacaktır. 6 parametrelili afin dönüşümü, haritadaki bazı kesilmeleri telafi etmek veya kesilme açısını hesaplamak için yararlı olabilir. 6 parametre dönüşümünün iki dönme açısı birbirinden önemli ölçüde farklıysa, bir makaslama vardır.

- Helmert 4 Parametri Dönüşüm :

Helmert dönüşümü bir haritanın noktalarını yatay ve dikey olarak çevirir ve ayrıca noktaları döndürür ve ölçeklendirir (yani dört parametre kullanır). Helmert dönüşümü çoğu uygulama için önerilen dönüşümdür.

- Afin 5 parametri dönüşüm :

Beş parametrelili afin dönüşümü, x ve y yönünde bir dönüş ve iki ölçek faktörü içerir. Eski haritanız tek taraflı olarak bozuk ise ve bu bozulmayı görselleştirmelerinizde göstermek istemiyorsanız bu dönüşüm kullanılmalıdır.

- Afin 6 parametri dönüşüm :

Altı parametrelili afin dönüşümü, x ve y yönünde bir çevirme, iki dönüş ve iki ölçek faktörü içerir, yani her iki eksen ayrı ayrı döndürülür ve ölçeklenir. Bu dönüşüm, x eksenini ve y eksenini dik olmadığında eski bir haritanın kesme açısını hesaplamak için kullanılabilir.

- Helmert dönüşümü :

Nokta setinizde düzensiz düzenlenmiş birçok araç varsa, sağlam bir Helmert dönüşümü kullanılmalıdır. Helmert dönüşümü kullanılırken, aykırı değerler hesaplamada daha az ağırlığa sahiptir.

Helmert dönüşümü, her bir nokta çiftinin ağırlığını belirlemek için tahmin yöntemini kullanır. MapAnalyst, üç farklı tahmin yöntemini destekler. "Analyze - Transformation - Robust Helmert Estimator" menüsünde ayarlanabilecek kendine özgü parametreler bulunmaktadır. Parametrelerini ayarlayabilmeniz için önce sağlam bir tahmin yöntemini seçmek gereklidir. Aşağıdaki tahmin yöntemleri arasından seçim yapılmasını gerekmektedir.

- Huber Tahmin Yöntemi

Huber tahmin yöntemi, tek bir 'K' parametresine dayanır. 'K' için önerilen değer 1,5 dur. Eğer 'K' değeri küçükse, belirsiz noktaların dönüşüm üzerinde daha küçük bir etkisi olur.

- V-Tahmin Yöntemi

V-tahmin yöntemi 'K' ve 'E' parametrelerine sahiptir. 'K' parametresi Huber tahmincisi ile aynı anlama sahiptir. 'K' parametresi belirsiz noktaların dönüşüm üzerinde daha küçük bir etkiye sahip olduğu anlamına gelir. 'E' parametresi kirlenme derecesidir. Eski harita eğer biraz kirliyse (0 .. 0.3) küçük bir değer seçin, eğer puanlarınız çok kirliyse yüksek bir değer seçimi yapılmalıdır (0.7 .. 1). V-tahmin yöntemi eski haritaların analizi için D. Beineke tarafından geliştirilmiştir.

- Hampel Tahmin Yöntemi

Hampel tahmin yöntemi 'A', 'B' ve 'C' olmak üzere üç parametresi vardır. 'A' ilk parametresi Huber veya V-tahmincisinde 'K' ile aynı anlama sahiptir. Eğer 'A' küçükse, o zaman belirsiz noktaların dönüşüm üzerinde daha küçük bir etkisi olur. 'B' parametresini ayarlayarak, dış noktaların ağırlığının daha da azaldığı bir bölünme noktası işaretlenebilir. Üçüncü parametre olan 'C', hesaplama için veri noktalarının dikkate alınmadığı bir sınırdır.

#### 4.1.7. Deformasyon Ağı

Deformasyon ağı, eski bir haritanın doğruluğunu görselleştirmek için kullanılan bir yöntemdir. Deformasyon ağı yapılandırılması ile ilgili tüm ayarlar "Distortion Grid" sekmesinde yapılır. Deformasyon ağını görüntülemek için "Display the distortion grid" seçimi yapılmalıdır. Döndürülmüş ve ölçeklenmiş, ancak deformasyonu olmayan gridleri göstermek için "Show undistorted grid" seçimi yapılmalıdır. Grid boyutu, her zaman yeni haritanın ölçeğini belirtir. Yeni haritaya metre cinsinden grid boyutunun girişi yapılmalıdır. Minimum grid sayısı 4, maksimum grid sayısı 200'dür.

Kapsam menüsü, deformasyon ağının şeklinin seçilmesine izin verir. Dikdörtgen seçildiğinde, tüm noktaları içeren dikdörtgen bir grid oluşacaktır. Grid uzantısını özelleştirmek için, önce kalem aracını kullanarak sınırlayıcı bir çokgen çizimi yapılmalı, ardından Özel Çokgen çizimi yapılmalıdır. Çokgen bu durumda haritadan kaybolur, ancak "Compute" (Hesapla) butonuna basıldığında gridin uzatılmasını sınırlamak için kullanılır.

#### 4.1.8. Yer Değiştirme Vektörleri ve Daireler

Yer değiştirme vektörleri, eski haritadaki her bir noktanın doğruluğunu grafiksel olarak gösterir. Vektörler, eski harita üzerinde noktayı çizen konumu, noktanın doğru konumu ile bağlar. Uzun bir vektör büyük bir hata olduğunu gösterir. Yer değiştirme vektörleri ve yer değiştirme çevrelerini görüntülemek için "Show" düğmesi seçimi yapılmalıdır.

Daireler, yer değiştirme vektörlerinin uzunluğunu göstermek için bir alternatiftir. Vektörlerin veya dairelerin gösterilip gösterilmeyeceğini seçmek için "Vectors, Circles or Vectors & Circles" seçimi yapılmalıdır. Bir dairenin çapı, dairenin alanı karşılık gelen yer değiştirme vektörünün uzunluğuyla orantılı olacak şekildedir. Ancak vektörler genellikle tercih edilmektedir. Çünkü oryantasyonları haritanın yerel bozulma yönünü gösterir. Vektörlerin uzunluğu ve dairelerin alanı bir ölçek faktörü ile çarpılabilir. Varsayılan ölçek değeri 1'dir. Bozulmaları görsel olarak vurgulamak için 1'den büyük bir değer seçimi yapılmalıdır.

Standart sapmanın üç katından daha büyük bir değere sahip vektörleri ve daireleri vurgulamak için "Mark Outliers" ( $L > 3$  Sigma) düğmesini seçimi yapılır. Bu satırlardaki son düğme kullanarak aykırılıklara özel bir renk atanabilmektedir.

#### 4.1.9. Eş uzunluk ve Eş Açı Deformasyon Eğrileri (İsolines)

Eş uzunluk ve eş açı deformasyon eğrileri sabit skala veya rotasyon noktalarını bağlarlar. Ölçek ve dönüklük lokal olarak haritada nasıl değiştiğini gösterirler. MapAnalyst, bağlanmış noktalara dayanan bir dizi yerel geometrik dönüşüm hesaplar. Yerel bir dönüşüm için tüm nokta çiftleri dikkate alınmaz, ancak yalnızca dönüşüm merkezi çevresinde belirli bir yarıçap içinde kalan noktalar dikkate alınır. Yerel dönüşümler seti daha sonra eş uzunluk ve eş açı deformasyon eğrilerini çıkarmak için kullanılır.

#### 4.1.10. Son Hesaplama Raporunda Yer Alan Bilgiler

Dönüşümün ayrıntılı değerlerini görüntülemek için, "Analyze - Show Report of Last Computation" seçimi yapılmalıdır. Raporunda dönüşümün formülü, hesaplanan parametreler için değerler ve bunların doğruluğu (standart sapma ve eski ve yeni haritanın birimlerinde ifade edilen ortalama pozisyon hatası dahil) bulunur. Diğer değerler (özellikle x ve y yönündeki çeviri değerleri) eski haritaların analizi için önemli değildir. Bununla birlikte, afin dönüşümlerini hesaplayan diğer yazılım uygulamalarının sonuçlarını doğrulamak için faydalıdır.

Standart sapma ve kök ortalama kare pozisyon hataları, hedef haritada (yeni harita) ve kaynak haritada (eski harita) ifade edilir. Her iki durumda da değerler metre cinsindedir. Hedef bölgedeki değerler (yeni harita) genellikle daha önemlidir. Kaynak haritadaki değerler (eski harita) hedef haritadaki ölçek ölçeği ile çarpılan değerlerle aynıdır. Bu değerler genellikle metre cinsinden ve eski haritanın boyutuna göre oldukça küçüktür.

Rapor penceresi ayrıca her nokta için Artık vektörleri görüntüler. Bu vektörler, ana pencerede "Displacements - Vectors in the main window" seçildiğinde görselleştirilir. Vektörler, haritacının eski harita üzerinde noktayı çizdiği konumu noktanın doğru konumu ile bağlar. Uzun bir vektör büyük bir hata olduğunu gösterir.

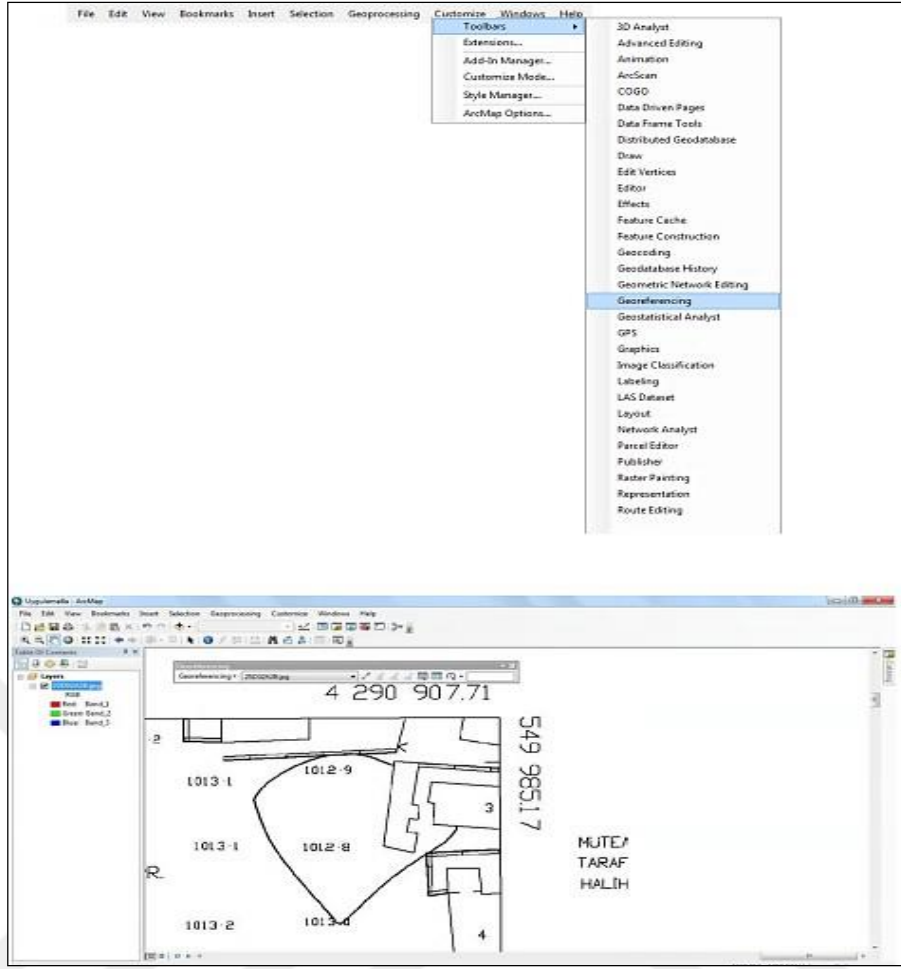
İlk sütun bir nokta kimliğidir, ikinci sütun yatay vektör bileşenini, üçüncü sütun dikey vektör bileşenini ve dördüncü sütun vektörün uzunluğunu gösterir. Eğer kalıntı vektör standart sapmanın üç katından uzunsa ( $\sigma > 3$ ), yıldız işaretiyle tanımlanmaktadır. Yıldız işareti Dördüncü sütundan sonra görüntülenmektedir.

## 4.2. ARCMAP Yazılımı

Coğrafi Bilgi Sistemlerinde veri üretim yöntemlerinden biri taranmış haritalar, hava fotoğrafları veya uydu görüntüleri gibi raster veriler üzerinde bulunan bina, yol gibi detayları ekran üzerinden program yardımıyla çizmektir (sayısallaştırma) [Web 6, 2022].

Pafta taranarak bilgisayar ortamına aktarıldığından dolayı ArcMap'te açıldığında Data View (Dünyanın gerçek görüntüsü) ekranında herhangi bir yerde gelecektir. Bu sebeple sayısallaştırma yapılacak olan raster verileri öncelikle dünya üzerindeki gerçek yerine taşınmamız gerekecektir. Bu taşıma işlemi raster haritaların koordinat değerlerinin girilmesiyle mümkündür. Raster haritaların coğrafi olarak koordinatlandırılması Georeferencing olarak adlandırılmaktadır.

Main *menu*'de yer alan Customize sekmesine gelip Toolbar'ı açılıp Toolbar'da yer alan araç çubuklarından Georeferencing tıklanmalıdır. Coğrafi koordinatlandırma yapabilmeniz için Georeferencing araç çubuğu ArcMap e eklenecektir.



Şekil 4.3: Georeferencing menüsünün aktif hale getirilmesi.

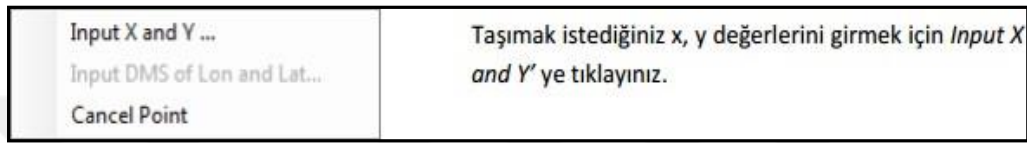
Georeferencing araç çubuğundabulunan Viewer aracına tıklayınca Image Viewer adında bir pencere açılacaktır.



Şekil 4.4: Georeferencing araç çubuğu üzerindeki viewer aracının kullanımı.

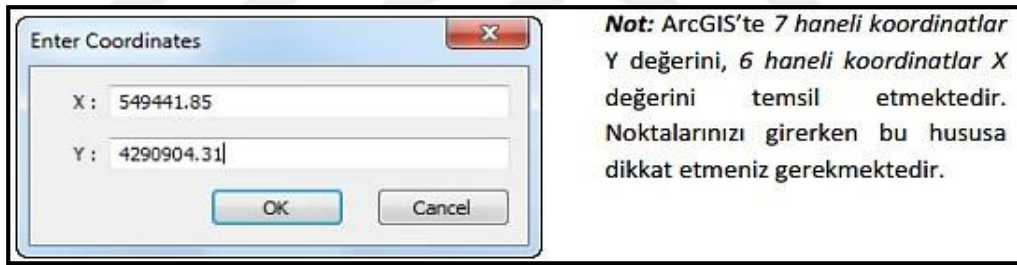
Image Viewer penceresinde paftanın sol üst köşesine yaklaşılr. X ve Y değerleri okunur. Georeferencing araç çubuğunda yer alan Add Control Points aracı koordinatları belirterek haritanızı taşıma işlemini gerçekleştirmektedir. Harita üzerinde köşe noktaları,grid(karelaj) ya da nirengi noktaları gibi değerleri bilinen noktalardaki değerler bu araç yardımıyla girilmektedir.

Haritanın sol üst köşesine iyice yaklaştıktan sonra tam köşe noktasına farenin sol tuşu ile birkez tıklanır. Böylece nokta atılmış olur. Fare ile sağ tıklama yapıldığında, ufak bir pencere açılacaktır

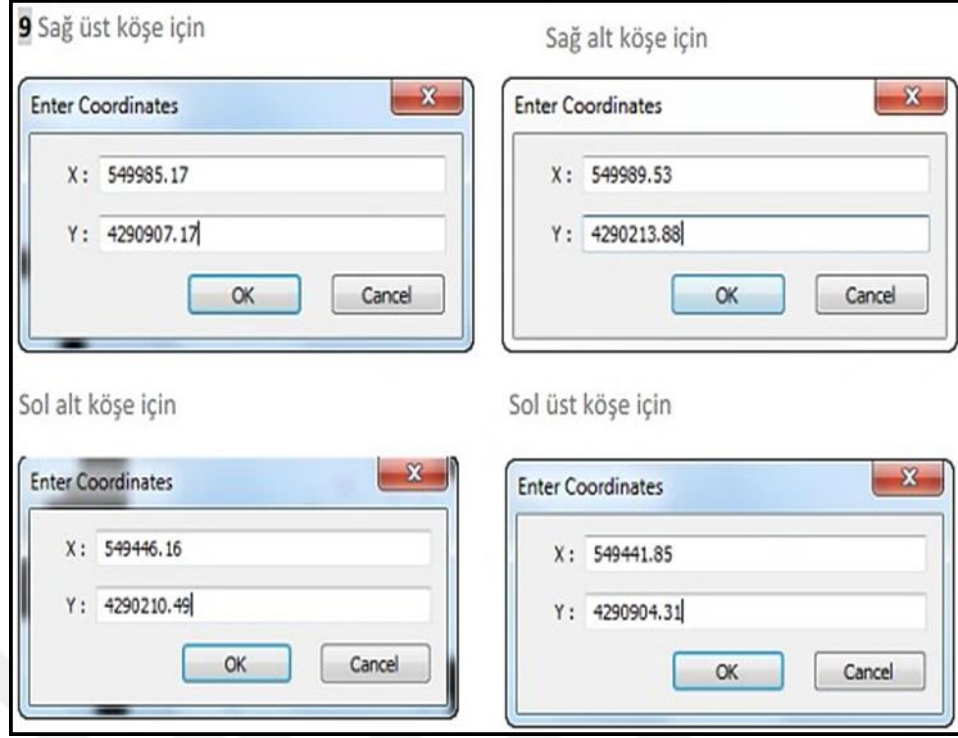


Şekil 4.5: X ve Y koordinat değerleri girme penceresi.

Sol üst köşede yazan koordinat değerlerini girilip ve OK butonuna tıklanır.

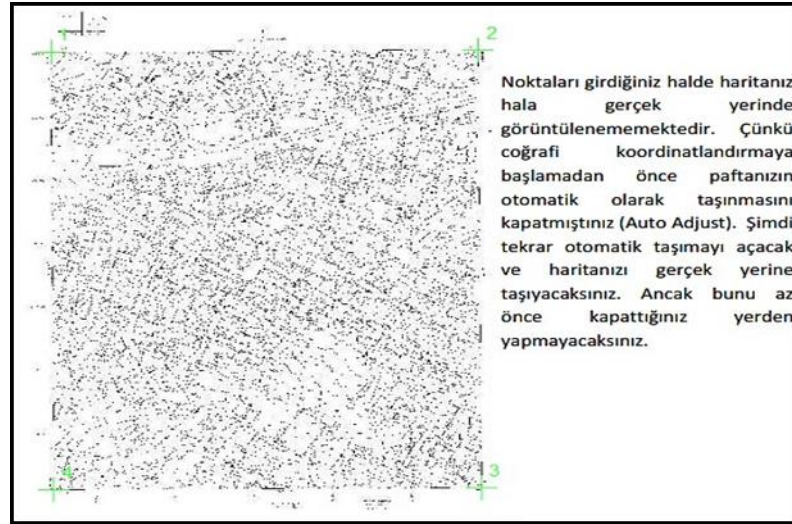


Şekil 4.6: X ve Y koordinat değeri girme.



Şekil 4.7: Köşe koordinatları girme.

Data Data View ekranında paftanızın köşelerinde nokta attığınız yerlerde yeşil renkler ve sayılar belirmiştir. 1 nolu nokta, koordinatını ilk girilen noktayı, 4 no'lu nokta ise koordinatı girilen son noktayı temsil etmektedir.

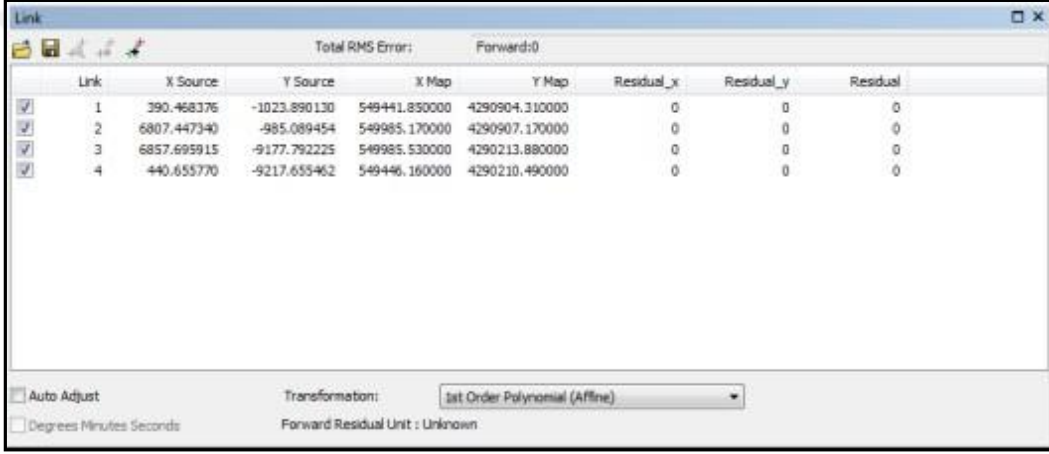


Şekil 4.8: Girilen noktaların pafta üzerinde görünümü.

Raster haritaları koordinatlandırıldığında, koordinatlandırma işleminin doğruluğunu kontrol etmeniz gerekmektedir. Aksi halde harita yamuk görüntülenebilir ya da gerçek yerine gitmeyebilir.

View Link Table aracı koordinatlarını belirlemiş olduğunuz noktaların yer aldığı, taşıma işlemi sırasında oluşacak hatanın (RMS karakök hatası) kontrol edildiği araçtır. Koordinat değeri yanlış girilmiş bir nokta varsa yine buradan düzeltmesi yapılabilir.

Link penceresi açılacaktır. X Map ve Y Map sütunlarında girmiş olduğunuz koordinat bilgileri görülebilir.



Link	X Source	Y Source	X Map	Y Map	Residual_x	Residual_y	Residual
1	390.468376	-1023.890130	549441.850000	4290904.310000	0	0	0
2	6807.447340	-985.089454	549985.170000	4290907.170000	0	0	0
3	6857.695915	-9177.792225	549985.530000	4290213.880000	0	0	0
4	440.655770	-9217.655462	549446.160000	4290210.490000	0	0	0

Şekil 4.9: Girilen noktalara ait bilgiler.

Total RMS Error değeri önemlidir. Bu değerin 0'a (sıfıra) yakın olması gerekmektedir. Çalışılan haritanın ölçeğine göre Total RMS Error 0'dan uzak bir değer de olabilir. Auto Adjust'un çekini atıldığında Total RMS Error kısmının değiştiğini fark edeceksiniz ve aynı zamanda Residual x, Residual y değerleri de değişecektir. Bu değerler de her bir noktanın sapmasını göstermektedir.

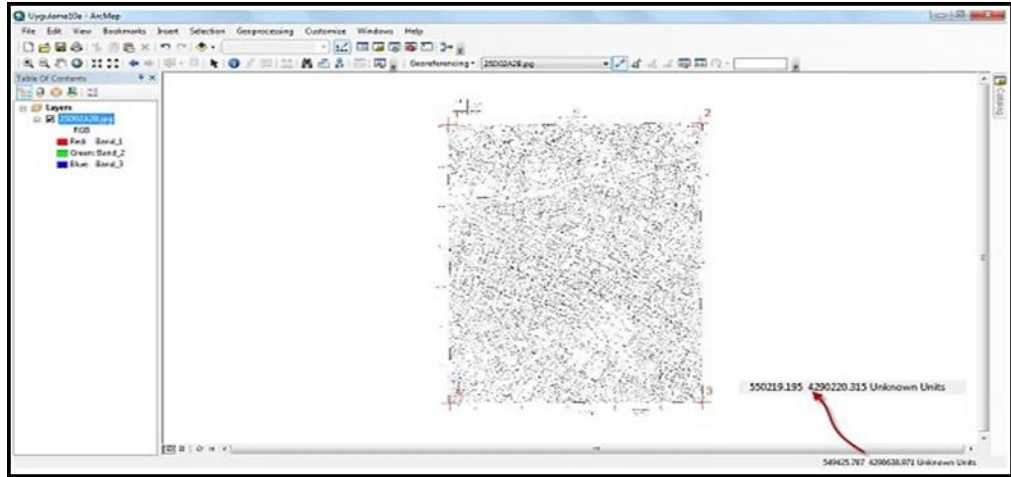
Link	X Source	Y Source	X Map	Y Map	Residual_x	Residual_y	Residual
1	390.468376	-1023.890130	549441.850000	4290904.310000	-0.988793	0.110008	0.994894
2	6807.447340	-985.089454	549985.170000	4290907.170000	0.988921	-0.110022	0.995023
3	6857.695915	-9177.792225	549985.530000	4290213.880000	-0.988911	0.110021	0.995012
4	440.655770	-9217.655462	549446.160000	4290210.490000	0.988783	-0.110006	0.994883

Total RMS Error: Forward:0.994953

Auto Adjust  Transformation: 1st Order Polynomial (Affine) Forward Residual Unit : Unknown

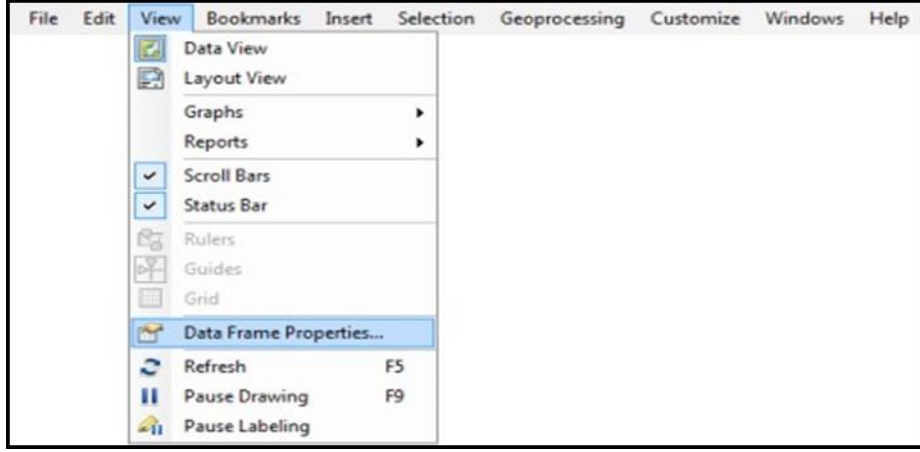
Şekil 4.10: Toplam hata miktarının görüntülenmesi penceresi.

Harita gerçek koordinatlarına gittiği için Data View ekranında gözükmemektedir.25D02A2B.jpg katmanında sağ tıklayıp Zoom to Layer'ı seçilirse. Zoom to Layer, Data View ekranındaki görüntüyü 25D02A2B.jpg görüntüsünün olduğu koordinatlara götürecektir.



Şekil 4.11: Dönüştürülmüş pafta koordinat bilgilerinin görüntülenmesi.

Koordinat değerleri doğru olduğu halde birimi için Unknown Units görüntülenmektedir. Birimi metre olarak değiştirmek için Main menu'de yer alan View sekmesine gelinir ve Data Frame Properties'e tıklanır.

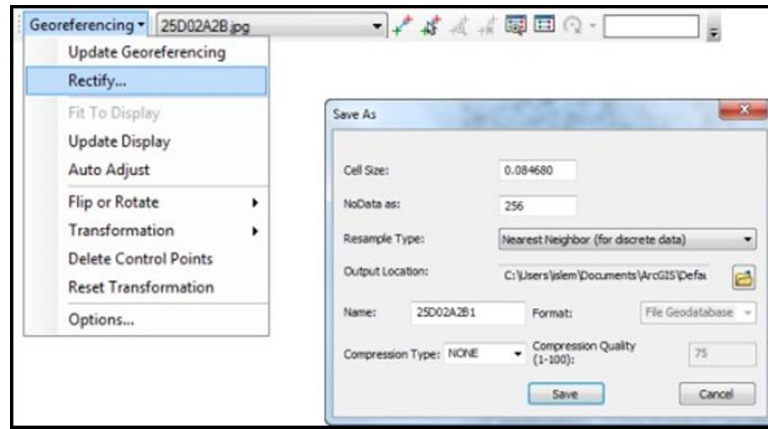


Şekil 4.12: Harita birimi ayarlama pencere.

General sekmesine geçilir. Units kısmında bulunan Map ifadesini açılır ok yardımıyla olarak değiştirilir. Benzer şekilde Display ifadesini de Meters olarak değiştirilebilir.

Map kısmı girilen koordinatın biriminin, Display kısmı ise haritada az önce Unknown Units yazan kısımda ne yazacağını belirlediği kısımdır. Artık haritanın koordinatları metre cinsinden görünmektedir.

Haritaların her açılışta koordinatlı olarak gelebilmesi için, koordinatlandırılmış haritada yer alan koordinatların kaydedilmesi gerekmektedir. Bu işlem iki şekilde gerçekleştirilmektedir. Mevcut raster haritanın üzerine koordinatların kaydedilmesi ya da yeni bir koordinatlı raster harita oluşturulmalıdır. Koordinatlı yeni bir raster harita oluşturmak için Georeferencing araç çubuğunda yer alan Georeferencing butonuna tıklanır ve Rectify özelliğini seçilir. Save as penceresi açılacaktır.

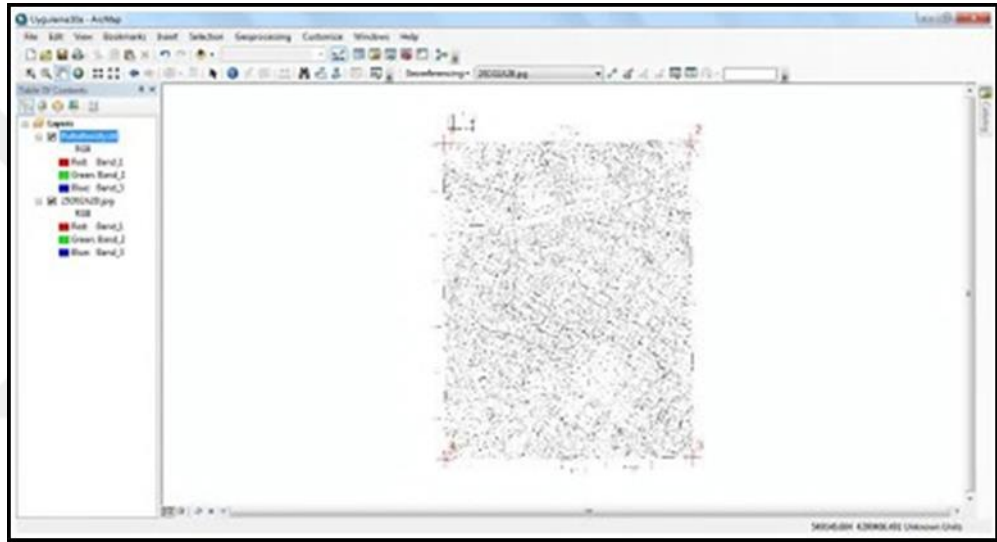


Şekil 4.13: Dönüştürülen paftanın kayıt edilmesi.

Rectify işlemi yeni bir raster formatta harita oluşturur. Bu sebeple oluşacak yeni harita için bazı parametrelerin belirlenmesi gerekmektedir. Bu parametreler oluşacak haritanın hücre boyutu, boş hücreler için değerler ve oluşacak raster verinin örnekleme tipleri gibi parametrelerdir.

Oluşacak olan koordinatlı raster veri için Output Location da bulunan klasöre tıklanır. Save As penceresindeki Name kısmına Dosya Adı yazılır.

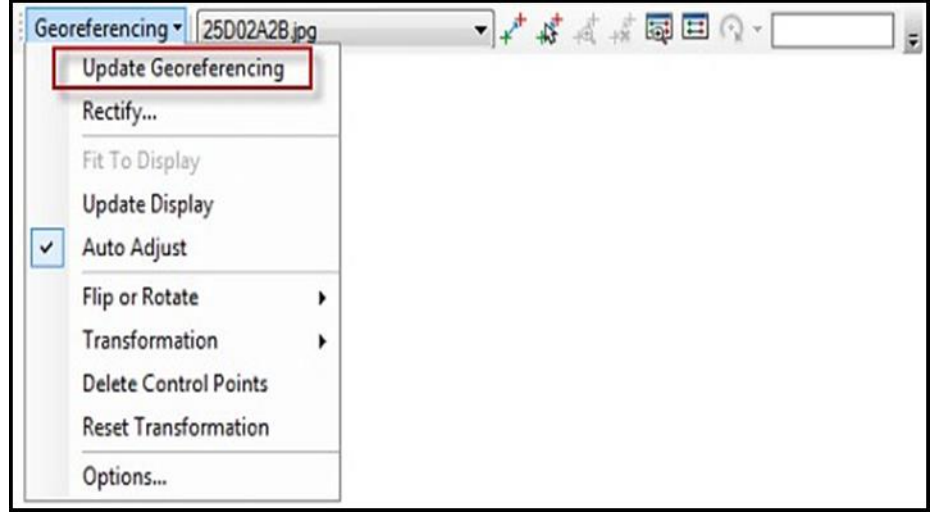
ArcMap arayüzünde yer alan ArcCatalog penceresini kullanarak dosya Data View ekranına sürüklenir. Harita Table of Contents'e ve Data View ekranına eklenmiştir.



Şekil 4.14: Pafta'nın görüntülenmesi.

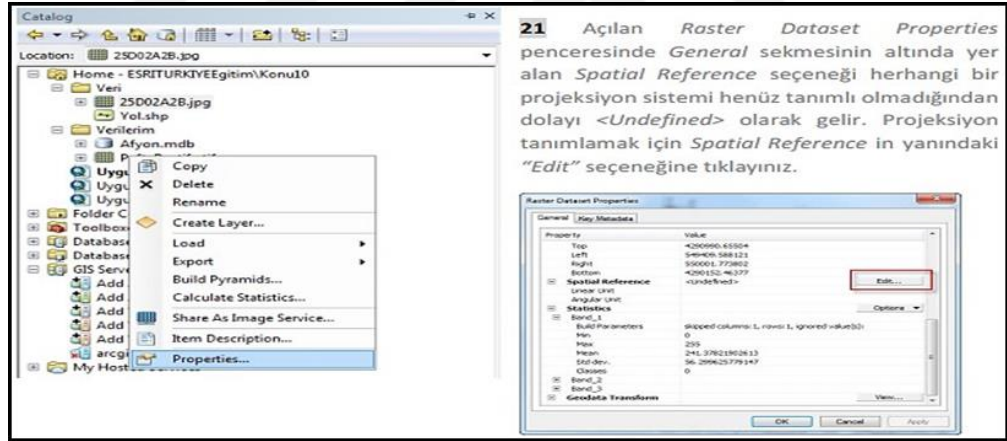
Koordinatsız raster haritalarımızın koordinatlı olarak kaydedilmesi için bir diğer yöntem ise mevcut raster harita üzerinden kayıt işlemini gerçekleştirmektedir. Bu seçenekte yeni bir harita oluşturmadan, mevcut haritanın koordinatlı olarak kaydetme imkanımız bulunur.

Georeferencing -Update Georeferencing'i seçilir, bu seçenikle koordinatları, paftaya kaydedecektir. Bir sonraki açılışta raster haritamız koordinatlı olarak gelecektir.



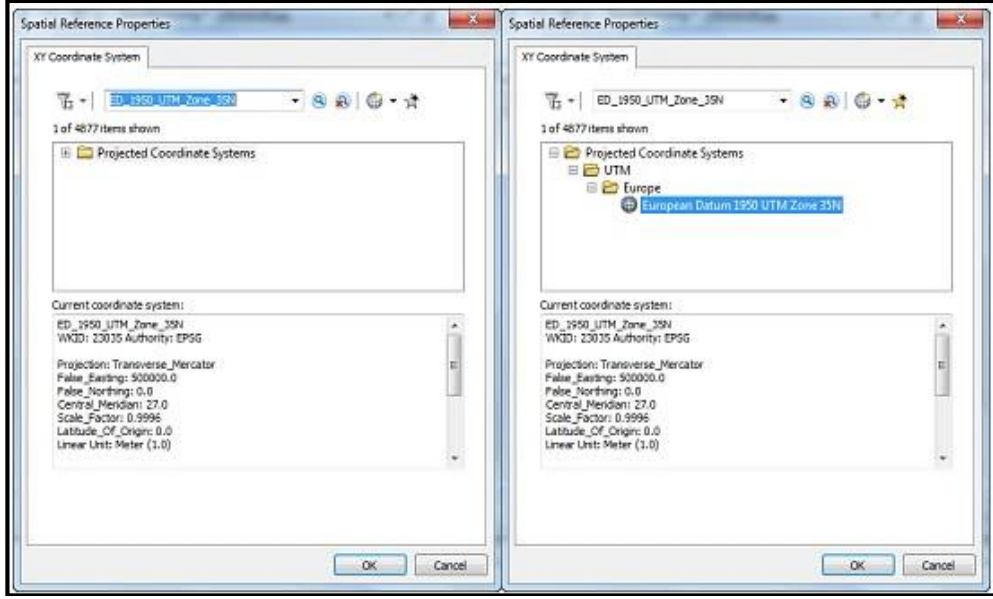
Şekil 4.15:Pafta'nın güncellenmesi.

ArcMap arayüzü içerisinde saklanabilir pencere olan,ArcCatalog'la verilerine projeksiyon sistemi tanımlanabilir. Standard-Catalog Window simgesine tıklanılmalıdır. Catalog-Dosya Adı-Properties'i seçilmelidir.



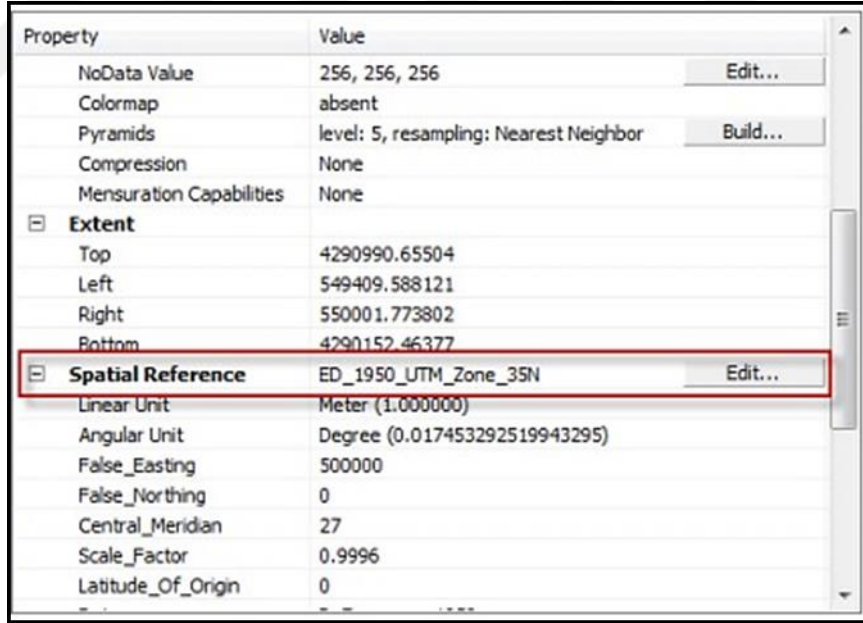
Şekil 4.16: Catalog arayüzü üzerinde paftanın koordinat sisteminin görüntülenmesi.

Spatial Reference Properties penceresi ekrana gelecektir. Bu pencerede arama kutusuna ED\_1950\_UTM\_Zone\_35N yazılmalı ve Enter'a tıklanılmalıdır. Enter'a basıldığında ekranda sadece Projected Coordinate System seçeneği kalmıştır. Çünkü aranan koordinat sistemi Projected Coordinate System altında yer almakta ve oradan projeksiyon seçilmelidir.



Şekil 4.17: Projeksiyon koordinat sistemi seçim penceresi.

Raster Dataset Properties penceresine geri dönülür. Spatial Reference kısmı bu kez belirsiz olarak gelmemekte daha sonra OK butonuna tıklanılmalıdır.



Şekil 4.18: Raster veri özellikleri görüntüleme penceresi.

Buraya kadar yapılan işlemleri kaydetmek için Main menu 'de yer alan Save As butonuna tıklanır ve verileriniz altına uygun isim vererek kaydedilir.

## 5. UYGULAMA

Bu tez çalışmasında iki farklı döneme ait tarihi haritalar (Alman Mavileri ve Moltke) ele alınmıştır. Mapanalyst uygulamasında OpenStreetMap (OSM) referans alınarak doğruluğu analiz edilmiştir. OpenStreetMap büyük ölçekli haritaların analizi için uygundur. Analiz edilen haritanın doğruluğu düşükse, orta ölçekli haritalar da OpenStreetMap kullanarak analiz edilebilir. OpenStreetMap dünyanın özgür, düzenlenebilir haritası olması için oluşturulmuştur. Avrupa, Kuzey Amerika ve dünyanın diğer büyük bir bölümünü kapsamaktadır. OpenStreetMap'ten indirilen haritalar, Web Mercatör projeksiyonu kullanılır. Mercatör projeksiyonlu haritalarda alansal bozulma kutuplara gittikçe artar [Web 3, 2021]. Örneğin: Grönland Mercatör projeksiyonlu bir haritada olması gerekenden on kat büyük olarak görünür. Mercatör haritalarda ölçülen mesafeler kutuplara yaklaştığında aşırı derece hatalı olur. Fakat aynı zamanda ekvatora yakın enlemlerde bu bozulmalar gözardı edilemez. ArcMap uygulamasında ise OSM den elde edilen derece-dakika-saniye cinsinden koordinatlar dönüşümler yardımıyla ITRF sistemine çevrilmiş, bu veriler ile ilçe sınırlarına ait kadastral veriler ile online haritalar yardımıyla analiz edilmiştir. Her harita ayrı ayrı incelenmiştir.

### 5.1. Uygulamada Kullanılan Haritalar Hakkında Bilgi

#### 5.1.1. Alman Mavileri (1913-1914)

Alman Mavileri I. Dünya Savaşı öncesi Alman bir şirket tarafından hazırlanmış ve paftaların kenarlarının mavi renk olması nedeniyle bu adı almıştır. Planların yapımında altlık olmuş ve araştırmacıların eksikliğini gidermeye yardımcı olmuştur [Dağdelen, 2020]. İlk olarak Halil Edhem Bey döneminde kent planlamasının temelini oluşturmada adım atılmıştır.

Fransız Topoğrafya Cemiyeti tarafından Galata Kulesi merkezli nirengi sistemi kurulmuş, ölçümleri 1911 yılında tamamlanmıştır [Dağdelen, 2020]. Harita alma işi 1913 yılında Alman firmasına ihale edilmiş, elde edilen bilgiler Almanya'ya

gönderilmiş, çizimler gerçekleşmiştir. Bir süre sonra Osmanlıca kopyaları hazırlanmıştır [Dağdelen, 2020].

Alman Mavilerinde önemli merkezler yer almıştır. Ayrı ayrı paftalar 66x100 santimetre boyutlarında, renkli olarak, 1/1000 ve 1/500 ölçeklerde hazırlanmış olan bu haritalarda; sokak adları, cadde adları, mahalle-semt adları, resmi binalar, dinî yapılar, askerî yapılar, adları ve yükseklikleri yer almaktadır.

Alman Mavilerinde Türkçe isimlerin Fransızca telaffuzu kolay olması için “cami” yerine “djami”, “çıkılmaz sokak” yerine “tchikmaz sokak” şekliyle yazılmıştır. İlk olarak elle hazırlanmış ve sanatsal değeri yüksek olan haritalar, baskı tekniklerinin gelişimiyle yerini basılı çalışmalar almıştır.

Bu haritaların teknik özellikleri incelediğinde şu hususlar dikkat çekmektedir:

Dikdörtgenel koordinat şebekesi: Galata Kulesi'nin merkez koordinatları tarafımızdan bilinmemekle birlikte haritada kuzey ve batı yönünde ele alınmıştır. Önemli yükseklik kotları: Kotlar cm cinsinden Haliç seviyesinden verilmiştir.

Eş yükselti eğrileri: Haliç su seviyesinin 2'şer m üzerinden verilmiş olan yükselti, mahalleye göre yazılmıştır. 10, 20, 30, 40 m'lik eğriler diğerlerine göre daha büyük gösterilmiştir. 1/1.000 ölçekli haritalar şehrin genel planının numaralandırılmasını ve açılımını göstermektedir. 1/500 ölçekli haritalar şehrin genel planının numaralandırılmasını ve açılımını göstermektedir. 1925 yılında Harita ve Kadastro Genel Müdürlüğü'nün kurulmasıyla İstanbul'un kadastral haritaları yapılmaya başlanıldığında “Alman Mavileri” altlık olarak kullanılmıştır İstanbul ve Bilad-ı Selase (suriçi ve Eyüp, Galata, Üsküdar) ile Beşiktaş, Haliç ve çevresini detaylı bir şekilde gösteren bu haritaların lejantı mevcuttur [Web 8, 2022].

### **5.1.2. Moltke (1836/37)**

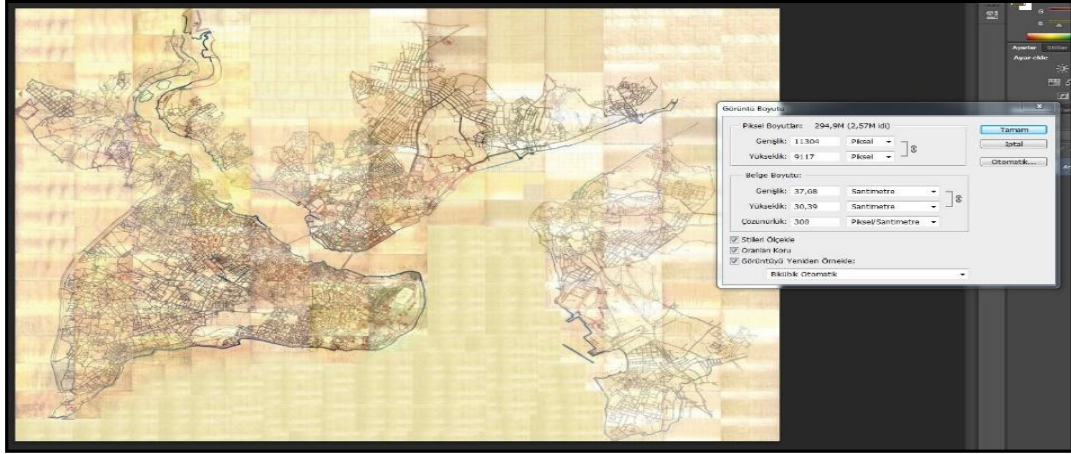
Helmuth von Moltke, II. Mahmut tarafından İstanbul'un ayrıntılı bir haritasını çıkarmak ve sokak örüntüsünü düzelterek bir plan yapmakla görevlendirilir [Web 4, 2022]. II. Mahmud zamanında Osmanlı ordusunda subay olarak görev yapan Helmuth von Moltke 1836/1837 yılları arasında İstanbul'un 1:25.000 ölçekli haritasını yapmıştır. Moltke'nin amacı, tarihi İstanbul yarımadasına ait ticari ve idari işlerinin arasında kolay ve pratik bir ulaşım ağı geliştirmektir. Bunun yanında, planda düşünülmesi beklenen konut mimarisi yangınları engellemek maksadı taşımaktadır

[Web 2, 2021]. Moltke beş ana arter belirlemiştir. Oluşturulan birinci yol, Bab-ı Hümayun'u (Topkapı Sarayı'nın dış kapısını) Aksaray'a bağlayacaktı, bir diğer deyişle eski Divanyolu güzergâhını kullanacak ve Beyazıt Meydanından geçecekti. İkinci yol, Aksaray ve Topkapı arasında düşünülmüştü. Üçüncü yol, Beyazıt Meydanını Fatih'e bağlayacak, güzergâh üstündeki Fatih Külliyesi nedeniyle ikiye ayrılarak Edirnekapı'ya ve Eğrikapı'ya uzanacaktı. Dördüncü yol, Marmara sahili boyunca Kadırga ile Yedikule arasında düşünülmüş olup beşinci yol ise Eminönü semtinde bulunan Yeni Cami'den başlayıp, Haliç'e paralel ilerleyecek ve Eyüp'te son bulacak şekilde düşünülmüştür.

## 5. 2. MapAnalyst ile Analizler

Çalışmaya başlamadan önce haritaların pixel cinsinden değerleri MapAnalyst yazılımı ile maps sekmesinde kontrolü sağlanmıştır. Programın çalışmasını yavaşlattığı için ilk olarak bizden DPI bilgisi isteyecektir. Bu durumda MapAnalyst programında maksimum piksel değeri 5000\*5000 geçmeyecek şekilde olmalıdır. Pixel cinsinden değerlerini ve DPI bilgilerini Adobe Photoshop veya CoreDRAW vb. yazılımlardan birisini ile yapılmalıdır. Alman Mavileri haritası boyut olarak büyük olduğu için Adobe Photosop programı düzenlenmiştir (Şekil 5.1). Moltke haritasının pixel değerleri ve DPI değerleri bakıldığında 5000x5000 pixeli geçmediği ve dpi bilgisi istememektedir. Photoshop yazılımındaki, görüntü boyutu isimli iletişim kutusunda görüntünün boyutu ile çözünürlük arasındaki ilişkiyi görebilme imkanı sunar. Fotoğraftaki görüntü datayı değiştirmek istenmezse, Görüntüyü Yeniden Örnekleme sekmesinde kaldırılmalıdır. Bu sekmeden görüntüye ait çözünürlük, genişlik ve yükseklik yazdırma veya ekran ihtiyacına göre değiştirebilirsiniz.

Uygulamaya başlamadan önce iki haritada tespit edilen özdeş noktaların seçilmesine özen gösterilmiştir.



Şekil 5.1: Alman Mavileri Haritasının Adobe Photoshop Görüntü Boyutu Ayarlama.

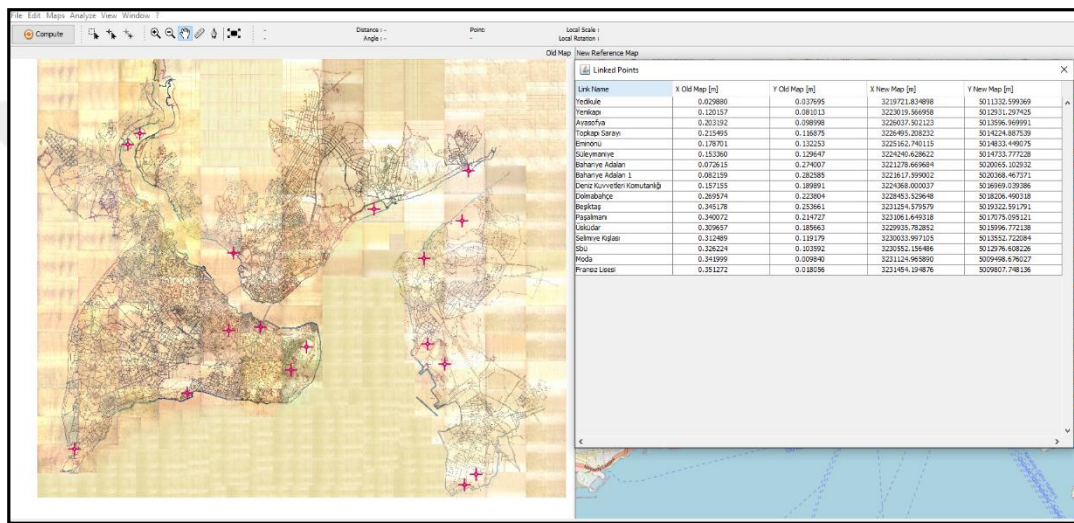
Bu aşamada Alman Mavileri haritasının 25000\*25000 pixel değerleri ve DPI değerleri ile 42.3x34.3cm, 5000x4053pixel ve 300 dpi değerlerine getirilmiştir. Moltke haritasında (3920x3544 pixel,33.2x30.0 cm ve dpi değeri 300) ise taranmış olduğu için değişiklik yapılmamıştır.

### 5.2.1. Alman Mavileri Haritasının Analizi

Analizi yapacağımız haritalar sırasıyla sisteme yüklenmiştir. İlk olarak Alman Mavileri Haritası ele alınmıştır. Uygulamada sol tarafta eski harita, sağ bölümde OSM referans haritası bulunmaktadır.(Şekil.5.2) Her iki tarihi haritada gözükten 17 adet özdeş noktalardan yararlanılmıştır. Nokta ataması yaparken yaklaşık konum hassasiyeti düşük tutulmuştur. Noktalar atadıktan sonra noktalar birbirine bağlanır ve isimleri değiştirilip kaydedilir. Noktalar isteğimiz halinde kaydedilir içe ve dışa aktarılabilir. Uygulamada kullanılan 17 noktadan 3-4-5 numaralı noktaların yerleri Şekil 5.2’de gösterilmektedir. 17 özdeş noktanın Alman Mavileri haritasında konumlandırılan görüntüsü Şekil 5.3’te verilmiştir.



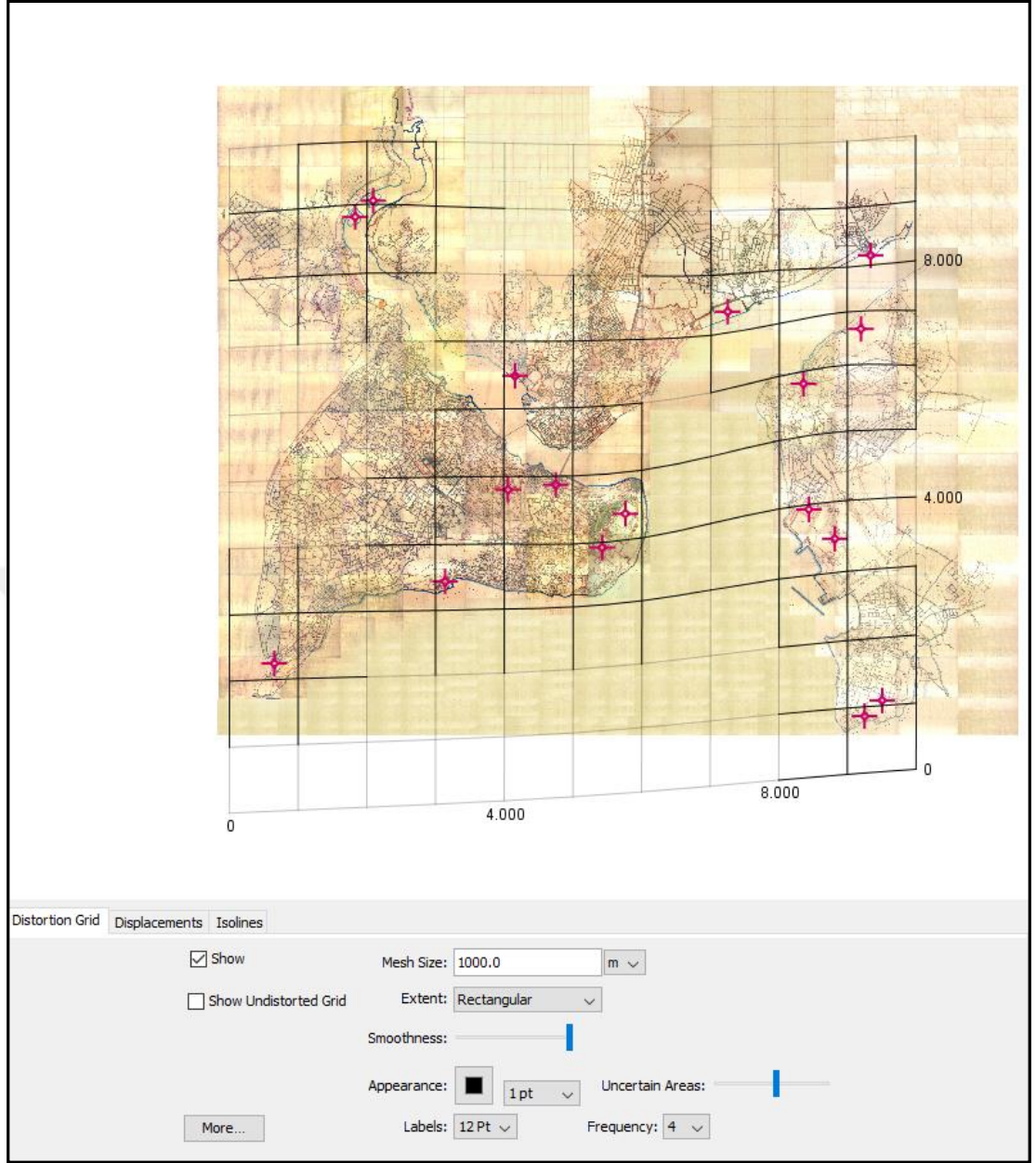
Şekil 5.2: Alman Mavileri haritasının noktalarının yakın gösterimi.



Şekil 5.3: Alman Mavileri haritasında konumlandırılan noktalar ve koordinat değerleri.

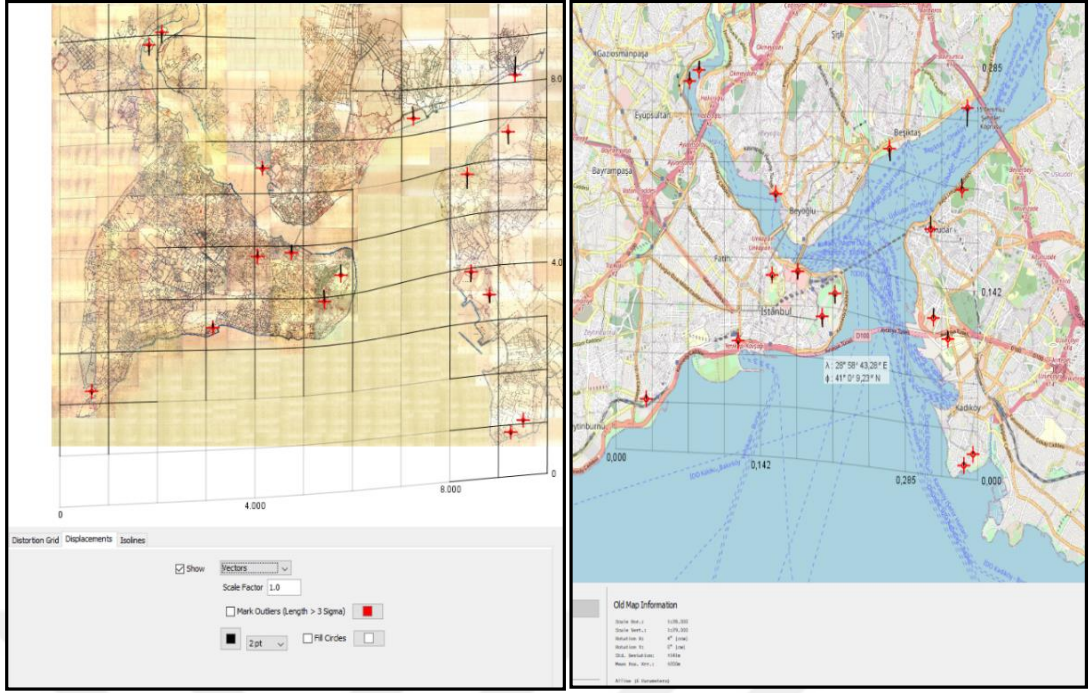
Noktalama işlemlerinden sonra uygulamanın hesaplama yapılabilmesi için uygulama içerisinde sol üst tarafta “compute” sekmesine tıklanır. Bu işlem neticesinde uygulama görselleştirmeyi yapar. Uygulama “compute” komutu ile deformasyon ağı, yer değiştirme vektörleri vb. görselleştirmeler yapılabilmektedir. MapAnalyst uygulaması eski haritanın ölçek ve dönüklüğü hakkında bilgi vermektedir.

Bağlantı kontrol noktaları seçimi sonrasında uygulama hesap yapması için “Compute” seçimi yapılmıştır. Sonrasında grid aralığı 1000 metre olarak girilmiştir. Beşiktaş ve Üsküdar bölgelerinde bozulma oranı fazla görülmüştür (Şekil 5.4). Analiz önce eskiden yeniye (Alman Mavilerinden-Openstreet Map) sonra yeni haritadan eskiye (OpenStreetMap’ten-Alman Mavilerine) olacak şekilde yapılmıştır.



Şekil 5.4: Alman Mavileri Haritasında Meydana Gelen Değişmeler.

Noktalar sırasıyla bağladıktan sonra yer değiştirmeler vektörel olarak Şekil 5.5'teki gibidir.



Şekil 5.5: Alman Mavileri Haritasında Eski ve Yeni Haritadaki Yer Değişiklikleri ve Deformasyon Ağı Gösterimi.

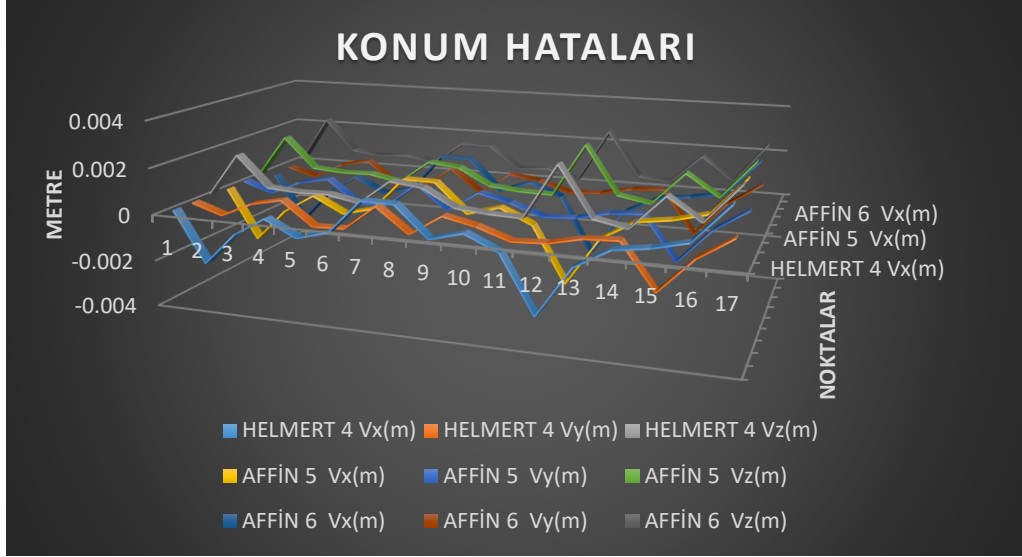
Aynı haritada ikinci işlem olarak yer değiştirme vektörlerinin gösterimi sağlanmıştır. Dönüşüm yöntemi olarak Helmert, Affine 5 ve Affine 6 parametreleri seçilmiştir. Dönüşümlerden sonra ölçek 1/31000 ve 1/32000 değerlerinde bulunmuştur. Standart sapma ise  $\pm 139$  ile  $\pm 173$  m. değerleri arasındadır. Dönüşümden sonraki değerler Tablo 5.1’de verilmiştir. Grafik olarak gösterimi Grafik 5.1 ve Grafik 5.2’ de verilmiştir.

Tablo 5.1: Alman Mavileri Haritası için Dönüşümler Sonrası Yer Değiştirmeler.

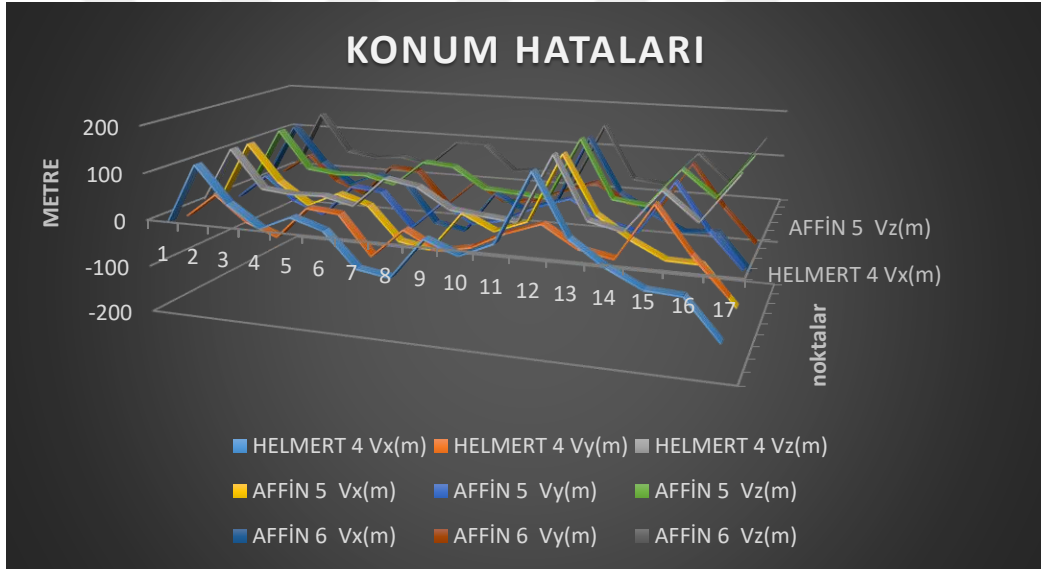
Alman Mavileri haritasından OSM haritasına dönüşüm									
	HELMERT 4			AFFİN 5			AFFİN 6		
	Vx(m)	Vy(m)	Vz(m)	Vx(m)	Vy(m)	Vz(m)	Vx(m)	Vy(m)	Vz(m)
Yedikule	0.00825	0.00051	0.00826	0.00456	0.00349	0.00574	0.0001	-0.00167	0.00168
Yenikapı	0.00458	0.00331	0.00565	0.00259	0.00496	0.00559	0.00012	0.00216	0.00217
Ayasofya	0.00159	0.00617	0.00637	0.00105	0.00715	0.00723	-0.00038	0.00637	0.00638
Topkapı	0.0005	0.00664	0.00666	0.00026	0.00717	0.00718	-0.00051	0.00681	0.00683
Eminönü	0.00111	0.00564	0.00575	0.00033	0.00591	0.00592	-0.00009	0.00485	0.00485
Süleymaniye	0.00216	0.00427	0.00478	0.00096	0.00468	0.00478	0.0003	0.00302	0.00304
Bahariye Adaları	-0.00169	-0.00097	0.00195	-0.00352	-0.00368	0.00509	0.00025	-0.00607	0.00608
Bahariye Adaları 1	-0.00276	-0.00116	0.003	-0.00439	-0.00412	0.00602	-0.00027	-0.00623	0.00623
Deniz Kuvvetleri Komutanlığı	-0.00054	0.00371	0.00375	-0.00138	0.00269	0.00302	0.00003	0.00158	0.00158
Dolmabahçe	-0.00375	0.00648	0.00749	-0.0026	0.00434	0.00506	0.00052	0.006	0.00602
Beşiktaş	-0.00698	0.01057	0.01266	-0.0044	0.00744	0.00864	0.00021	0.01109	0.01109
Paşalimanı	-0.00479	-0.00859	0.00983	-0.00261	-0.01027	0.01059	-0.00008	-0.00721	0.00721
Üsküdar	-0.00285	-0.00895	0.0094	-0.00131	-0.00985	0.00993	0.00006	-0.0077	0.0077
Selimiye Kışlası	-0.00075	-0.00825	0.00828	0.00051	-0.00759	0.00761	-0.00035	-0.0059	0.00591
SBÜ	-0.00081	-0.00762	0.00767	0.0006	-0.00665	0.00667	-0.00071	-0.00475	0.00481
Moda	0.00404	-0.00622	0.00742	0.00525	-0.00306	0.00608	0.00082	-0.00153	0.00174
Fransız Lisesi	0.00269	-0.00554	0.00615	0.00409	-0.00261	0.00485	0	-0.00081	0.00081

OSM haritasından Alman Mavileri haritasına dönüşüm									
	HELMERT 4			AFFİN 5			AFFİN 6		
	Vx(m)	Vy(m)	Vz(m)	Vx(m)	Vy(m)	Vz(m)	Vx(m)	Vy(m)	Vz(m)
Yedikule	-241.557	6.14734	241.635	-163.403	-78.8887	181.45	-2.6196	76.6988	76.7435
Yenikapı	-138.842	-92.0786	166.6	-96.4474	-141.086	170.902	-3.57056	-56.8331	56.9452
Ayasofya	-57.1148	-188.515	196.977	-46.6623	-218.497	223.424	11.4133	-198.635	198.963
Topkapı	-24.6609	-206.849	208.314	-19.9158	-225.157	226.036	15.6792	-216.379	216.947
Eminönü	-38.5093	-176.121	180.282	-21.0266	-188.937	190.103	2.74301	-153.817	153.841
Süleymaniye	-67.1817	-130.836	147.076	-40.0866	-147.544	152.893	-9.44555	-92.9536	93.4323
Bahariye Adaları	70.1549	14.1914	71.5759	118.481	76.3215	140.935	-7.53927	178.366	178.526
Bahariye Adaları 1	103.213	18.0409	104.778	147.3	86.8225	170.984	8.55154	180.531	180.734
Deniz Kuvvetleri Komutanlığı	18.3254	-123.275	124.63	40.3312	-103.128	110.734	-1.04715	-57.0755	57.0851
Dolmabahçe	104.474	-218.765	242.432	83.5465	-166.949	186.687	-16.5895	-207.134	207.797
Beşiktaş	192.785	-355.723	404.605	141.406	-277.9	311.808	-7.37187	-379.069	379.141
Paşalimanı	152.085	258.558	299.97	104.916	312.489	329.631	2.75182	218.718	218.735
Üsküdar	94.2459	275.944	291.594	60.1981	308.769	314.583	-1.55288	240.772	240.777
Selimiye Kışlası	26.6903	263.4	264.749	-4.46191	256.729	256.768	11.1741	192.647	192.971
SBÜ	26.2962	245.258	246.663	-9.2734	230.644	230.83	22.3305	157.119	158.698
Moda	-130.607	217.504	253.705	-165.753	147.436	221.836	-25.2011	71.9563	76.2417
Fransız Lisesi	-89.7971	193.12	212.976	-129.149	128.878	182.453	0.29403	45.0877	45.0886



Grafik 5.1: Eski Haritadan (Alman Mavileri) Open Street Map (OSM)'ye Dönüşüm Sonrası Konum Hataları Grafiği.



Grafik 5.2: Open Street Map (OSM)'den Eski Haritaya (Alman Mavileri) Dönüşüm Sonrası Konum Hataları Grafiği.

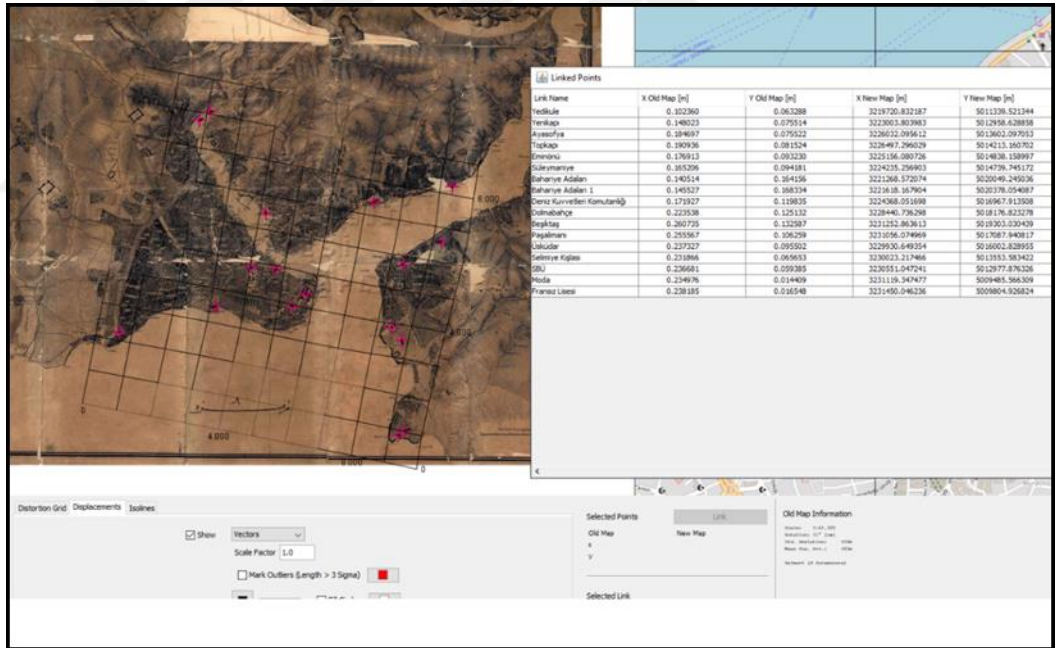
### 5.2.2 Moltke Haritasının Analizi

Anlamalı olması açısından Moltke haritalarıyla analizde de, Alman Mavilerinde olduğu gibi, özdeş noktalar kullanılmıştır. Önce eski haritada bir noktayı sonra da yeni haritada ki bir noktayı seçtikten sonra pencerenin alt kısmındaki "Link Points" düğmesine basılır. Son olarak, yeni bağlı nokta çiftine bir ad vermeniz istenecektir. Yeni oluşturulan bağlantılı nokta çiftinin adı ve koordinatlarının "Link Points"

düğmesinin altında görüntülenecektir. Sırasıyla noktalar eski-yeni haritayla bağlanmıştır. Uygulamada kullanılan 17 noktadan 3-4-5 numaralı noktaların yerleri Şekil 5.8’da gösterilmektedir. 17 özdeş noktanın Moltke haritasında konumlandırılan görüntüsü Şekil 5.9’da verilmiştir.



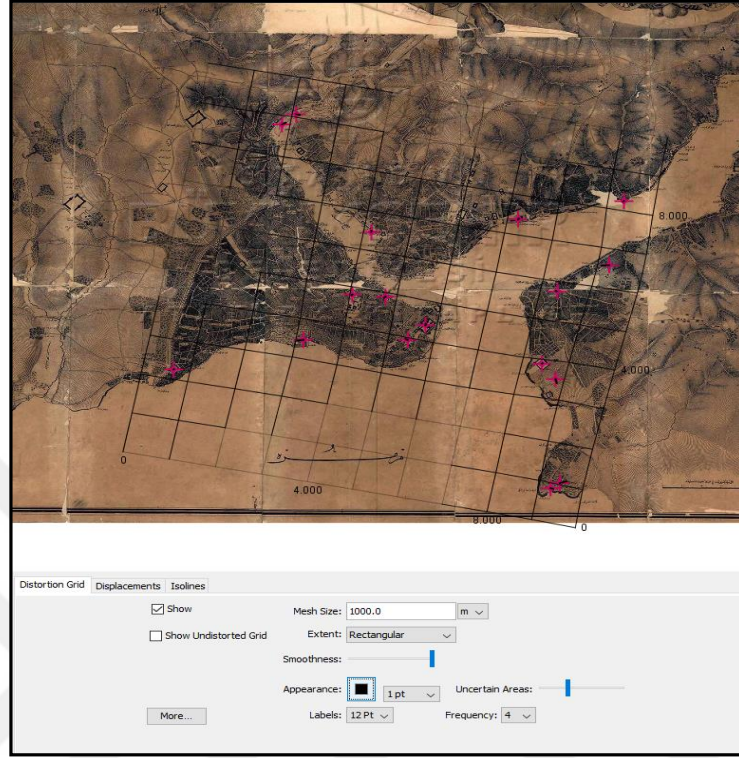
Şekil 5.6: Moltke Haritasındaki noktaların yakın gösterimi.



Şekil 5.7: Moltke Haritasında konumlandırılan noktalar ve koordinat değerleri.

Bağlantı kontrol noktaları seçimi sonrasında uygulama hesap yapması için “Compute” seçimi yapılmıştır. Sonrasında grid aralığı girilmiştir. Sonuç olarak Beşiktaş ve Üsküdar bölgelerinde bozulma oranı fazla görülmüştür. Analiz olarak önce eskiden yeniye sonra yeni haritadan eskiye olacak şekilde yapılmıştır. Noktalar

sırasıyla bağlandıktan sonra Moltke Haritasındaki Eski Haritadaki vektörel yer Değiş-tirmeler ve Deformasyon Ağı Gösterimi Şekil 5.8 ve Şekil 5.9’da verilmiştir.



Şekil 5.8: Moltke Haritasındaki Eski Haritadaki Yer Değiş-tirmeler ve Deformasyon Ağı Gösterimi.

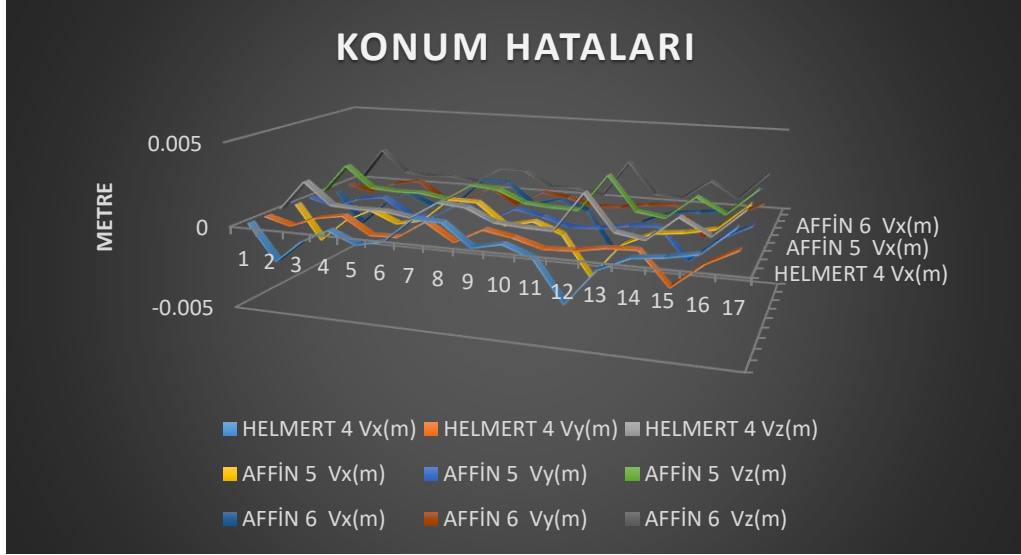


Şekil 5.9: Moltke Haritasındaki Yeni Haritadaki Yer Değiş-tirmeler ve Deformasyon Ağı Gösterimi.

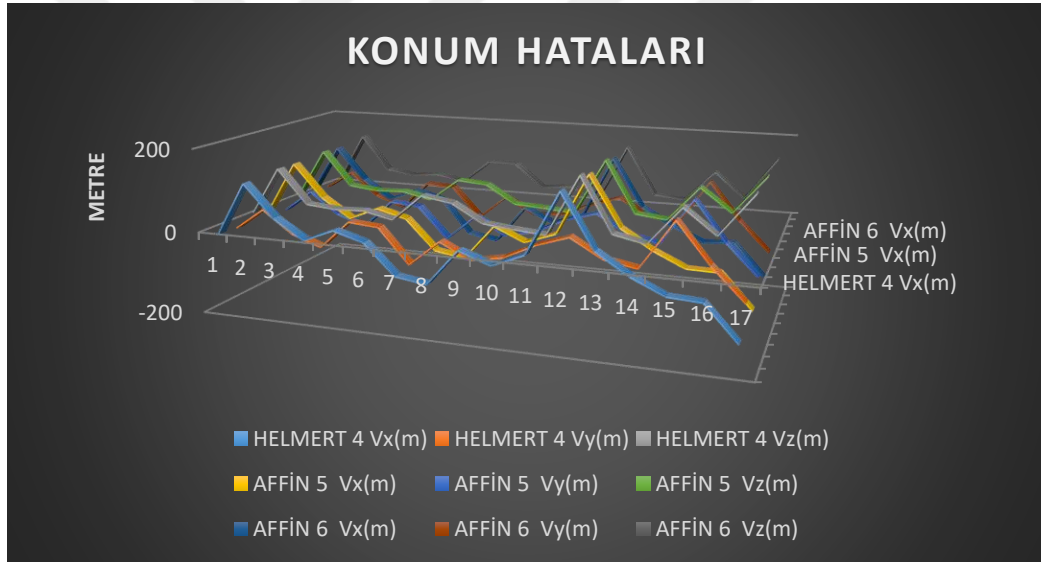
Dönüşüm yöntemi olarak Helmert 4, Affin 5 ve Affin 6 parametreleri seçilmiştir. Dönüşümden sonra ölçek değeri 1/61000 ve 1/61300 arasında bulunmuştur. Standart sapma değeri ise  $\pm 59/60$  m aralığındadır. Dönüşümden sonraki değerler Tablo 5.2’de verilmiştir. Grafik olarak gösterimi Grafik 5.3 ve Grafik 5.4’te verilmiştir.

Tablo 5.2: Moltke Haritası için Dönüşümler Sonrası Yer Değiştirmeler.

Moltke haritasından OSM haritasına dönüşüm									
	HELMERT 4			AFFİN 5			AFFİN 6		
	Vx(m)	Vy(m)	Vz(m)	Vx(m)	Vy(m)	Vz(m)	Vx(m)	Vy(m)	Vz(m)
Yedikule	0.00017	0.00015	0.00023	0.00014	0.00019	0.00024	-0.00011	0	0.00011
Yenikapı	-0.00204	-0.00029	0.00206	-0.00206	-0.00026	0.00208	-0.0022	-0.00037	0.00223
Ayasofya	-0.00065	0.00033	0.00073	-0.00066	0.00034	0.00074	-0.00073	0.00032	0.00079
Topkapı	0.00016	0.00061	0.00063	0.00016	0.00061	0.00063	0.00012	0.00061	0.00062
Eminönü	-0.00053	-0.0004	0.00066	-0.00053	-0.00039	0.00066	-0.00056	-0.00044	0.00071
Süleymaniye	-0.00016	-0.00036	0.0004	-0.00018	-0.00036	0.0004	-0.00022	-0.00043	0.00048
Bahariye Adaları	0.00127	0.00071	0.00145	0.00124	0.00069	0.00142	0.00138	0.00054	0.00148
Bahariye Adaları 1	0.00125	-0.00033	0.00129	0.00122	-0.00035	0.00127	0.00138	-0.00049	0.00146
Deniz Kuwetleri Komutanlığı	-0.00003	0.00055	0.00055	-0.00004	0.00055	0.00055	0.00001	0.00048	0.00048
Dolmabahçe	0.00034	0.00025	0.00042	0.00035	0.00022	0.00041	0.0005	0.00027	0.00057
Beşiktaş	-0.00029	-0.00023	0.00037	-0.00027	-0.00027	0.00038	-0.00003	-0.00015	0.00015
Paşalimanı	-0.0027	-0.00016	0.0027	-0.00268	-0.00019	0.00268	-0.00253	-0.00007	0.00253
Üsküdar	-0.00058	0.00015	0.0006	-0.00057	0.00013	0.00059	-0.00049	0.00022	0.00053
Selimiye Kışlası	0.00024	0.00022	0.00032	0.00025	0.00022	0.00034	0.00023	0.00031	0.00039
SBÜ	0.00044	-0.0017	0.00176	0.00045	-0.0017	0.00176	0.00042	-0.00159	0.00165
Moda	0.00079	-0.00022	0.00083	0.00081	-0.0002	0.00084	0.00064	-0.00008	0.00064
Fransız Lisesi	0.00233	0.00072	0.00244	0.00235	0.00074	0.00246	0.00219	0.00087	0.00236
OSM haritasından Moltke haritasına dönüşüm									
	HELMERT 4			AFFİN 5			AFFİN 6		
	Vx(m)	Vy(m)	Vz(m)	Vx(m)	Vy(m)	Vz(m)	Vx(m)	Vy(m)	Vz(m)
Yedikule	-6.18813	-9.99384	11.7546	4.89097	-13.9794	14.8103	10.9353	2.98466	11.3353
Yenikapı	120.769	41.8609	127.818	126.556	39.6627	132.625	129.891	48.5223	138.658
Ayasofya	43.3484	-11.7607	44.9155	45.3875	-13.5889	47.3781	48.1757	-10.4715	49.3006
Topkapı	-2.53187	-38.1793	38.2631	-1.43813	-39.2929	39.3192	0.26104	-37.6214	37.6223
Eminönü	27.5602	30.0693	40.7888	29.4862	30.0857	42.1258	29.4512	33.0379	44.2592
Süleymaniye	6.43727	23.8891	24.7412	9.51051	23.8908	25.7142	9.49202	28.6014	30.1354
Bahariye Adaları	-66.0747	-59.2571	88.754	-64.0685	-51.9057	82.4558	-75.3332	-48.7976	89.7569
Bahariye Adaları 1	-77.0627	3.31351	77.1339	-75.783	11.1691	76.6017	-87.8159	13.1658	88.7974
Deniz Kuwetleri Komutanlığı	9.00851	-33.558	34.7462	10.079	-30.7029	32.315	5.70259	-29.0493	29.6037
Dolmabahçe	-18.0167	-20.0351	26.9445	-22.4911	-16.0851	27.651	-28.5151	-22.9256	36.5882
Beşiktaş	13.1196	15.6477	20.4199	4.46246	20.7816	21.2553	-3.35248	7.53501	8.24715
Paşalimanı	158.829	40.6922	163.959	152.05	42.9153	157.99	148.682	32.5352	152.2
Üsküdar	35.878	-2.31197	35.9524	31.515	-1.44064	31.5479	30.2035	-8.12436	31.2771
Selimiye Kışlası	-12.6081	-15.5384	20.0102	-14.8819	-17.9633	23.327	-11.1579	-21.4594	24.1869
SBÜ	-47.4931	97.8545	108.771	-49.9373	94.7975	107.146	-45.2447	91.0373	101.661
Moda	-51.7898	5.97005	52.1328	-51.7525	-1.98786	51.7906	-39.5698	-1.96632	39.6186
Fransız Lisesi	-133.185	-68.6628	149.843	-133.585	-76.3561	143.868	-121.805	-77.0041	144.105



Grafik 5.3: Eski Haritadan (Moltke) Yeni Haritaya (Open Street Maps) Dönüşüm Sonrası Konum Hataları Grafiği.



Grafik 5.4: Yeni Haritadan (Open Street Maps) Eski Haritaya (Moltke) Dönüşüm Sonrası Konum Hataları Grafiği.

### 5.3. ArcMap ile Analizler

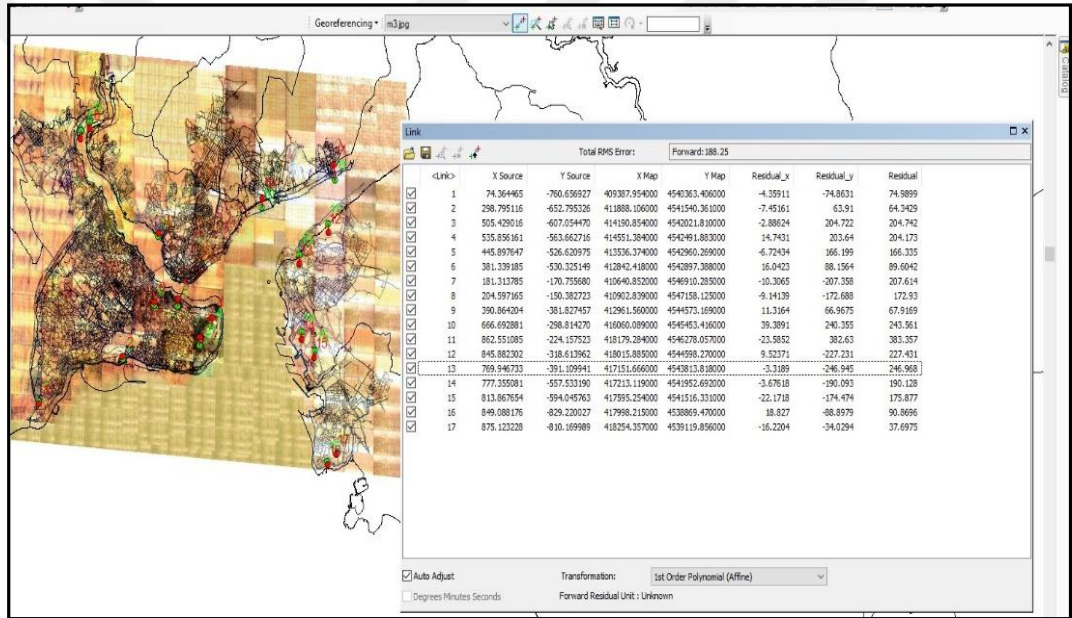
Bu aşamada MapAnalyst ile yapılan analizin benzer bir çalışma yapılmıştır. Yer değiştirmeler, ölçeği hakkında bilgi, sahil hattının sayısallaştırılması ve dönüklüğü hakkında bilgilere ulaşılmıştır.

Özdeş noktalarımız yardımıyla tanımsız açtığımız görüntüyü noktaları yine sırasıyla atayacağız resim koordinatında ve (X-Y) olarak tanımlı koordinatları burada

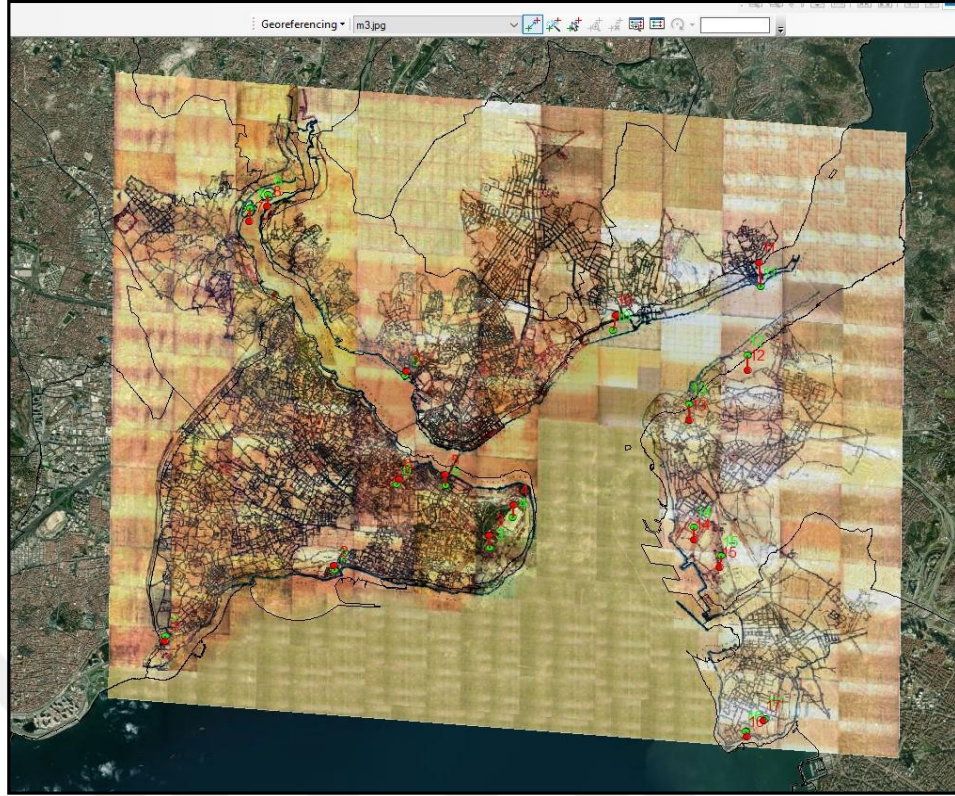
(Y-X) olacak şekilde sırasıyla bir referans sisteminde tanıtmıştır. Coğrafi koordinatlandırma için Georeferencing aracı kullanılmıştır. Uydu altlığı olarak Bing Uydu görüntüsü kullanılmıştır. İlk olarak Alman Mavileri haritasını sonrasında ise Moltke haritasını aynı referans noktaları üzerinden koordinatlandırma işlemi yapılmıştır.

### 5.3.1. Alman Mavileri Haritasının Analizi

ArcMap Uygulamasındaki Alman Mavileri haritasında nokta ataması Şekil 5.10'da, nokta ataması ve yer değiştirmeler Şekil 5.11'de verilmiştir.



Şekil 5.10: ArcMap Uygulamasındaki Alman Mavileri haritasında nokta ataması.



Şekil 5.11: ArcMap Uygulamasındaki Alman Mavileri haritasında nokta atanması ve yer değiştirmeler..

Yer değiştirmeler incelendiğinde en fazla değişim Beşiktaş-Üsküdar bölgelerinde meydana gelmiştir. ArcMap yazılımında 17 özdeş noktanın Affin 6 dönüşümüne göre yer değiştirmelerini gösteren Grafik 5.5'te verilmiştir.



Grafik 5.5: Alman Mavileri Haritasının yer değiştirme grafiği.



Şekil 5.12: ArcMap Uygulamasındaki Alman Mavileri Haritasının kıyı hattı sayısallaştırılması.

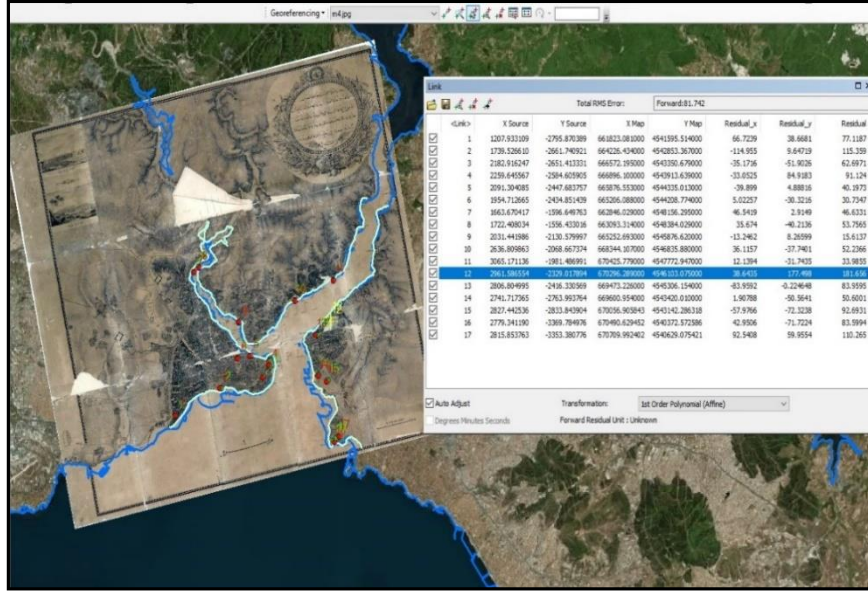
Şekil 5.12 ArcMap Uygulamasındaki Alman Mavileri Haritasının kıyı hattı sayısallaştırılmasını göstermektedir. Şekil 5.12 incelendiğinde mavi renk İç İşleri Bakanlığından [Web 7, 2021] alınan g¼ncel kıyı şeridini, turkuaz rengi ise Alman Mavileri haritasının sayısallaştırılmış halidir. G¼r¼ld¼đ¼ üzere meydana gelen değişimle bazı b¼lgelerde dolgu niteliğinde değişiklik, bazı yerlerde tam konumlandırılmadığı g¼z¼kmektedir.

Alman Mavileri haritası geoprocecing ile koordinatlandırıldıktan sonra ¼lçeđi;

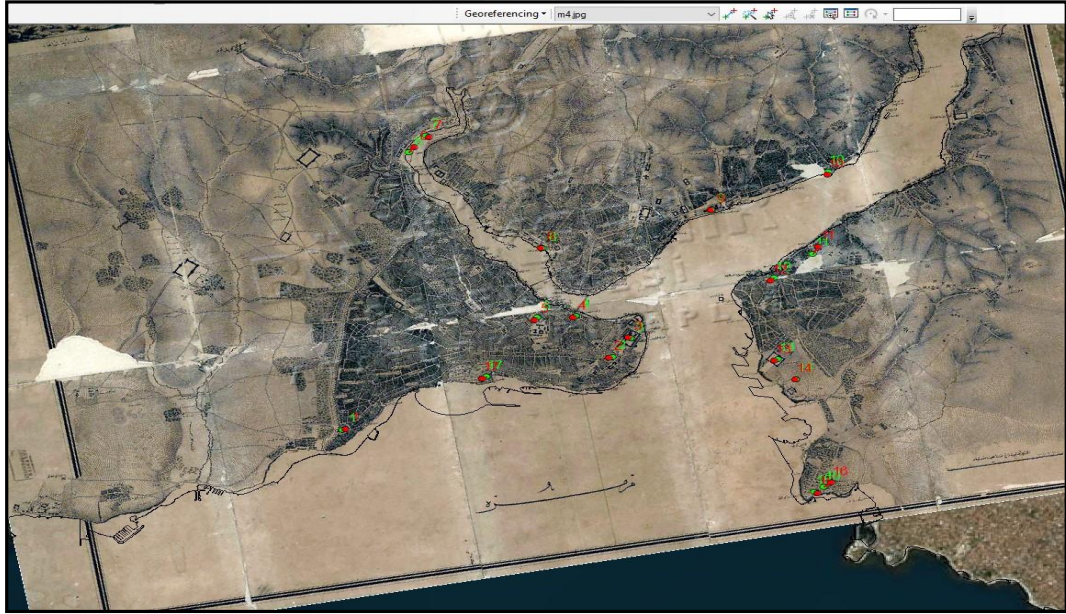
- A1 boyutunda yatay d¼zleme 1/20 000
- A2 boyutunda yatay d¼zleme 1/30 000
- A3 boyutunda yatay d¼zleme 1/45 000 olarak aktarıldığı tespit edilmiştir.

### 5.3.2. Moltke Haritasının Analizi

Şekil 5.13 ArcMap Uygulamasındaki Moltke Haritası nokta atanmasını, Şekil 5.14 ArcMap Uygulamasındaki Moltke Haritasındaki yer değiştirmelerini g¼stermektedir.



Şekil 5.13: ArcMap Uygulamasındaki Moltke Haritası nokta atanması.

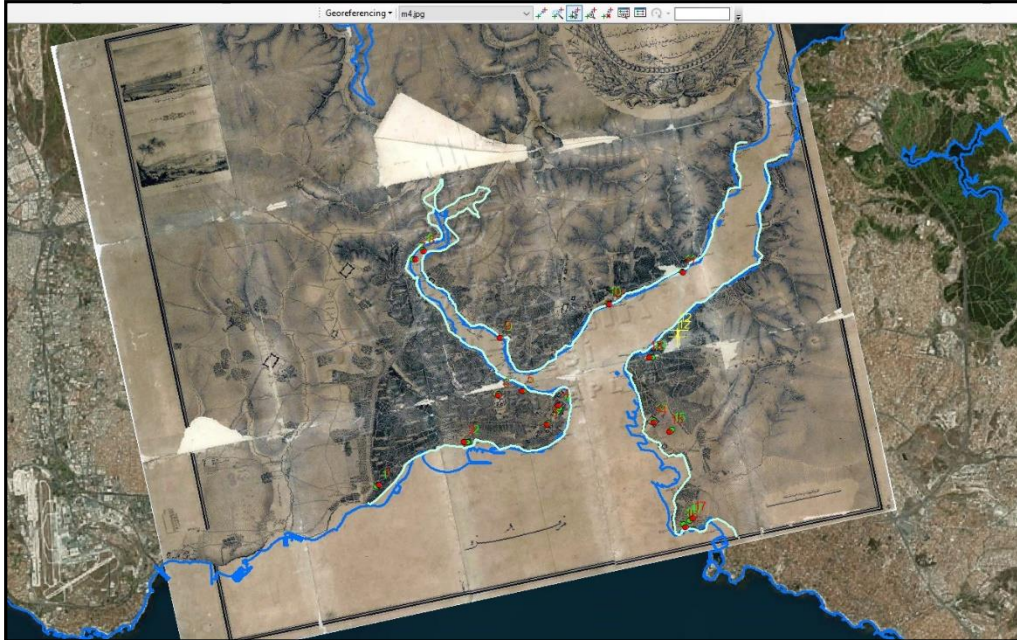


Şekil 5.14: ArcMap Uygulamasındaki Moltke Haritasındaki yer değiştirmeler.

Moltke haritasının noktalarının atanmasını da yine aynı özdeş noktalar ele alınmıştır. Moltke haritası incelediğimizde ise meydana gelen en fazla değişim Beşiktaş-Üsküdar bölgesinde olmuştur (Grafik 5.6). ArcMap yazılımında 17 özdeş noktanın Affin 6 dönüşümüne göre yer değiştirmelerini gösteren Grafik 5.6'da verilmiştir. Şekil 5.15'te ise ArcMap Uygulamasındaki Moltke Haritasının kıyı hattı sayısallaştırılması gösterilmektedir.



Grafik.5.6: Moltke Haritasının yer değıştirme grafiği.



Şekil 5.15: ArcMap Uygulamasındaki Moltke Haritasının kıyı hattı sayısallaştırılması.

Bu haritayı incelediğimizde ise sahil hattında yine değışimler mevcut ama Alman Mavileri haritasına nazaran daha düzgün konumda konumlanmıştır.

Moltke haritası geoprocecing ile koordinatlandırıldıktan sonra ölçęđi;

- A1 boyutunda yatay düzleme 1/30 000
- A2 boyutunda yatay düzleme 1/45 000
- A3 boyutunda yatay düzleme 1/68 000 olarak aktarıldığı tespit edilmiştir.

Şekil 5.10 ve Şekil 5.13'te referans noktalarının koordinatlandırılması sonucu ortaya çıkan sapma değerlerini "Residual" sütununda görebilir. Sapma değeri 0'dan uzaklaştıkça haritada ilgili noktanın olması gereken konum ile arasındaki mesafenin arttığı görülmektedir. Bu boyutta sapmaların meydana gelmesi, haritaların oluşturulduğu dönemde kullanılan projeksiyon sistemleri ile günümüzdeki projeksiyon sistemleri arasındaki farklılığı ortaya koymaktadır.



## 6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bilgisayar yazılım sektörü hızlı gelişme kat ettiği için haritacılık alanında da aynı işlem için birden fazla seçeneğe kavuşulmuştur. Bu tez çalışmasında yapılan uygulamalar sonucunda kullanılan MapAnalyst programı ile tarihi haritaların analizleri yapılmıştır. ArcMap ile bulunan sonuçların karşılaştırılması incelenmiştir. Uygulamayla eski haritaların doğruluğu ve analizi hakkında veri elde edilmiştir.

Uygulamada kullanılan 17 adet özdeş noktayla karşılaştırıldığında Alman Mavileri-Moltke haritalarının farklı zamanlarda üretilmelerine karşın konumsal olarak aynı noktalarda benzer yer değiştirmelerin olduğu olduğu gözükmemektedir. Konumsal olarak Beşiktaş-Üsküdar arası bölgede farkın daha büyük olduğu gözükmemektedir. Seçilen noktalar ile yapılan dönüşümler sonucunda elde edilen konumsal yer değiştirmeler farklı dönüşüm yöntemleri “Benzerlik Dönüşümü (Helmert), Affin 5 Parametrelili Dönüşüm ve Affin 6 Parametrelili Dönüşüm” kullanılarak seçilen tarihi haritalar için ayrı ayrı hesaplanmıştır.

MapAnalyst yazılımında yapılan transformasyonlardan sonra OSM’ye dönüşüm için Alman Mavilerinden transformasyon ölçeği yaklaşık 1:31000, Moltke haritası için 1:61000 olarak belirlenmiştir. Transformasyon ölçekleri Tablo 6.1’ de verilmiştir.

Tablo 6.1: Alman Mavileri ve Moltke için Open Street Map’e dönüşümlerin transformasyon ölçekleri.

	Helmert	Affine (5 parametrelili)		Affine (6 parametrelili)	
		yatay	düşey	yatay	düşey
Alman Mavisi	1:31700	1:31100	1:32600	1:31000	1:32000
Moltke	1:61300	1:61300	1:61300	1:61000	1:61000

Üç değişik transformasyon için; yaklaşık 1:31000 olan transformasyon ölçeğinde Alman Mavileri için ve yaklaşık 1:61000 transformasyon ölçeğindeki Moltke haritaları için standart sapmalar ise Tablo 6.2 de gösterilmiştir. Tablo 6.2’ ye göre en düşük standart sapma Alman Mavileri için (Alman Mavilerinden OpenStreetMap’e)

Affine 6 parametrelili dönüşümde (139 m.), Moltke haritaları için (Moltke'den OpenStreetMap'e) ise (diğer iki dönüşümden çok anlamlı bir fark olmasa da) Helmert 4 parametrelili dönüşümde (59 m.) olduğu gözükmektedir.

Tablo 6.2 :Alman Mavileri ve Moltke için dönüşümlerin standart sapması.

	Helmert (4 parametre)	Affine (5 parametre)	Affine (6 parametre)
Alman Mavisi	173 m.	164 m.	139 m.
Moltke	59 m.	60 m.	60 m.

Yapılan MapAnalyst uygulaması sonucunda Alman Mavileri için Affin 6 parametrelili dönüşüm en düşük değeri vermiş olup, Moltke haritası için Helmert 4 parametresi için en düşük değeri vermiştir. Buradan çıkan sonuçlar neticesinde vektörel olarak ve deformasyon olarak bozulmalar Beşiktaş-Üsküdar bölgesinde tespit edilmiştir.

MapAnalyst yazılımında yapılan transformasyonlardan sonra Open Street Map'ten Alman Mavilerine ve Moltke haritasına dönüşüm sonunda transformasyon ölçekleri Tablo 6.3'de verilmiştir. Yine Open Street Map'ten Alman Mavilerine ve Moltke haritasına dönüşümün standart sapmaları da Tablo 6.4'te verilmiştir.

Tablo 6.3: Open Street Map'ten Alman Mavileri ve Moltke'ye transformasyon ölçekleri.

	Helmert	Affine (5 parametrelili)		Affine (6 parametrelili)	
		yatay	düşey	yatay	düşey
Alman Mavisi	1:31600	1:31200	1:32300	1:31000	1:32000
Moltke	1:61300	1:61200	1:61400	1:61000	1:61000

Tablo 6.4: Open Street Maps'ten Alman Mavileri ve Moltke için dönüşümlerin standart sapması.

	Helmert (4 parametre)	Affine (5 parametre)	Affine (6 parametre)
Alman Mavisi	172 m.	169 m.	141m.
Moltke	59 m.	60 m.	60 m.

Transformasyon ölçeği Alman Mavileri ve Moltke için farklı olduğu için ölçek birliği sağlayabilmek için 1:1' ne göre Tablo 6.2 'den Tablo 6.5' deki değerler elde edilmiştir.

Tablo 6.5: Alman Mavileri ve Moltke için dönüşümlerin 1:1 lik standart sapması.

	Helmert (4 parametre)	Affine (5 parametre)	Affine (6 parametre)
Alman Mavisi	0,00558 m.	0,00529 m.	0,00448 m.
Moltke	0,00095 m.	0,00098 m.	0,00098 m.

Belirlenen dönüşümlerden elde edilen dijital sonuçlar karşılaştırıldığında 6 parametrelili affini dönüşüm Alman Mavileri için hem dijital konumlandırma olarak hem de kontrol noktalarının koordinat yer değiştirmeleri ( $V_x$ ,  $V_y$ ) olarak en iyi sonucu vermektedir. Özellikle kullanılan dönüşüm yöntemleri ile elde edilen x ve y yönündeki hata ve ölçek farkları incelendiğinde Moltke haritalarında seçilen kontrol noktalarıyla günümüzdeki güncel haritaların konumuna en yakın sonucu verdiği belirlenmiştir.

Eski haritalara ait planimetrik veriler bu uygulama ile elde edilmiştir. Uygulamaların birbiriyle doğruluğu test edilmiştir. Her iki uygulama test edildiğinde özdeş noktalar (17 adet) yardımıyla elde edilen analizlere göre yer değiştirmeler aynı bölgelerde meydana gelmiş, ölçekler de yaklaşık olarak birbirine yakın değerlerde bulunmuştur. Tarihi haritaların dijitalleştirilip, tekrar konumlandırılarak güncel haritalar ile karşılaştırılması ve yorumlanmasında, Alman Mavileri-Moltke haritaları ile yapılan bu çalışmanın yol gösterici olacağı düşünülmektedir.

## KAYNAKLAR

Acar M., Özlüdemir M. T., Akyılmaz O., Çelik R. N., Ayan T. (2006), "Deformation analysis with Total Least Squares", Natural Hazards and Earth System Sciences, 6(4), 663-669.

Akçadağ G. (2014), "Osmanlı Haritacılığı (Arşivler) ", Osmanlı Haritacılığı Arşivler-Koleksiyonlar.

Arslan E., (1997), "GPS Koordinatlarından Ülke Koordinatlarına Dönüşüm, Türkiye 6. Bilimsel ve Teknik Harita Kurultayı", 303-319, Ankara.

Ayan T., (2009). "Referans Sistemler", TUJK, Konya.

Bilgi S. (2006). "8000 Yıllık Geçmişi ile Harita ve Haritacılık", Popüler Bilim Dergisi, 144, 38-42.

BÖHNBÜY, (2011), Büyük Ölçekli Harita ve Harita Bilgileri Üretim Yönetmeliği, 26.06.2018 tarih ve 30460 Mükerrer Sayılı Resmi Gazete.

Çelik G. (2016), "Eski haritaların modern haritalar ile karşılaştırılması:MapAnalyst (Yüksek Lisans Tezi) ", İstanbul Teknik Üniversitesi,Fen Bilimleri Enstitüsü,İstanbul.

Dağdelen İ., (2020), "Alman Mavileri", 1913-1914 I. Dünya Savaşı Öncesi İstanbul haritaları.

Demirkol E. Ö., Yıldırım A., Gürdal M. A., (2002), "Avrupa Datumu 1950 (ED-50) ile Dünya Jeodezik Sistemi 1984 (World GeodeticSystem 1984: WGS84) Arasında Datum Dönüşümü ve Askeri Uygulamaları", Hrt. Gn. K.lığı, Ankara.

Demirtaş M. Ü., (2006), "Bölgesel Koordinat Dönüşümleri", YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü,(Yüksek Lisans Tezi)

Fiala F., (1976) "Matematiksel Kartografya",İstanbul Teknik Üniversitesi Yayını,İstanbul.

Gaspar J., (2007), " The Myth of the Square Chart.e-Perimetron", Vol.2, No 2, Spring 2007[66-79].

Gökgöz T., (2015), "Kartografya 1 Ders Notları", YTÜ, İstanbul

Göksöz T., Karahan B., Kuzucu B. (2016), "1878 Tarihli Davutpaşa Haritasının Planimetrik Doğruluk Analizi", 6. Uzaktan Algılama-CBS Sempozyumu.

İnal C., Turgut B., (2001), "Nokta Konum Duyarlılıkları İle Koordinat Dönüşümü", S.Ü. Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi 16(2), 39-46.

Kılıçoğlu A., (1995), “Jeodezi’de Dönüşümler”, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, (Yüksek Lisans Tezi), İstanbul.

Köktürk E., (2004), “Haritacılığın 5000 yıllık Yürüyüşü (Tarihsel Süreç-Gelişme Dinamikleri) (1.Bölüm: Babilliler den Antik Çağa) Jeodezi, Jeoinformasyon ve Arazi Yönetimi Dergisi”, 2004/90, 32, 40.

Kumar M., (1993), World Geodetic System 1984, “A Reference Frame For Global Mapping, Charting and Geodetic Applications, Surveying and Land Information Systems”, 53(1), 53-56.

Mikhail M. E., Weerawong, K. (1997), “ Exploitation of Linear Features in Surveying and Photogrammetry”, Journal of Surveying Engineering”, 23(1), 32-47.

Mitsakaki C., (2004), “Coordinate Transformations”, FIG Working Week, May 22-27, Athens, Greece.

Önder M., (2002), “Geçmişten Günümüze Resimlerle Türk Haritacılık Tarihi”, Erişim: 02.01.2022

Özdemir T., (1995), “Kartografya ve Haritalar Bilgisi, Ders Notları”, Uludağ Üniversitesi, Balıkesir Müh.Fak., Balıkesir.

Pektekin A., (1989), “Dönüşümler ve Seçmeli Noktalara Göre Programlanması”, Türkiye II. Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, 6-10 Ocak, Ankara.

Selçuk M., (1982), “Kartografya-Kısaltılmış Ders Notları”, YTÜ, İstanbul.

Şerbetçi M., (1996), “Haritacılık Bilimi Tarihi”, Harita Dergisi, Özel Sayı 15.

Şişman Y., Dilaver A., (2005), “Datum Dönüşümünde Kalite Kontrol”, Türkiye 10. Bilimsel ve Teknik Harita Kurultayı, Ankara.

Tanık A., (2003), “Dönüşümler ve Uygulamaları”, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü , (Yüksek Lisans Tezi), İstanbul.

Tulga A. H., (2019), “Portolan Haritaların MapAnalyst Uygulaması ile Planimetrik Analizi” , (Yüksek Lisans Tezi), İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Fakültesi, İstanbul.

Turgut B., İnal C., (2003), “Nokta Konum Duyarlıklarının İki ve Üç Boyutlu Koordinat Dönüşümüne Etkisi”, Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Jeodezik Ağlar Çalıştayı, 24-26 Eylül, Konya.

Ülkekel C., (1999), “8200 Yıllık Bir Harita Çatalhöyük Şehir Planı”.

Üstün A., (1996), Datum Dönüşümleri, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Yüksek Lisans Tezi), İstanbul.

Web 1, (2021), <http://mapanalyst.org/> , (Erişim tarihi 10.10.2021).

Web 2, (2021), <http://en.wikipedia.org/> , (Erişim tarihi 10.11.2021).

Web 3, (2021), <http://www.openstreetmap.org/>, (Erişim tarihi 20.08.2021).

Web 4, (2022), <https://www.istanbul.net.tr/istanbul-rehberi/yazilar/19-yuzyilda-osmanli-baskenti-degis-en-istanbul> , (Erişim tarihi 21.07.2022).

Web 5, (2022), <https://mathype.softonic.com.tr/> , (Erişim tarihi 10.01.2022).

Web 6, (2022), <https://blog.esri.com.tr/tag/georeferencing/>>, (Erişim tarihi 08.02.2022).

Web 7, (2021), <http://adres.nvi.gov.tr/Vatandaşislemeleri/AdresSorgu>> , (Erişim tarihi 27.06.2021).

Web 8, (2022), <https://istanbultarihi.ist/29-osmanli-haritalarinda-istanbul> , (Erişim tarihi 21.07.2022).

## ÖZGEÇMİŞ

Murat AYDIN, 2012 yılında başladığı Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Geomatik Mühendisliği Bölümünü 2016 yılında başarıyla tamamlayarak 2018 yılında Gebze Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Harita Mühendisliği Anabilim Dalında yüksek lisans eğitimine başladı. 2017 yılından bu yana Çatalca Belediyesi İmar ve Şehircilik Müdürlüğünde harita mühendisi olarak iş hayatına devam etmektedir.



## **EKLER**

### **EK A: Tez Çalışması Kapsamında Yapılan Yayınlar**

Aydın M.,Şahin C.(2022) “Alman Mavileri Haritasının MapAnalyst-ArcMap ile Analiz Edilmesi”,7.Uluslararası 19 Mayıs Yenilikçi Bilimsel Yaklaşımlar Kongresi 2022,Samsun,Türkiye,19-20 Mayıs 2022.

