

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**PORTOLAN HARİTALARIN MAPANALYST UYGULAMASI İLE
PLANİMETRİK DOĞRULUK ANALİZİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Harun Atilla TULGA

Geomatik Mühendisliği Anabilim Dalı

Geomatik Mühendisliği Programı

HAZİRAN 2019

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**PORTOLAN HARİTALARIN MAPANALYST UYGULAMASI İLE
PLANİMETRİK DOĞRULUK ANALİZİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Harun Atilla TULGA
(501111608)**

Geomatik Mühendisliği Anabilim Dalı

Geomatik Mühendisliği Programı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Cengizhan İPBÜKER

HAZİRAN 2019

İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 501111608 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi Harun Atilla TULGA, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “PORTOLAN HARİTALARIN MAPANALYST UYGULAMASI İLE PLANİMETRİK DOĞRULUK ANALİZİ” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Prof. Dr. Cengizhan İPBÜKER**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Prof. Dr. Dursun Zafer ŞEKER**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Doç. Dr. Bahadır ERGÜN
Gebze Teknik Üniversitesi

Teslim Tarihi : **03 Mayıs 2019**
Savunma Tarihi : **14 Haziran 2019**





Eşime ve Kızıma,



ÖNSÖZ

Çalışmam süresince yanımda olup beni destekleyen eşime, kızıma, kuzenime, çalışma arkadaşlarıma ve saygı değer hocam Prof Dr. Cengizhan İPBÜKER' e teşekkür ederim.

Mayıs 2019

Harun Atilla TULGA





İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ	vii
İÇİNDEKİLER.....	ix
KISALTMALAR.....	xiii
SEMBOLLER.....	xv
ÇİZELGE LİSTESİ	xvii
ŞEKİL LİSTESİ	xix
ÖZET	xxi
SUMMARY	xxiii
1. GİRİŞ	1
2. HARİTACILIK TARİHİ VE ESKİ HARİTALAR	5
2.1 İnsan ve Haritacılık	5
2.2 Dünya'da Haritacılık Alanındaki Gelişmeler.....	5
3. PORTOLAN HARİTALAR	11
3.1 Portolan Nedir?.....	11
3.2 Portolan Haritaların Genel Özellikleri.....	15
3.3 Portolan Harita Üzerinde Yön ve Mesafe Tayini.....	16
3.4 Portolan Haritaların Ekonomik, Teknik ve Sosyal Etkileri.....	18
4. MAPANALYST PROGRAMI	21
4.1 MapAnalyst Programı Nasıl Çalışır?	21
4.2 MapAnalyst Programı Kullanımı ve Sekmeleri	24
4.2.1 Projeler hakkında	24
4.2.2 Harita gösterimi hakkında	25
4.2.3 Araç çubuğu hakkında.....	25
4.2.3.1 Hesaplama düğmesi.....	25
4.2.3.2 Noktaları düzenleme düğmesi	25
4.2.3.3 Yakınlaştırma ve kaydırma düğmesi.....	25
4.2.3.4 Ölçme düğmesi.....	26
4.2.3.5 Çizim düğmesi.....	26
4.2.3.6 Fare konum bilgisi düğmesi.....	26
4.2.4 Noktalar ve bağlantılar hakkında.....	26
4.2.4.1 Yeni nokta yerleştirme	26
4.2.4.2 Noktaları kopyala ve yapıştır	26
4.2.4.3 Geri al ve yinele.....	26
4.2.4.4 Bağlantı noktaları	27
4.2.4.5 Bağlantı noktaları yeniden adlandırma	27
4.2.4.6 Bağlantıları bulma	27
4.2.4.7 Nokta ve bağlantıların içe ve dışa aktarılması.....	27
4.2.4.8 Listede ki noktaları yerleştirme	29
4.2.4.9 Bağlantılı noktaların listesi	29
4.2.4.10 Nokta renk seçenekleri.....	29

4.2.5 Eski ve yeni harita görüntüleri hakkında	29
4.2.5.1 Harita görüntülerinin içe aktarımı	30
4.2.5.2 Harita görüntüsünü kaydırma	30
4.2.5.3 Haritaların boyutu ve ölçeği	30
4.2.5.4 Yeni referans harita için dünya dosyaları	31
4.2.5.5 Eski haritanın boyutu ve eski haritanın opsiyonel dünya dosyası.....	32
4.2.6 OpenStreetMap Kullanımı	32
4.2.6.1 OpenStreetMap projeksiyon bozukluğu	33
4.2.6.2 OpenStreetMap projeksiyon bozukluğunu giderme	33
4.2.6.3 Orta ve küçük ölçekli haritalar	33
4.2.6.4 OpenStreetMap noktalarının içe ve dışa aktarılması	34
4.2.7 Dönüşümler.....	34
4.2.7.1 Dönüşüm yolu	34
4.2.7.2 Eski haritanın ölçeği ve dönmesi	34
4.2.7.3 Son hesaplama raporu	34
4.2.7.4 Dönüşüm nasıl seçilir.....	35
4.2.8 Deformasyon ağı	37
4.2.8.1 Deformasyon ağının gösterimi	37
4.2.8.2 Grid boyutu.....	37
4.2.8.3 Kapsam	37
4.2.8.4 Grid kenar yumuşatması.....	37
4.2.8.5 Görünüm.....	38
4.2.8.6 Etiketleme	38
4.2.8.7 Belirsiz alanlar.....	38
4.2.8.8 Belirsizlik.....	38
4.2.8.9 Abartı faktörü	38
4.2.8.10 Ofset.....	38
4.2.9 Yer değiştirme vektörleri ve daireler	39
4.2.9.1 Yer değiştirme vektörlerinin gösterimi.....	39
4.2.9.2 Vektörler ve daireler	39
4.2.9.3 Ölçek faktörü.....	39
4.2.9.4 Aykırılıklar	39
4.2.10 Eş uzunluk ve eş açı deformasyon eğrileri (İsolines)	39
4.2.10.1 Yerel ölçek ve yerel dönüklük	40
4.2.10.2 Arayüz yapısı.....	40
4.2.10.3 Eş uzunluk ve eş açı deformasyon eğrilerinin gösterimi.....	40
4.2.10.4 Aralık	40
4.2.10.5 Etki yarıçapı	40
4.2.11 Dışa aktarım.....	40
4.2.11.1 ESRI formatı.....	41
4.2.11.2 SVG (ölçeklenebilir vektör grafikleri).....	41
4.2.11.3 WMF (windows meta dosyası)	41
4.2.11.4 Ungenerate.....	41
4.2.11.5 DXF.....	41
4.2.11.6 JPEG ve PNG	42
5. PORTOLAN HARİTALARIN PLANİMETRİK DOĞRULUK ANALİZİ ...	43
5.1 Diego Homem'in Ege Denizi'ni İçeren Portolan Haritasının Planimetrik Doğruluk Analizi	45
5.2 Battista Agnese'nin Karadeniz Kıyılarını İçeren Portolan Haritasının Planimetrik Doğruluk Analizi	53

5.3 Joan Martines'in Karadeniz, Akdeniz ve Ege Denizi Kıyılarını İçeren Portolan Haritasının Planimetrik Doğruluk Analizi.....	59
5.4 Jean François Roussin'in Ege Denizi Kıyılarını İçeren Portolan Haritasının Planimetrik Doğruluk Analizi	66
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	75
KAYNAKLAR.....	77
ÖZGEÇMİŞ	81





KISALTMALAR

A.B.D.	: Amerika Birleşik Devletleri
ASCII	: American Standart Code For Information Interchange
BMP	: Bitmap Image File
CAD	: Computer Aided Design
CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemleri
CM	: Santimetre
CSV	: Comma-Separated Variables
D.R.	: Dead Reckoning
DXF	: Drawing Exchange Format File
DPI	: Dots Per Inch
ESRI	: Environmental Systems Research Institute
GIF	: Graphics Interchange Format
GIS	: Geographical Information Systems
JPEG	: Joint Photographic Experts Group
KM	: Kilometre
M	: Metre
M.Ö.	: Milattan Önce
PNG	: Portable Network Graphics
SVG	: Scalable Vector Graphics
TIFF	: Tagged Image File Format
WGS	: World Geodetic System
WMF	: Windows Meta File
YY	: Yüzyıl



SEMBOLLER

x,y,z : Koordinat sistemi bileşenleri





ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 4.1 : ASCII formatı.	28
Çizelge 4.2 : Eski ve yeni harita için ASCII formatı.	29





ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1 : Çatalhöyük haritası.	6
Şekil 2.2 : Piri reis dünya haritası	8
Şekil 3.1 : Katalan atlası.	14
Şekil 3.2 : Portolan haritalarında tek merkezli pusula gülü doğrultuları.....	17
Şekil 3.3 : Portolan haritalarında iki merkezli pusula gülü doğrultuları	18
Şekil 4.1 : Deformasyon ağı ve yer değiştirme vektörleri içeren portolan haritası ...	24
Şekil 5.1 : MapAnalyst uygulaması eski ve yeni harita görüntüsü.....	43
Şekil 5.2 : Portolan haritası üzerinde ki şehir adlarının google earth tarihi şehir adları eklentisi ile tespit edilmesi	44
Şekil 5.3 : OpenStreetMaps referans haritası üzerinde eski haritanın bozunma gridlerini ve yer değiştirme vektörlerinin gösterimi.....	45
Şekil 5.4 : Diego Homem'e ait portolan haritanın rüzgar gülü yöntemi ile gösterimi.....	46
Şekil 5.5 : Bağlantılı kontrol noktaları.	47
Şekil 5.6 : Eski haritada deformasyon ağı gösterimi.	48
Şekil 5.7 : Eski haritada yer değiştirme vektörlerinin gösterimi.....	49
Şekil 5.8 : Eş uzunluk deformasyon eğrilerinin gösterimi	50
Şekil 5.9 : Eş açı deformasyon eğrilerinin gösterimi.....	51
Şekil 5.10 : MapAnalyst uygulamasına göre noktaların olması gereken konumu. ...	52
Şekil 5.11 : Bağlantılı kontrol noktaları	53
Şekil 5.12 : Battista Agnese'ye ait portolan haritanın rüzgar gülü yöntemi ile gösterimi.....	54
Şekil 5.13 : Eski haritada deformasyon ağı gösterimi.	55
Şekil 5.14 : Eski haritada yer değiştirme vektörlerinin gösterimi	56
Şekil 5.15 : Eş uzunluk deformasyon eğrilerinin gösterimi	56
Şekil 5.16 : Eş açı deformasyon eğrilerinin gösterimi.....	57
Şekil 5.17 : MapAnalyst uygulamasına göre noktaların olması gereken konumu. ...	58
Şekil 5.18 : Bağlantılı kontrol noktaları.	59
Şekil 5.19 : Joan Martines'e ait portolan haritanın rüzgar gülü yöntemi ile gösterimi.....	60
Şekil 5.20 : Eski haritada deformasyon ağı gösterimi.	61
Şekil 5.21 : Eski haritada yer değiştirme vektörlerinin gösterimi	62
Şekil 5.22 : Eş uzunluk deformasyon eğrilerinin gösterimi	63
Şekil 5.23 : Eş açı deformasyon eğrilerinin gösterimi.....	64
Şekil 5.24 : MapAnalyst uygulamasına göre noktaların olması gereken konumu. ...	65
Şekil 5.25 : Bağlantılı kontrol noktaları.	66
Şekil 5.26 : Jean François Roussin'e ait portolan haritanın rüzgar gülü yöntemi ile gösterimi.	67
Şekil 5.27 : Eski haritada deformasyon ağı gösterimi.	68
Şekil 5.28 : Eski haritada yer değiştirme vektörlerinin gösterimi	69
Şekil 5.29 : Eş uzunluk deformasyon eğrilerinin gösterimi	70

Şekil 5.30 : Eş açılı deformasyon eğrilerinin gösterimi.	71
Şekil 5.31 : MapAnalyst uygulamasına göre noktaların olması gereken konumu.	72



PORTOLAN HARİTALARIN MAPANALYST UYGULAMASI İLE PLANİMETRİK DOĞRULUK ANALİZİ

ÖZET

Geçmişten günümüze kadar ki dönem incelendiği zaman haritacılığın temelleri olarak kabul edilebilecek çizimlerin tarih öncesi çağlarda orta çağ dönemine rastladığı kabul edilmektedir. Nehir, dağ, yol gibi bir kaç ayrıntı içeren çizimler mağaralara, kayalara hatta post ve deri gibi taşınabilir eşyaların üzerine çizilmişlerdir. Günümüzde bu kalıntılar, diğer tarihi eserler gibi insanlık için önemli sayılabilecek kültür varlıkları arasında kabul edilmektedir.

İnsanlar yerleşim yeri olarak genellikle deniz kıyıları ve suyun bulunduğu bölgeleri tercih etmişlerdir. Bu bölgeler deniz ticaretinin de etkisiyle insanlık için çok önemli merkezler ve daha ötesi devletler haline gelmiştir. Özellikle Akdeniz devletleri, ticaret ve güvenlik nedeniyle kıyı haritaları (Portolan) yaptırmıştır. Bu gelişmeler doğrultusunda haritacılık bir meslek olarak kabul edilmiştir. Haritacılığın gelişmesiyle birlikte bilinmeyen yerlere gidilmesi ve keşifler çağının başlaması sağlanmıştır.

Bu noktada geçmiş dönemde hazırlanan ve bir çok gelişmeye neden olan eski kıyı haritalarının doğruluğu günümüz araştırmacılarının ilgisini çekmektedir. Eski kıyı haritalarının yapımında kullanılan yöntemler, planimetrik doğruluk ve üzerinde yer alan bilgilerin doğruluğu gibi konular araştırmalar arasında yer almaktadır. Gelişen teknoloji ve bilgisayar çağı ile birlikte bu araştırmalar artmakta ve yöntemler kolaylaşmaya başlamıştır.

Günümüzde bilgisayarların yardımı ile geçmişte yapılması mümkün olmayan analizlerin yapılması mümkün olmaya başlamıştır. Gelişen programlama dilleri vasıtasıyla oluşturulan programlar bir çok ana bilim dalı için araştırmalara ön ayak olmaktadır. Haritacılık için ise geliştirilen bir çok CBS (Coğrafi Bilgi Sistemi) programı bulunmaktadır. Bu programlar vasıtasıyla haritacılıkta bir çok farklı konuda analizler ve değerlendirmeler yapılabilmektedir. Bu çalışmada CBS programlarından biri olan MapAnalyst programı kullanılarak eski dönem kıyı haritalarının analizi yapılmıştır.

MapAnalyst programı eski haritaların doğruluk analizi için kullanılabilen ücretsiz ve açık kaynak kodlu bir yazılımdır. MapAnalyst programı sayesinde geçmiş dönemler için çok önemli olan kıyı haritalarının doğruluğu hakkında bilgi sahibi olunabilmektedir. Eski harita ile günümüz teknolojileri ile hazırlanan güncel haritaların eş noktalar vasıtasıyla karşılaştırılması yapılmaktadır. Çalışmada Marmara Deniz'i, Ege Deniz'i, Akdeniz ve Karadeniz'i baz alan eski kıyı haritalarının modern harita ile karşılaştırması yapılarak planimetrik doğruluğu hakkında bilgi sahibi olunması hedeflenmiştir. Uygulamada orta ölçekli haritalar kullanılmıştır. Eski haritalar programa sayısallaştırılarak eklenmiştir.

Sonuç olarak MapAnalyst programı ile yapılan analizlerin vektör, deformasyon ağı, eş uzunluk ve eş açı deformasyon eğrileri vasıtasıyla görselleştirilerek anlatımı sağlanmıştır. Görselleştirmeler üzerinden eski haritalardaki hataların gösterimi gerçekleştirilmiştir.



PLANIMETRIC ACCURACY ANALYSIS OF PORTOLAN MAPS WITH MAPANALYST APPLICATION

SUMMARY

When the period from past to present is examined, it is accepted that the drawings which can be accepted as the foundations of mapping are found in the middle ages in prehistoric times. Drawings with a few details such as river, mountain and roads were drawn on caves, rocks and even portable goods such as post and leather. Today these remains are recognized among the cultural assets and heritage that can be considered important for humanity, like other historical artifacts.

People generally settled near coasts and waterfronts. With respect to shipping trade, these regions had become very important centers for humanity and beyond that states. Especially the Mediterranean states have made coastal maps (Portolan) for trade and security. In line with these developments, cartography was accepted as a profession. With the development of cartography, traveling to unknown places, reduction of ship losses, acceptance of cartography as a profession, performing more reliable sea voyages, drawing maps of the unique appearance of the earth, commencing map trading, shortening of expedition times, emerging of cartography and maps in the Ottoman Empire and leading the age of discoveries were provided.

Portolan maps were drawn by the sailors and cartographers of the period by taking into account the distance traveled by the compass rose. Produced with a technique suitable for the conditions of the period, portolan maps also have unique features. As well as for the sailor, portolan maps were also produces for the sovereigns of the period.

At this point, the accuracy of the old coastal maps attract the attention of today's researchers. The methods used in the construction of the old coastal maps, planimetric accuracy and accuracy of the information are the subjects of many researches. Advancing technologies and information age, lead an increase at these researches and ease the methods.

Today, with the lead of computers, it is possible to carry out analyzes that are not possible in the past. The programs created through the developing programming languages lead to research for many branches of science. There are many GIS (Geographical Information System) programs developed for cartography. Through these programs, analyzes and evaluations can be made on many different topics in cartography. In this study, it is aimed to analyze the old coastal maps by using the MapAnalyst program which is one of the GIS programs.

MapAnalyst is a free open source software designed for accuracy analysis of old maps. Its main purpose is to create a visualization showing the geometric accuracy and deformations of the old maps. It is a java based program developed by Bernash Jenny, a faculty member at Monash University. In general, Mapanalyst calculates via control points through old and new maps. Via MapAnalyst, the scale, rotation and

statistical indicators of the old maps can also be calculated. The program can be downloaded from "<http://mapanalyst.org/>" with the current version.

Through the MapAnalyst program, it is possible to know the accuracy of the coastal maps which are very important for the past periods. The comparison of the old map and the current maps prepared with today's technologies is made by means of the identical points. Previous applications with MapAnalyst were also examined.

In this study, 4 different portolan maps drawn by Diego Homem, Battista Agnese, Joan Martines and Jean François Roussin were considered. It is not possible to speak of a modern projection on maps. However, it was determined that compass rose method which is considered as the most important portolan map drawing technique of the period was taken into consideration in the construction of 4 these portolan maps. This method is generally based on the calculation of length by the speed of the ship and the distance traveled, taking into account the compass and wind direction. Small and medium sized maps were used in the application. Old maps were added to the program by digitizing.

OpenStreetMaps for Portolan maps are taken as reference and accuracy analyzes are performed via MapAnalyst application. OpenStreetMaps has been referenced due to accuracy and efficiency on small and medium-sized maps.

For the planimetric accuracy analysis of the portolan map, the application of the old map was loaded into the system by running the application. In the application, there is the old map in the right part and OpenStreetMap reference map in the left part. After the old map loading process is completed, checkpoints are marked by city names that can be determined on both maps. The city names on the old map are Latin or historical names of the region. At this point, the historical names of cities added to Google Earth plugin is used. The approximate position accuracy was kept low because the region names during the assignment of points were taken into account. Control points are assigned to the locations determined between the old map and the current map. Each control point marked on both maps is connected to each other.

After these punctuation operations, "compute" tab that is located in the upper left corner of the application, is being runned to start calculation. As a result, the application performs the visualization. With "compute" command, the application can perform 4 different visualizations as decomposition grids, displacement vectors, scale and rotational equivalent curves (isolines).

In the MapAnalyst application, firstly the map drawn by Diego Homem in 1574 was taken into consideration for the planimetric accuracy of the portolan maps. Diego Homem (1521 - 1576) is a Portuguese cartographer. 53 point pairs were selected on the maps. This size of this map is 61.5 x 44.4 cm (5242 x 7266 pixels). Diego Homem used the compass rose method on the this map.

Secondly, the portolan map of Battista Agnese drawn in 1553 was taken into consideration. Battista Agnese (1500 - 1564) is a cartographer from the Republic of Genoa. 41 point pairs were selected on the maps. The size of this map is 135.1 x 93.2 cm (6385 x 4401 pixels). Battista Agnese used the compass rose method on the this map.

Thirdly, the portolan map drawn by Joan Martines in 1578 was taken into consideration. Joan Martines (1556 - 1590) is a cartographer from Mallorca. 58 point pairs were selected on the maps. The size of this map is 63.2 x 98.7 cm (2985 x 4665 pixels). Joan Martines used the compass rose method on the this map.

Finally, the portolan map of Jean François Roussin drawn in 1661 was taken into consideration. Jean François Roussin (17th century) is a Marseille cartographer. 62 point pairs were selected on the maps. The size of this map is 138.9 x 184.1 cm (6561 x 8697 pixels). Jean François Roussin used the compass rose method on the this map.

As a result of this study, the average scale, mean rotation and mean location error of portolan maps were determined. The data obtained with MapAnalyst application is visualized.

Obtained statistical data determined that 4 different portolan maps made in different periods can be useful works considering the time conditions. Although it is not as much as the maps produced with today's technologies, it is thought to be an important resource for the users of these maps in the period.

When the compass rose in the center of the maps is taken into consideration, it is determined that the errors increase parallel to the distance from the center. In some parts, it has even been systematically shifted in a certain direction. In addition, as the scale of the map decreases, the amount of deformation increases. As the area expands and the scale increases, the calculated error increases. Although the compass rose method and knot calculation used in the period were not considered as a modern method, it is thought that it transferred the general geography properly or at least partially.

The analyzes made with MapAnalyst program were visualized and explained through vector, grid and isolines. The visualization of the errors in the old maps was realized. As a result of the comparison of the maps drawn in the previous period with the maps prepared in the current period, MapAnalyst was found to be a very important guide for commenting on old maps. Statistical data such as spatial vectors, scale, orientation, position error of old maps can be obtained through this application. It was also found that this program was not suitable for the analysis of large areas. It is thought that as a result of the large coverage area and scale of large maps, distortions may increase and accurate calculations and analysis cannot be performed.



1. GİRİŞ

Eski haritalar bilim insanları için her zaman ilgi çekici bir konu olmuştur. Bundan yaklaşık 120 yıl önce Alman coğrafyacı Hermann Wagner portolan haritaları araştırma konusunda kartometrik metodu tanıtmıştır [1]. Bu metod belirsiz varsayımlar dizisini önleyecek bir çizelge yardımıyla portolan bir haritadan ölçü almayı hedeflemiştir. Bu tarz basit hesaplamalardan sonra günümüzde haritacılık ve teknolojiye ki gelişmeler neticesinde bilgisayar çağının etkisiyle birlikte eski haritalarda yapılan analizler için bir çok yöntem geliştirilmiştir. Bu yöntemler sayesinde sonuca ulaşmak kolaylaşmış ve doğru analizlerin yapılmasının önü açılmıştır.

Geçmiş dönemlerin en önemli haritaları olarak portolan haritalar kabul edilmektedir. Bu haritalar günümüzde Dünya kültür mirası düzeyinde olan eserler arasında yer almaktadır. Portolan haritalar döneminin gemicileri ve kartografyacıları tarafından pusula gülü vasıtasıyla geminin kat ettiği mesafe dikkate alınarak çizilmişlerdir. Dönemin şartına uygun bir teknik ile üretilen portolan haritaların kendine has özellikleri de bulunmaktadır. Portolan haritalar denizciler için üretildiği gibi döneminin devlet ileri gelenleri için de ayrı bir titizlikte üretilmişlerdir. Bu haritalar geçmiş dönemde ticaretin gelişmesine, haritacılığın ilerlemesine, gemilerin daha güvenli sefere çıkmalarını ve hatta keşifler çağının başlamasına sebep olmuştur. Bu haritaların doğruluğu şu an bile bir çok bilim insanı için merak edilen bir konudur.

Günümüzde gelişen teknoloji ile birlikte yazılım sistemlerinde meydana gelen büyük ilerleme sayesinde geçmişte çözülmesi zor olan mühendislik uygulamaları ve matematik hesapları kolayca çözüme kavuşabilmektedir. Bu yazılım sistemleri ile bir çok iş kolu için geliştirilen uygulamaların insanlığa katkısı yadsınamaz düzeydedir. Haritacılık mesleğinin gelişmesi için de bir çok önemli yazılım uygulamaları bulunmaktadır. Bunlardan en önemlileri arasında yer alan MapAnalyst uygulamasıdır. Monash Üniversitesi öğretim üyesi Bernhard Jenny tarafından geliştirilmiş olan MapAnalyst programı sayesinde eski haritalar üzerinde bir çok

analiz yapılabilir. Bu analizler ile birlikte eski haritalar hakkında fikir yürütmenin önü açılmıştır.

MapAnalyst ile daha önceden yapılmış uygulamalarda incelenmiştir. Çalışmaya örnek olarak 4 ayrı çalışma incelenmiştir. Türkan Gökgöz, Burcu Karahan, Burcu Kuzucu'nun hazırlanmış olduğu "1878 Tarihli Davutpaşa Haritasının Planimetrik Doğruluk Analizi" çalışmasında 1878 yılında yapılmış Davutpaşa haritasının doğruluğu hakkında MapAnalyst uygulamasıyla araştırma yapılmıştır. Araştırma sonucunda ortalama ölçeğin 1:23000 ile 1:24000 arasında olduğu, ortalama dönüklüğün 82 ile 90 derece arasında olduğu, ortalama konum hatasının ise 271 ile 388 metre olduğu hesaplanmıştır [2]. Gülin Çelik'in hazırlanmış 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. Söz konusu çalışmada farklı çizim yöntemleri uygulanmış için farklı sonuçlar elde edilmiş olup İstanbul Boğazının doğru yöne doğru çizildiği tespit edilmiştir [3]. Joaquim Alves Gaspar'in hazırlanmış olduğu "The Myth of the Square Chart" ile 16. yüzyılda kullanılan haritaların projeksiyonsuz bir şekilde nasıl çizildiği konusunda yapılan bir çalışmadır. Elde edilen verilere göre manyetik sapmaların etkisi ile çok boyut ölçeklendirmelerin kullanılması tutarsızlıkların düzeltilmesine olacak sağlayacağı yönündedir [4]. Son olarak Roel Nicolai'nin hazırlanmış 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. Sonuç olarak MapAnalyst uygulamasının geniş alanların analizine uygun olmadığı tespit edilmiştir [1]. İlgili çalışmalar genel olarak MapAnalyst programı kullanarak eski haritalar ve yeni haritaların karşılaştırılması yöntemi ile eski haritaların doğruluğu üzerinedir.

Bu çalışmada MapAnalyst uygulaması kullanılmış olup portolan haritalar üzerinde planimetrik doğruluk analizi yapılmıştır. Marmara Deniz'i, Ege Deniz'i, Karadeniz ve Akdeniz'i kapsayan farklı dönemlere ve haritacılar ait küçük ve orta ölçekli eski 4 portolan harita üzerinden çalışma gerçekleştirilmiştir. Eski portolan haritalar, MapAnalyst tarafından güncel olarak referans alınan "openstreetmap" haritası ile karşılaştırılarak sonuca ulaşılmıştır. MapAnalyst uygulaması ile elde edilen verilerin

görselleştirmesi yapılmıştır. Bu görselleştirmeler vasıtasıyla elde edilen veriler sonuç ve öneriler kısmında tartışılacaktır.





2. HARİTACILIK TARİHİ VE ESKİ HARİTALAR

2.1 İnsan ve Haritacılık

İnsanoğlu içinde yaşadığı doğadan yararlanmak, onun zarar ve tehlikelerinden korunmak için sürekli bir çaba içerisinde olmuştur. Bu çabalar sonucunda deneyimler, zamanla çeşitli bilgi alanlarını içeren bilim dalları ve teknolojiye dönüşmüş olup insanlığı bugünkü uygarlık düzeyine erdirmiştir.

Bilim, günümüzün gelişmeleriyle kuşaktan kuşağa geçmiş, geçmişte ki tüm yapılanları da araştırmaktadır. Bilinçsiz ve içgüdüsel yapılmış olanlarla beraber, gözlemsel, deneysel ve bilimsel olanlarla birlikte, geçmişte yapılmış çalışmaların tümü, her bir bilim dalının kendi tarihinin aydınlatılmasına olanak sağlamaktadır. Haritacılık bilimi de diğer bilim dalları gibi kendi tarihini araştırmakta, bu amaçla eski haritaları bulup incelemekte, onların yapılış biçimleri ile yapımlarında kullanılmış alet, malzeme ve teknolojiyi erişmeye çalışmaktadır.

İnsanoğlunun yaşadığı çevreyi, tanıma çabalarının ürünü olan haritalar, uygarlık tarihinin başlamasıyla birlikte karşımıza çıkmaktadır. Haritalar genel olarak; yeryüzünün bir bölümünün ya da geniş bir bölümünün coğrafi, jeolojik ve politik özelliklerini, bir ölçek dahilinde grafik gösterimi olarak tanımlanabilir. İnsanoğlunun mülk edinme ve hükümlan olma duygularının sonucunda oluşturulan yazılı görsel belgelerdir. Bu kanıyı doğrulayıcı bilgiler yapılmış ilk haritalarla birlikte görülmektedir [5].

2.2 Dünya'da Haritacılık Alanındaki Gelişmeler

Yapılan araştırmalara göre harita olarak nitelendirilecek ilk çizimler tarih öncesi çağların orta çağ dönemine (M.Ö. 10000 - 8000) kadar uzanmaktadır. Bu çizimler ilkel çizimler olup yeryüzünün yalnızca nehir, dağ, yol gibi birkaç ayrıntısını göstermektedir. Bu tip örneklere tarih öncesi çağı haritaları denebilmektedir. Tarih öncesi çağı haritaları duvar, mağara duvarı, kayalar gibi yerleşik veya çanak çömlek yüzeyi, deri, post, kemik gibi taşınabilir eşyalar üzerine çizilmiştir. Çizimler

döneminin bir tür yazısı olarak tanımlayabileceğimiz duygu ve düşüncelerin resimle yansıtılması olan resim yazı biçiminde veya taş, kaya gibi yüzeyler üzerine kazılmış kazıma resimler şeklinde oluşturulmuştur. Tarihi dönemlerin ilerlemesiyle birlikte haritalar gelişerek daha çok ayrıntıları içermeye başlamıştır.

Tarih öncesi çağlarda yapılmış olan haritalar genel olarak yeryüzünün belli bir bölgesindeki birkaç ayrıntıyı içeren görünümler şeklindedir. Dolayısıyla bu çizimler harita olmaktan çok, harita olarak yorumlanabilecek tasvirler şeklinde nitelenirilebilir. Ancak M.Ö. 6200 yılında yapılmış Çatalhöyük Haritası, diğer eserler gibi olmayıp harita olarak nitelenebilecek tek eserdir.

Çatalhöyük, Orta Anadolu'da Konya ili, Çumra ilçesinin kuzeyindeki Küçükköy'ün hemen yakınında konumlu iki höyük üzerine kurulmuş olan cilalı taş çağı yerleşim yerinin adıdır. Çatalhöyük, 1958 yılında İngiliz Arkeoloji Enstitüsü Başkan Yardımcısı James Mellaart, David French ve çalışma arkadaşları tarafından bulunmuştur. Ancak bölgede kazıya 1961 yılında başlanabilmiştir. Radyokarbon 14 yöntemiyle yapılan deney sonucunda Çatalhöyük'ün M.Ö. 6800 - 5700 yıllarında ve 8000 - 10000 insanın yaşamış olduğu tespit edilmiştir [6]. Bu sonuca göre Çatalhöyük'ün büyük bir kentsel yerleşim yeri olduğu anlaşılmıştır (Şekil 2.1).



Şekil 2.1 : Çatalhöyük haritası [7].

M.Ö. 3000 - M.Ö. 1 yılları arasında haritacılar ilkel köylerin kuruluşunda ve arazilerin bölünmesinde görev almışlardır. Babil planlarına bu dönem içerisinde tabletlerde rastlanmaktadır. Mısırlıların, Asurluların ve Babillilerin haritacılık ile

ilgilendikleri belgelenmiştir. Mısır'da yapılan araştırmalarda arazi ölçmeleri sırasında ölçü aleti olarak ölçü halatı, çekül, su terazisi v.b. kullanıldığı tespit edilmiştir. M.Ö. 1700 yılında Mısır'da Nil nehri taşkınlarından sonra tarla ölçmeleri yapılmıştır. Milet'li Thales M.Ö. 600 yılında, yeryuvarını düz bir disk olarak kabul etmiştir. Yunanlılar M.Ö. 550 yılında sonra, haritacılığın sonraki gelişmelerinde önemli bir yer almıştır. Herodot, Pythagoras, Platon, Aristoteles, Thales, Heron, Eratosthenes, Ptolemaios bu dönemin en önemli ölçmecileri arasındadır. Herodot M.Ö. 450 yılında, bir dünya haritası yapmıştır. Eratosthenes M.Ö. 230 yılında Mısır'da yer ölçümü yapmıştır. Ölçümleri sonucunda yeryuvarının çevresini yaklaşık 46.000 km olarak hesaplamıştır.

Hipparchos M.Ö. 150 yılında, ay tutulmalarından bir yer ölçümünü denemiştir. Bu deneme sonucunda 32.148 km'lik bir değer elde etmiştir. Hipparchos tarafından bulunan bu değer Ptolemaios tarafından da kabul edilmiştir. Bu değer ortaçağ'a kadar geçerliliğini korumuştur.

2. yüzyıldan başlayarak, ortaçağın sonuna kadar, haritacılık alanındaki gelişmelere, Roma-Katolik Kilisesi'nin köstekleyici dogmalarıyla nedeniyle ket vurulmuştur. Haritacılık alanındaki gelişmeler 827 yılında merkez değiştirmiştir. Yeni merkez Arap yarımadasına kaymıştır [8]. Bağdat'ta ilk meridyen yayı ölçülerini Al Mamun yapmıştır. Ölçümleri sonucunda dünyanın yarıçapını hesaplamıştır. Günümüzde de kullanılan Azimut, Zenit, Nadir, Alidat ve diğler birçok kavram, Arapçadan diğler dillere geçmiştir.

1000 - 1600 arasında ki yıllara gelindiğinde Amerika'nın doğu kıyılarına Leif Ericson tarafından erişilmiştir. Pusula artık Avrupa'da kullanılmaya başlanmıştır. 1492 yılında Kolomb, Amerika'yı keşfetmiştir. 1513 yılında ise Piri Reis Dünya Haritasını çizmiştir (Şekil 2.2). 1519 - 1522 yılları arasında Magellan tarafından ilk dünya turu gerçekleştirildi. 1585 yılında Gerardus Mercator, günümüzde de kendi adıyla bilinen bir harita projeksiyonu oluşturdu ve bir dünya haritası çizmiştir.

1600 - 1700 yılları arasında Kepler tarafından geliştirilen dürbün ile haritacılık tekniği açısından yeni bir dönem başlamıştır. Willebrord Van Roijen Snellius ise nirengiye ilişkin bir yöntemi geliştirmiştir. Dünyanın yarıçapı ise ilk kez bu yöntem sayesinde belirlenmiştir. Isaac Newton ikili sarkaç saatin işleyiş farklarını yorumlayarak yeryuvarının basıklığını belirlemiştir.



Şekil 2.2 : Piri reis dünya haritası [9].

1700 - 1800 yılları arasında Paris Akademisi tarafından meridyen yayının ölçülmesine ilişkin keşif gezisi gerçekleştirmiştir. Bu geziye Pierre Louis Moreau de Maupertuis, AlexisClaude Clairaut, Celsius katılmışlardır. Bu dönemde haritacılığın merkezi Fransa'ya kaymıştır. Meridyen yayı ölçmelerinin yapılmasının yanında, Fransız devriminde ise ortak bir metrik sistem kullanılmıştır. Fransa'da bu gelişmeler neticesinde 360 dereceye karşılık 400 gon bölümlenmesi kullanılmaya başlanmıştır.

1800 - 1900 yılları arasında Pierre Simon Marquis de Laplace, ayın yörüngesinde ki bozuklukların yer basıklığına sebep olduğu kanıtlanmıştır. 1801 yılında Alman haritacı Johann Georg Soldner ve Fransız Albay Bonne tarafından başlatılan Bavyera'daki nirengi noktalarının belirlenmesini 1821 yılında neticelenmiştir. Napolyon 1808 yılında kadastrosu sürecini başlatmıştır. Bavyera Kadastro kurumu, 1840 yılında 1:5000 ölçekli haritalar için plançete ile ölçümlere başlamıştır. Sonuçların ise 1:25000 ölçek için de değerlendirilmesine karar verilmiştir. 1808 yılında ise yer çevresinin 40 milyonda biri olan değer metre birimi olarak nitelendirilmiştir. Reichenbach dürbünün görüntü alanına gözleme kılıkları yerleştirmiştir. Bu sayede optik uzunluk ölçüsü dönemi başlamıştır. 1830 yılında Alman haritacı, Friedrich Wilhelm Bessel, günümüz içinde geçerli olan yeryuvarı boyutlarını hesaplamıştır. 1832 - 1847 yılları arasında Matematikçi Carl-Friedrich Gauß, en küçük kareler yöntemini dengeleme hesapları için geliştirmiştir. Bu hesapta düzlem dik açılı koordinatları kullanmıştır. Bu yıllarda Almanya, metreyi kabul

etmiştir. "Geoit" kavramı ise, ilk kez 1873 yılında yeryüzünün biçimi için kullanılmıştır.

1900 ve 1990 arasında Hannover'de Profesör Carl-Friederich Gauß tarafından örnek bir nirengi ağı kurulmuştur. Professor Jäderin, baz ölçme aleti olarak çelik ölçü şeridinin (invar) kullanılmasını sağladı. Fotogrametri, 1. Dünya Savaş'ında haritacılığın güçlü bir alanı olmuş ve büyük bir yükseliş dönemine girmiştir. 2. Dünya Savaş'ında radar kullanılmaya başlanmıştır. Radar, elektronik uzunluk ölçüsünün öncüsü olarak nitelendirilmektedir. Bu yıllarda radar ile birlikte elektronik uzunluk ölçüsü hesaplama sistemleri ve veri saptama dönemi başlamıştır. A.B.D. tarafından 1958 yılında uzaya gönderilen ilk uydu olma niteliğinde olan Explorer I, yerin basıncının ölçümünü düzeltmiştir. 1960 yılında ise ilk jeodezik uydu uzaya gönderilmiştir [10].

Özellikle 1990'lı yıllarda klasik ölçme araçları ile yapılan ölçümler sona ermiştir. Günümüzde tam otomatik aletler, modern uydu teknolojisi ve sayısal uzaktan algılama sensörleri kullanılmaktadır. Bu dönemdeki gelişmeler "sıçrama" olarak da nitelendirilebilir. Artık mekansal verilerin temini, modern teknoloji ve tekniklerle sağlanmaktadır. Bu amaçla mekansal bilişim için bilgisayar destekli yöntemlerden yoğun biçimde faydalanılmaktadır. Bilgi teknolojilerinin sunduğu olanaklarla bu veriler işlenmekte, analiz edilmekte ve çeşitli biçimlerde son kullanıcıya sunulmaktadır. 21. yüzyıla yaklaşıldığında uydu tekniklerinin, robot aletlerin ve bilgi teknolojilerinin etkisi artarak devam ettiği görülmektedir.



3. PORTOLAN HARİTALAR

3.1 Portolan Nedir?

Portus, liman, kapı anlamına gelen Latince kökenli bir kelimedir. Portolan veya portulan haritalar, ada, liman, kayalıklar, nehir ağızları ve sığ yerleri gösteren, enlem ve boylam çizgileri bulunmayan, bunun yerine rüzgârgülü taşıyan deniz haritalarıdır. Portolan haritalardan önce açık denizler, denizciler için oldukça tehlike arz etmekteydi. Denizciler, rota belirleyemedikleri için açık denizlere ilerleyemiyor ve kıyı yolu boyunca ilerlemek durumunda kalıyorlardı. Bu durum hem yolu çok uzatıyor, hem de ahşap gövdeli gemilerin karaya oturmasına yada kayalıklara çarparak batmasına neden oluyordu. Böylece bu gemiler korsanlar tarafından kolayca ele geçirilebilmekte, mal ve can kayıplarına neden olup ticareti aksatmaktaydı. Portolan haritaların ortaya çıkışı ile bu sorunların çözülmesi gerçekleşmiş ve haritacılık tarihinde için de çok önemli bir adım olmuştur. İlk zamanlar portolan haritalarda Akdeniz'in dar alanları ve limanlar gösterilmiş, zamanla artan bilgiler çerçevesinde diğer bölgeler de bulunmaya başlamıştır. Bu haritalar, denizciler tarafından tecrübe edilerek yapıldığı için o dönemde çizilmiş diğer haritalara nazaran daha fazla doğru bilgi barındırmaktaydı [11].

Orta Çağın dikkate değer başarılarına portolan haritalar örnek olarak verilebilmektedir. Akdeniz ve Karadeniz portolan haritalarının çok iyi düzeyde olduğu bilinmektedir. Avrupa kültür çevresinde tanınan portolan haritaların en eski doğuş tarihi olarak 13. yy yada 14. yy kabul edilmektedir. Portolan haritaların kökeni ile ilgili sorular 150 yıldır cevaplanamamış ve halen tartışılmaktadır. Tanca ile Roma, Toledo ile Roma, Roma ile İskenderiye ve Roma ile İstanbul arasındaki doğu-batı boyutları ve mesafeleri bugünkü değerlere oldukça yakın olduğu bilinmektedir. Akdeniz'in gerçeğe oldukça yakın formu olan El-idrisi haritasının, çizgi ağlarıyla kaplı oluşu portolan haritalarda olan ilerlemeyi ortaya koymaktadır. Portolan haritalar farklı kültürlerin katkılarıyla meydana gelmiştir. Arap - İslam kültürünün katkısı ise oldukça yüksek düzeydedir. Yeni bir dünya ve portolan haritaları modelinin Avrupa'da ortaya çıktığı dönemde, Çinlilerin kartografyasının eski

gelenekten ayrılması, dünya sınırlarının resmedilmesinin Atlantik kıyılarına ve Güney Afrika'dan merkez Rusya'ya kadar genişlemesi, bununla beraber Akdeniz'in bilinen şekli ile Afrika'nın üçgen formunun belirgin hale gelmesi gibi gelişmeler meydana gelmiştir. Bu bilgiler ışığında coğrafya tarihi bakımından oldukça önemli bulguların tespiti portolan haritalarının doğusuyla başladığı düşünülmektedir [12] .

İslam kültürünün bilimler tarihi içerisinde önder konumda olduğunu kanıtlayan kartografik ve matematik-coğrafya bilgilerini bize sadece İslam kültürü vermemektedir. Arapça dokümanı olan Mağrip harita bize kadar ulaşan, en yeni gelişim basamağıdır. İber Yarımadası'nın tam şekli, Akdeniz'in batısını, İngiltere ve İrlanda'nın bulunduğu kıyı kesimleri ile birlikte Avrupa'nın bütün batı kıyılarını göstermek olan Mağrip harita muhtemelen şimdiye kadar bilinen portolan haritaların en eskisidir. Doğuş tarihi olarak 1300'ler civarı kabul edilmektedir. Gustavo Uzielli, bu konuyu ele alarak döneminde ki ilk araştırmaları gerçekleştirmiş olup haritanın yapılış tarihinin kesin olmamakla birlikte 8. yüzyıla kadar gidebileceğini belirtmektedir. Daha sonraları Theobald Fischer, Orta Çağ dünya ve deniz haritaları araştırmaları sonucunda Mağrip haritasının doğuşunun 14. yüzyılın sonu olabileceğini belirtmiştir. Portolan haritalarının doğuşuna ilişkin yapılan araştırmalar ve kabuller, çok önemli bir çıkış noktasının gözden kaçmasına neden olmaktadır. Bu gözden kaçan nokta İslam dünyasının en önemli bilim insanlarından biri olan Kutbeddin eş-Şirazi 13. yüzyıldaki kartografik gelişimine katkıda bulunmasıydı.

Şirazi, et-Tuhfe eş-Şahiyye fi'l-Hey'e isimli eserinde coğrafya problemlerini incelemiştir. Bu eserde Meskûn bölgelerin kartografik tasviriyile birlikte, bu tasvirlerde bulunması zorunlu detayların küçük boyutlarda gösterilmesinin zorlukları hakkında bilgi vermekteydi. Ayrıca Akdeniz haritası oluşturmak için uygulanabilir bir metot önerisi bulunmaktaydı. Bu metod zorlukları aşmaya yönelik olarak da daha basitleştirilmiş ve grafik hale getirilmiş bir yöntemdir. Şirazi'nin bu metoduyla çizilecek Akdeniz ve Karadeniz haritası, 1200 kareden oluşan bir dikdörtgene yerleştirilmiştir. Derece bulunmayan bu haritada boylamlar ve enlemler, karelerle ifade edilmiştir. Denizler ve kara parçaları değişik renklerle gösterilmiştir. 20. yüzyılda birkaç oryantalist bu haritayı Şirazi'nin aktardığı bilgilere dayanarak yeniden oluşturmuşlardır. Portolan haritalarda tasvir edilen Kuzey Afrika, Akdeniz, Karadeniz ve Avrupa'nın kartografik şekilleri Şirazi tarafından da bilinmekteydi. Bu verileri kendisinde bulunan bir haritadan almıştı. Çok yönlü bir bilgin olan

Reşideddin tarafından verilen bilgi göre, Kutbeddin eş-Şirazi, Moğol hükümdarı olan Argün'e detaylı bir Akdeniz haritası sunmuştur. Bu haritada, Bizans topraklarının bütün ayrıntıları, körfezler ve şehirler, batıda ve doğuda bulunan kıyılar resmedilmiştir. Kutbeddin eş-Şirazi'nin karelerle oluşturulmasını tavsiye ettiği kitabın ise 1282 tarihini taşıdığı bilinmektedir. Bu tarihin portolan haritalarının ortaya çıkış tarihi bakımından öneminin gözden kaçmaması gerekmektedir.

Certeau'ya göre, eski zamanlarda yapılan haritaların bir yolculuğun görsel bir günlüğünden başka bir şey olmadığı görüşündeydi. Ve bu durumun kartografya bilimi öncesi olarak kabul etmekteydi. Örnek olarak Batlamyus Coğrafyası'nda veya 14. ve 18. yüzyılları arasında denizcilerin kullandıkları portolan haritalarında, geleneksel yollarla üretilen haritaların yerini enlem ve boylamın olduğu, kürenin izdüşüm çizgilerinin kusursuz bir şekilde çizime aktarıldığı haritalardan bahsedilmektedir. Bu eserler Keşifler Çağının bilimsel temelini oluşturmaktadır. Bu yer küre izdüşümleri ile neredeyse yanlışsız konum ve rota belirlemeye olanak sağlanmıştır. Geometrik suretler olarak pusula doğrultuları çizgilerle belirtilmiş, uzaklıklar işaretlenmiş, dereceler, denizler, nehirler, yerleşim yerleri gibi yerkürenin fiziksel özellikleri haritalarda bulunmaktadır.

Rus düşünür Bakunin, Devlet ve Anarşi (1873) kitabında yaşadığı döneme kadar olan gelişmelerin Batı tarafından yapıldığını belirtmektedir. Eserinin bir bölümünde "Bütün bir tarih, bilhassa tarihte ilerleme namına ne varsa çoğu, kıyı insanlarınca yapılmıştır. Uygarlığın yaratıcısı olan Yunanlıların ülkesi, baştanbaşa denizin kıyısında idi. Eski Roma'nın güçlü bir Dünya devleti haline gelmesi ancak denizlere açıldığında mümkün oldu. Modern tarihte siyasal özgürlüklerin, toplumsal hayatın, ticaretin, sanatın, bilimin ilerlemesini tek kelimeyle, insanlığın rönesansını aynı Yunanistan gibi bir kıyı şeridinden ibaret olan İtalya'ya borçluyuz. İtalya'dan sonra dünya çapında ilerlemenin liderleri olan uluslar da hiç farklı değildir: Hollanda, İngiltere, Fransa ve nihayet Amerika ifadesi geçmektedir [13]. Bakunin'in bu yaklaşımı ile Batı yaklaşımının tipik bir örneğini sergilemesi bakımından önemlidir. Batı, tarihte uygarlık adına üretilen ne varsa kendine mal etmiştir. Bu bilgiler ışığında Orta Çağda İslam uygarlığının ve Yeni Çağla birlikte Türklerin Kartografya ve diğer bilimlere katkısını göz ardı edilmiştir. Türk ulusu, birçok alanda olduğu gibi coğrafya, kartografya ve portolan haritaların üretimi konusunda önemli derecede katkılarda bulunmuştur. Piri Reis, Kâtip Çelebi, Seydi Ali Reis, İbrahim Mütefferika

gibi saygın bilim insanları örnek olarak verilebilmektedir. Piri Reis, bilim dünyasınca hayranlık ve şaşkınlık uyandıran doğrulukta portolan haritalar çizmiştir.



Şekil 3.1 : Katalan atlası [14].

Orta Çağda Akdeniz hakkında coğrafi ve kartografik bilgilerin portolan haritalarda mevcut olduğu yadsınamaz bir gerçektir. Bunun en önemli kanıtlarından biri, Katalan atlasıdır (Şekil 3.1). Katalan Dünya Haritası, 1375 yılında yapılmış'ın bir çalışmasıdır. Abraham Cresques iyi bir kartograf, harita yapımcısı olup Fransa Kralı V. Charles'in kurduğu harita komisyonunda görev almaktaydı. Ürettiği haritanın batı kısmını daha önce çizilmiş portolan haritalar üzerinde oluşturmuştur. Ayrıca Batlamyus'un verilerinden de yararlanmıştı. Katalan Dünya Haritası, orijinali ortadan katlanarak kesilmiş ve her biri yaklaşık 65 cm'ye 50 cm ebatlarında olan altı parşömen yaprak olarak muhafaza edilmektedir. Bu yapraklar, ahşap kalıplara takılmış, ve taşınabilir bir kitap "atlas" formuna sokulmuştur. Katalan atlasının ilk iki yaprağı, zodyak sembolü ile birlikte bir erkek figürünü içermektedir. Kalan dört parşömen yaprak, atlas kısmını oluşturmaktadır. Bu atlasta Anadolu beylikleri hakkında bilgilere de bulunmaktadır.

3.2 Portolan Haritaların Genel Özellikleri

Portolan haritalar, haritayı çizen coğrafyacının ya da haritacının bilgi düzeyine ve yeteneğine bağlı olarak belirgin özellikler göstermektedir. Bu özellikler sayesinde dönemde haritacılık standartlarını oluşturması neden olmuştur. Haritalarda rüzgârgülü, pusulagülü veya pusula güneşi denilen genellikle bezemeli bir motif bulunmaktadır. Rüzgârgülleri, rüzgâr sayısına göre 8 - 32 köşeli olarak mevcuttur. Bazı Avrupa portolanlarında ise rüzgâr yönlerini gösteren pusula güneşi biçimindeki radyal hatlar (kerte) belirli merkezler etrafında 12, 16 veya 36 adet tali merkezde toplanmak üzere birbirini kesen tarzdadır [15]. Bu özel noktaların seçilme ve bir pusula ya da rüzgârgülüyle gösterilme nedenleri ise günümüze kadar tam olarak açıklığa kavuşturulamamıştır [16]. Bununla birlikte rüzgârgüllerindeki hatların 32 ya da 36 olması zorunluluğu da yoktur [17]. Bazı haritalarda rüzgâr adlarının baş harfleri bulunmaktadır. Haritalarda bir ölçek göstergesi bulunmakta olup bu gösterge genellikle rüzgârgülleri ile resmedilmiştir. Portolan haritalarda bölge adları büyük harf, yer adları küçük harf ile kıyı çizgisine dikey konumda kara tarafında siyah veya kırmızı renkte yazılmıştır. Kıyı bölümleri ise mavi veya yeşil olarak çizilmiştir. Adalar farklı renkte olup kayalıklar siyah, sığ yerler kırmızı noktalar ile gösterilmiştir. 15. yüzyıldan sonra yapılan portolan haritaların bazıları özenle yapılmış olup bu haritalar önemli bir sanat eseri değeri taşımaktadır. Bu tarz eserler yöneticiler ile devletlerin ileri gelenleri için hazırlanmışlardır. Rengarenk boyanmış bu haritalar, süslü ve özenle çizilmiş olup türlü gemi resimleri de üzerinde bulunmaktadır. Bu haritalarda kıyı kesimlere nazaran iç kısımlara pek önem verilmemiştir. Ancak önemli iç bölge merkezleri belirtilmiştir. Bazı devletlerin yöneticilerinin taht üzerinde oturan figürleri, hayvanlar ve bitki çeşitleri yine bu haritalarda bulunmaktadır.

Önemli limanların resimleri zaman zaman portolan haritalar üzerinde bulunduğu görülmektedir. İlk portolanlarda şehirler ve limanlar basit kule ve yapı kümeleriyle gösterilmekte iken 16. ve 17. yüzyıl aralığında kullanılan portolanlarda ayrıntılı kent tasvirleri bulunmaktadır. Venedik ve kutsallığı nedeniyle Kudüs portolan haritalara en çok resmedilen şehirler olmuştur. Zamanla Cenova, Marsilya, Barselona, Kahire ve ender olarak kimi Kuzey Afrika limanları gösterimi bu haritalara eklenmiştir. Avrupa'da hazırlanan bazı portolanlarda İstanbul çizimlerine rastlanmaktadır.

Türkler tarafından çizilmiş portolanların bazılarında liman, koy ve körfezlerin büyüklükleri, bu limanlara demirlemiş farklı tonaj ve türdeki gemi çizimleri bulunmaktadır. Bu haritalarda farklı yönlerde, yelkenleri açık ve seyir halinde çizilen gemiler bulunmakta olup gösterilen yönün hâkim rüzgâr yönüne uygun olduğu belirtilmiştir. Demir atmaya ve beklemeye uygun bölümler ise yelkenleri toplanmış ve demir atmış haldeki gemi çizimleriyle resmedilmiştir.

3.3 Portolan Haritalar Üzerinde Yön ve Mesafe Tayini

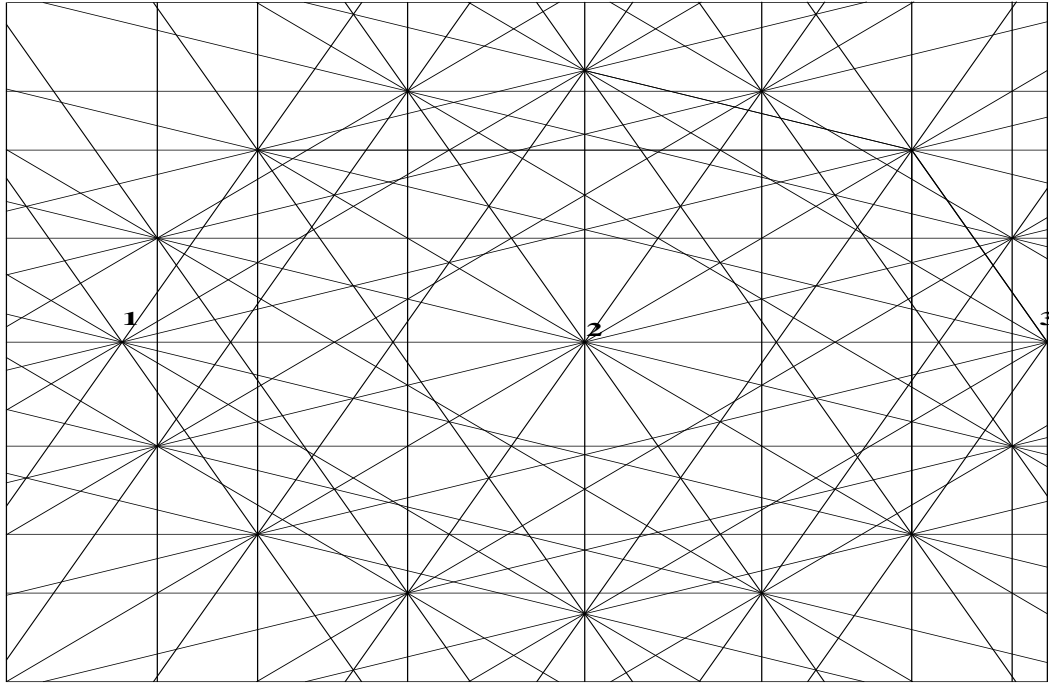
Denizcilerin orta çağda mevki ve yön belirlemede kullandığı temel yöntem, "Dead reckoning" (D.R) adı verilen yöntemdir. Bu yöntem mantıklı çıkarım yaparak hesaplama yada kendi hızını ölçebilen denizcinin nerde olduğunu belirleyebilmesi demektir. En basit tanımıyla Dead Reckoning belirli bir süre önce nerede olduğu kesin olarak bilinen bir taşıtın, şu an nerede olması gerektiğinin hesabı ile ifade edilebilir. Kristof Kolomb'un seyir defteri kayıtlarından bu yöntemi kullandığı anlaşılmaktadır. Yöntem genel olarak geminin kuzeye gidiş doğrultusu pusula vasıtasıyla izlenmekte ve bu doğrultu uç uca eklenerek kayıt altına alınması sonucu geminin izlediği rota haritaya işlenmektedir. Bu hareket süresince batıya giden mesafe kayıt altına alınmakta olup bu mesafeye göre yelkenlinin konumlu olduğu boylam hesaplanabilmektedir. 14. ve 15. yüzyıllarda bu yöntemin doğru bir şekilde kullanıldığı seyir defterlerinde görülmektedir.

Denizciler uzunca vakitten beri güneş ve yıldızların konumlarını kullanarak hangi enlemde olduklarını tespit edebiliyorlardı. Dead reckoning yöntemi sayesinde hızları ve hangi yöne gittikleri konusunda bilgi sahibi olabildiler. Belli bir zaman diliminde suya dalan düğüm sayısına göre teknenin hızı bulunmaktadır. Bu hız "knot" kelimesi olarak ifade edilmektedir. İngilizcede düğüm anlatıma gelen "knot" günümüzde bütün elektronik aletlerin icadına ve tüm teknolojik gelişmelere rağmen günümüzde gemilerin hızını ifade etmek için kullanılan bir ölçü birimi olarak devam etmektedir [18].

Portolanlarda belli bir projeksiyondan yararlanıldığını söylemek tam anlamıyla mümkün değildir. Portolanların hiç birinde, coğrafi koordinat sisteminin haritadaki karşılıkları olan ve aralıkları temelde ölçeğe bağlı olarak değişen, bazı tam değerli paralel daire ve meridyenlerden oluşan coğrafi pafta ağı (coğrafi pafta gridi) bulunmamaktadır [19]. Scott Loomer 27 haritayı analiz etmiştir. Mercator

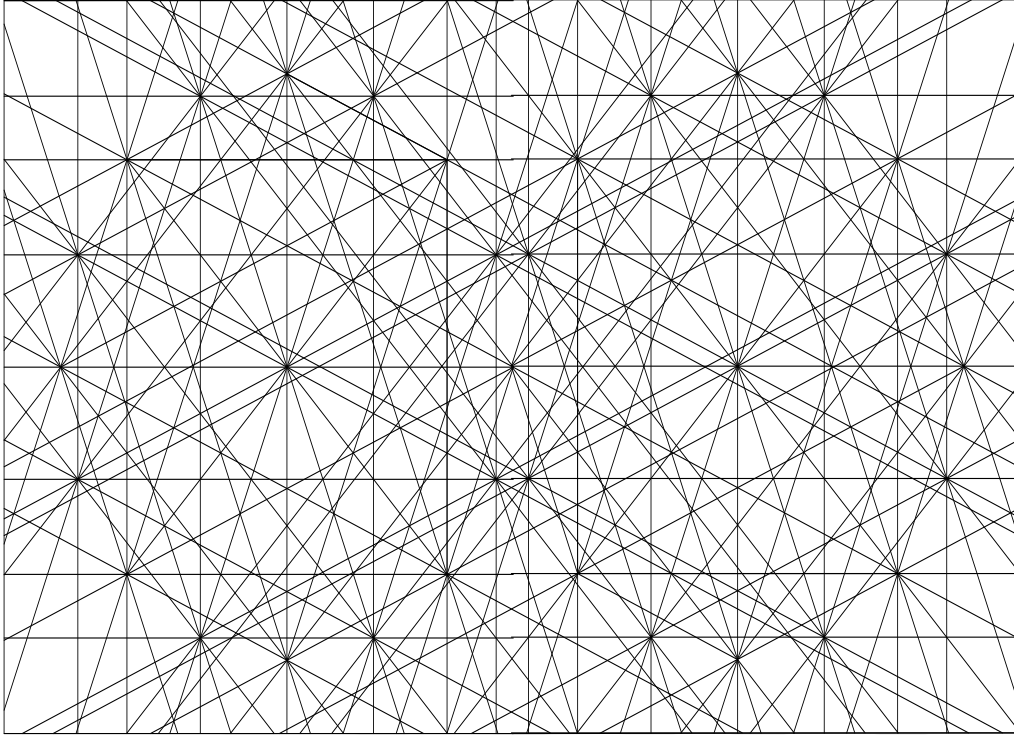
projeksiyonu ile portolan haritaların kıyı şeridi şekilleri için en iyi eşleşmeyi sağladığı sonucuna varmıştır. Duken ise eğik stereografik projeksiyonun en iyi sonucu verdiğini düşünmektedir. Mesenburg, açı koruyan harita projeksiyonunun en iyi eşleşmeyi sağladığı sonucuna varmıştır. Bazı yazarlar, sayısal yöntemlerin çalışmalarına değer katmadığını iddia ederken, diğerleri de yöntemlerinin zayıf olduğu veya anlaşılmadığı gerekçesiyle kartometrik analiz sonucu ortaya çıkan sonuçları kabul etmemektedir. Portolan Haritalarının Kökeni ve Evrimi üzerine Haziran 2016 Lizbon'da İlk Uluslararası Çalıştay düzenlenmiş olup, kartometrik yöntemlerin herkes tarafından anlaşılabilir olması adına netleştirilmesi ve daha fazla çalışmaya ihtiyaç duyulduğu görüşü ortaya çıkmıştır.

Portolon haritaların geometrik çatısı, haritası oldukları bölgenin yaklaşık ortasına düşen bir nokta merkez alınmak vasıtasıyla eşit açısal aralıklarla harita çerçevesine kadar uzanan doğrular çizilerek (pusula ya da rüzgar doğrultuları) oluşturulmuştur. Burada ki asıl amaç seçilen noktadan geçen kuzey doğrultusunun haritaya işlenmesidir. Pusula vasıtasıyla bu işlem kolaylıkla gerçekleştirilebilmektedir. Sonuç olarak o zamanlarda sorunsuzca gerçekleştirilebilen 90° nin dört, ya da sekiz aralığa bölünmesi meselesidir [19]. Merkezden itibaren eşit uzaklıkta ve bu doğrultular üzerinde yine eşit aralıklı olarak yeni merkezler alınabilmektedir (Şekil 3.2).



Şekil 3.2 : Portolon haritalarında tek merkezli pusula gülü doğrultuları [19].

Ortada alınan merkez, haritayı kuzey ve güney olarak iki eşit parçaya bölen doğrultu üzerinde iki adet olarak da düşünülebilmektedir (Şekil 3.3).



Şekil 3.3 : Portolon haritalarında iki Merkezli pusula gülü doğrultuları [19].

3.4 Portolan Haritaların Ekonomik, Teknik ve Sosyal Etkileri

13. yüzyıldan itibaren üretilmeye başlanan ve modern haritacılığın başlangıcı olarak kabul edilen 17. yüzyıla kadar portolan haritalar, insanlık tarihi açısından büyük gelişmeler meydana getirmiştir. Portolan haritalar sayesinde bilinen dünya hakkında yeteri kadar bilgi sahibi olunmadığı anlaşılmış ve günümüzde de etkileri devam eden bir ilerlemeye neden olmuştur. Bu etkilerin başlıcaları aşağıda sıralanmıştır;

* Yeryüzünün kendine has olan görünümüne ait haritalar çizilmeye başlamıştır. Portolanlardan önceki haritalar kitaplarda yazılanlara göre çizildiği için kare veya daire biçimindeydiler.

* Harita üretiminin sayısal olarak artması ile birlikte harita kullanımı yaygınlaşmıştır.

* Harita ticareti yapılmaya başlanmış, haritacılık bir meslek olmuştur.

* Haritacılık teknik açıdan ilerledi ve ölçek, detaylı yön göstergesi (rüzgârgülü) ve karakteristik radyal ağı olan portolan haritalar ortaya çıkmaya başladı.

- * Harita üzerindeki kıyı bilgileri sayesinde deniz seferleri daha güvenli bir şekilde gerçekleştirilmeye başladı.
- * Gemi kayıpları azalmıştır. Bu sayede sermaye birikimi ile birlikte armatörlüğün gelişmesini neden olmuştur.
- * İki liman arası gidiş ve geliş zamanı isabetli bir biçimde tahmin edilmeye başlamıştır.
- * Sefer süresinin kısalması ile birlikte Akdeniz'de ticaret gelişme göstermiştir. Bozulabilir ürünler alıcılarına bozulmadan hızlı bir şekilde ulaştırılmıştır.
- * Gemilerin güvenli olması sayesinde bilinmeyen yerlere gidilmenin önü açılmıştır. Bu durum keşifler çağının başlamasını sağlamıştır.
- * Denizci ülkelerin zenginleşerek sömürgecilik faaliyetlerine başlaması, bunun sonucunda denizci imparatorluklar kurmalarını sağlamıştır.
- * Osmanlı Devleti'nde haritacık ve haritaların ortaya çıkması ve gelişmesini sağlamıştır [20].



4. MAPANALYST PROGRAMI

MapAnalyst, eski haritaların doğruluk analizi için hazırlanmış açık kaynak kodlu ücretsiz bir yazılımdır. Asıl amacı, eski haritaların geometrik doğruluğunu ve bozulmasını gösteren görselleştirme oluşturmaktır.

Mapanalyst genel olarak eski ve yeni haritalar üzerinden kontrol noktaları vasıtasıyla hesaplama yapmaktadır. MapAnalyst sayesinde eski haritanın ölçeği, dönüklüğü ve istatistiksel göstergeleri de hesaplanmış olur [21].

4.1 MapAnalyst Programi Nasıl Çalışır?

Neredeyse her türlü kartometrik analiz, eski harita ve modern referans haritasındaki ortak noktaları tanımlamaya dayanmaktadır. Kesinlikle doğru olduğu kabul edilen noktalar dikkate alınarak analiz yapılmaktadır.

Bu ortak noktalara genellikle "kontrol noktaları" veya "özdeş noktalar" denir; MapAnalyst programında bu noktalar basitçe "point" olarak adlandırılırlar. Eski haritayı yükledikten sonra kullanıcı, bu iki bağlantılı nokta kümesini tanımlayarak hemen başlayabilir.

Eski haritadaki ve referans haritadaki karşılık gelen noktaların koordinatları birbirinden çift olarak çıkarılır ve ortaya çıkan koordinat farkları 'yer değiştirmeler' olarak adlandırılır. Bu yer değiştirmeler, MapAnalyst'in ürettiği tüm analiz sonuçlarının temelini oluşturur. Bununla birlikte, koordinatlar ancak aynı koordinat sistemine gönderildiğinde anlamlı bir şekilde çıkarılabilir. Yer değiştirmeler türetilmeden önce bir dizi hesaplama basamağı gerekir.

Eski harita ve referans harita aynı harita projeksiyonuna dayanmalıdır. Aynı harita projeksiyonu kullanılmaz ise eski haritanın ve referans haritanın koordinat sistemleri uyumsuz olabilir.

MapAnalyst, kullanıcı etkileşimi olmadan bir dizi işlem adımı yürütür. Bu adımlar aşağıdaki gibidir:

MapAnalyst, modern jeodezik-kartografik anlamda bir harita projeksiyonu üzerine inşa edilmemiş projeksiyonu bilinmeyen tarihi haritaların analizinde kullanılmak üzere tasarlanmıştır. Eski ve referans haritaların, harita projeksiyonlarının eşitliği gerekliliğini yerine getirmek için MapAnalyst, eski haritanın enine silindirik eşit alan projeksiyonuna karşılık geldiğini varsayar. Kullanıcı, OpenStreetMap olan varsayılandan farklı bir referans haritası almadığı sürece bu seçimi etkileyemez. Bu durumda MapAnalyst referans harita ile eski haritayı bilinmeyen projeksiyonda aynı saymaktadır. Bağlantı noktası kümesi oluşturma işlemi tamamlandığında ve OpenStreetMap'in kullanıldığı varsayıldığında, MapAnalyst, referans haritadaki noktaların koordinatlarını, noktaların ortalama boylamında merkezlenen enine silindirik eşit alan projeksiyonuna dönüştürür. OpenStreetMap bir açık kaynak kodlu küresel coğrafi veri kümesidir ve Mercator projeksiyonunda yayınlanmaktadır. MapAnalyst bu nedenle referans haritadaki noktaların Mercator koordinatlarını enine silindirik eşit alan koordinatlarına dönüştürür. Her iki nokta kümesi bu durumda, enine Silindirik Eşit Alan projeksiyonunda tanımlanmış veya varsayılmıştır. Eski harita için harita projeksiyonunun varsayımı, hemen hemen her durumda açıkça yanlıştır, Ancak bazı varsayımların yapılması gerekir.

Önceki paragrafta açıklanan adımdan sonra, eski haritadaki ve referans haritadaki noktaların koordinatları hala uyumsuzdur. Eski harita referans haritaya göre döndürülebilir. Eski harita farklı bir skalaya sahip olabilir, kaydırılabilir ve koordinat eksenleri dik bile olmayabilir. Bu nedenle eski haritanın koordinat sistemi ile modern referans haritanınki arasında bir dönüşüm gereklidir. Bu koordinat dönüşümünün parametreleri iki bağlı nokta kümesinin koordinatlarından hesaplanır. Koordinat dönüşümü hesaplandıktan ve referans haritadaki noktaların koordinatları eski haritanın koordinat sistemine dönüştürüldükten sonra karşılık gelen noktaların yer değiştirmeleri hesaplanabilir.

MapAnalyst, kullanıcının aşağıdaki üç dönüşüm türünden birini seçmesini sağlar:

* Helmert dönüşümü; benzerlik dönüşümü olarak da bilinen bu dönüşüm, eski ve yeni haritanın koordinat sistemlerinin ilişkisini yatay ve dikey bir kayma, ölçek farkı ve dönme, yani toplamda dört parametre ile tanımlar;

* Beş parametrelili bir afin dönüşümü; yatay ve dikey kaydırma, yatay ve dikey ölçek farkı ve her iki eksenin tek bir dönüşü;

* Altı parametrelili bir afin dönüşümü; yatay ve dikey kaydırma, yatay ve dikey ölçek farkı, yatay eksen etrafında bir dönüş ve dikey eksen etrafında ayrı bir dönüş.

Varsayılan olarak seçilen dönüşüm tipinin, istenilen parametrelerin hesaplanmasından fazla verinin mevcut olduğu durumlar için en küçük kareler yöntemi kullanılır. En küçük kareler yöntemi, verilerdeki aykırı değerlere karşı hassas olduğu için dezavantaja sahiptir. Ancak bu dezavantaj, bu tür aykırı değerleri reddetmeyi amaçlayan ek istatistiksel testlerle etkin bir şekilde önlenebilir. MapAnalyst, aykırı değerlerin yer değiştirme vektörünün farklı bir rengeyle işaretlenmesini sağlar. Ayrıca aykırı değerlerin hesaplamasının sayısal sonuçlarında işaretler. Aykırı değerlerin reddedilmesi MapAnalyst'te manuel bir işlemdir. Bir seferde sadece bir nokta reddedilmeli, eşik değerini aşan en büyük kaymaya sahip nokta seçilmelidir. En büyük kaymaya sahip nokta olmadan hesaplama tekrar yapılmalıdır. Bu döngü, eşik değerini aşan hiçbir nokta olmayana kadar tekrarlanmalıdır. Bir seferde sadece bir noktayı kaldırmak ve sonra yeniden hesaplamak önemlidir. Çünkü tek bir özdeş nokta, onunla beraber yakındaki noktaları sürükleyecektir.

MapAnalyst, dönüşümü hesaplamak için sağlam bir ayarlama yöntemi seçerek bu istatistiksel test sorununa alternatif bir yaklaşım sunar. Bunlar; Huber, Hampel veya V-estimator. Bu seçeneklere dördüncü bir dönüşüm türü eklenmiştir. Ancak bu yöntem kullanılmamıştır. Bu alternatif dördüncü yol Helmert veya benzerlik dönüşümüdür. Bu sağlam yöntemlerin üçü de en küçük kareler yöntemine dayanmaktadır, ancak yukarıda açıklanan manuel istatistiksel test işleminden farklı olan aykırı değerlerin zarar verici etkilerini azaltmak için otomatik bir teknik kullanırlar. Bu nedenle, zor olan manuel istatistiksel testlere katılmak istenmiyorsa, bu ayarlama yöntemleri daha iyi bir seçenek olabilir. Sağlam yöntemlerin dezavantajı, hesaplamasının istatistiklerinin biraz tehlikeye atılmış olmasıdır. En küçük kareler yönteminde ise istatistiksel olarak anlamlı veriler hesaplanmaktadır.

Yer değiştirmeler eski haritanın doğruluk analizinin temelidir. MapAnalyst bunları görüntülemek için iki yol sunar:

* Uzunlukları yer değiştirmenin büyüklüğüne karşılık gelen vektörler olarak,

* Alanın yer değiştirmenin büyüklüğüne tekabül ettiği, her bir özdeş noktaya merkezlenmiş daireler olarak.

Yer değiştirme vektörlerinin uzunlukları, dairelerin alanlarından daha kolay karşılaştırılır. Vektörler, yer değiştirme yönünü de gösterdikleri için daha fazla bilgi içerir. Bununla birlikte, MapAnalyst'ten en iyi bilinen ve en çok kullanılan çıktı, yer değiştirme vektörleriyle veya daireleriyle birlikte veya bunlar olmadan nokta yer değiştirmelerinden üretilen bir deformasyon ağıdır (Şekil 4.1).



Şekil 4.1 : Deformasyon ağı ve yer değiştirme vektörleri içeren portolan haritası [1].

MapAnalyst'te oluşturulan deformasyon ağı, Rolland Hardy tarafından geliştirilen multiküadrik enterpolasyon yöntemi kullanılarak üretilir. Hardy, arazi yüksekliklerinin ölçülen değerlerini enterpolasyon yaparak otomatik yükseklik hatlarının oluşturulmasını mümkün kılan yöntemini geliştirmiştir [1].

4.2 MapAnalyst Program Kullanımı ve Sekmeleri

4.2.1 Projeler hakkında

MapAnalyst tüm verilerinizi ve ayarlarınızı bir proje dosyasına kaydedebilir. Bir proje dosyası, tüm içe aktarılan harita görüntülerini, noktaları ve doğruluk görselleştirmelerinin hesaplanması için tüm ayarları içerir. Aynı anda birden fazla projeye sahip olabilirsiniz. Yeni bir boş projeye başlamak için "Dosya - Yeni Proje" seçimi yapılır. Mevcut bir projeyi açmak için "Dosya - Projeyi Aç" seçilir. "Dosya - Projeyi Kapat" ile proje kapatılır. Projeyi kaydetmek için, "Dosya - Projeyi Kaydet" veya "Dosyayı - Projeyi Farklı Kaydet" seçeneği seçilir.

4.2.2 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.

4.2.3 Araç çubuğu hakkında

Araç çubuğu, programda pencerenin sol üst köşesinde bulunur. Araç Çubuğu altında bir kaç düğme bulunmaktadır. İlgili düğmeleri görmek için fare imleci ile araç çubuğu tıklanarak ulaşım sağlanır. Bu düğmeler şunlardır;

4.2.3.1 Hesaplama düğmesi

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

4.2.3.2 Noktaları düzenleme düğmesi

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

4.2.3.3 Yakınlaştırma ve kaydırma düğmesi

Araç çubuğundaki "Zoom in" ve "Zoom out" düğmesini kullanarak haritanın geçerli yakınlaştırma faktörü değiştirilebilir. Her iki haritanın tüm içeriğini görüntülemek için "Show all button" düğmesine basılır.

Haritanın görünür olan alanını taşımak için "Pan" düğmesi seçilir. Harita üzerindeki görünür bölgeyi değiştirmek için fare üzerindeki sağ tuş basılı tutularak imleç sürüklenir.

4.2.3.4 Ölçme düğmesi

İki 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.

4.2.3.5 Çizim düğmesi

"Draw polygons" düğmesi ile poligon çizimi sağlanır. Haritaya bir kere tıklayarak poligon oluşturulurken, çift tıklama ile poligon kapatılır.

Poligon oluşturulurken başka bir araç seçimi yapılırsa poligon kapatılamamaktadır. Deformasyon ağını sınırlandırmak için kapalı poligon kullanılabilir. Bu nedenle işlemler sırasında bu duruma dikkat edilmelidir.

4.2.3.6 Fare konum bilgisi düğmesi

Geçerli fare konumuyla ilgili bilgiler araç düğmelerinin sağında görüntülenir:

1. Konum (yatay x ve dikey y koordinatları).
2. Ölçek ve dönüklük tahmini
3. Bir noktanın adı (fare bir nokta üzerindeyken).

4.2.4 Noktalar ve bağlantılar hakkında

4.2.4.1 Yeni nokta yerleştirme

Eski veya yeni haritaya yeni bir nokta yerleştirmek için araç çubuğunda "Set New Point" düğmesini seçin ve haritayı tıklayın. Yeni bir nokta yerleştirilirken önceden var olan tüm noktaların seçimi kaldırılır ve yeni nokta seçilir. Seçilen noktalar kırmızı renkte görüntülenir.

4.2.4.2 Noktaları kopyala ve yapıştır

Seçili noktaları "Edit - Copy" düğmesi ile kopyalayıp, farklı bir belgede "Edit - Paste" ile yapıştırabiliriz.

4.2.4.3 Geri al ve yinele

Kontrol noktalarını değiştiren tüm eylemler "Edit - Undo" ve "Edit - Redo" ile geri alınabilir ve yinelenabilir.

4.2.4.4 Bağlantı noktaları

Bağlantılı noktalar, 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. Genel olarak, ne kadar bağlantılı puan çiftiniz varsa, hesaplamının sonuçları o kadar güvenilir olacaktır (örneğin eski haritanın tahmini ölçeği ve dönüklüğü gibi).

İki noktayı birbirine bağlamak için, "Select Points" aracını kullanarak önce eski haritada bir noktayı sonra da yeni haritada ki bir noktayı seçin. 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.

4.2.4.5 Bağlantı noktalarını yeniden adlandırma

Bir çift bağlı noktayı yeniden adlandırmak için, önce bunlardan birine tıklanarak seçilir. Bağlantılı bir noktaya tıklandığında eşleştirilen diğer nokta otomatik olarak diğer haritada seçildiği unutulmamalıdır. Pencerenin alt kısmındaki "Rename" düğmesine basılarak noktanın yeni adı yazılır.

4.2.4.6 Bağlantıları bulma

Bağlantı noktaları adlarına göre bulunabilir. "Points" - "Find Link" seçilir ve aranan bağlantının adı yazılır. MapAnalyst belirtilen isimde bir çift bağlantılı nokta bulursa, iki noktayı seçer.

4.2.4.7 Nokta ve bağlantıların içe ve dışa aktarılması

ASCII dosya formatında ki nokta verisinin içe ve dışarıya aktarımı yapılabilir. MapAnalyst, noktaları içe ve dışa aktarmak için üç farklı seçenek sunar:

- (1) Eski haritanın tüm noktalarını içe veya dışa aktarın.
- (2) Yeni haritanın tüm noktalarını içe veya dışa aktarın.
- (3) Sadece tüm bağlantılı noktaları içeri veya dışarı aktarın. 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 (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1 : ASCII formatı.

Sütün 1	Sütün 2	Sütün 3
Nokta - ID (Kimliği)	X - Koordinat	Y - Koordinat

MapAnalyst koordinatların birimlerini;

- * metre
- * santimetre
- * milimetre
- * inç
- * coğrafi
- * piksel şeklindedir.

Coğrafi boylam/enlem koordinatları yalnızca OpenStreetMap referans haritasına yerleştirilen noktaları dışa aktarırken kullanılabilir.

Piksel koordinatları, yalnızca bir harita görüntüsü yüklendikten sonra kullanılabilir (eski veya yeni). OpenStreetMap referans haritası olarak kullanıldığında piksel koordinatları kullanılamaz. Eski harita için, tüm koordinatların orijinin haritanın sol alt köşesi olduğunu unutulmamalıdır. ArcGIS Georeferencing aracı gibi diğer yazılımlar, koordinatları piksel cinsinden belirtirken sol üst köşeyi orijinli olarak kullanabilir. Bu gibi durumlarda, piksel koordinatlarını dönüştürmek için elektronik tablo yazılımı kullanır.

MapAnalyst, noktaları ESRI Shape dosya biçimine dışarı aktarabilir. ESRI Shape biçiminde ki noktalar ise içe aktarmada şu aşamada desteklenmemektedir.

Eski ve yeni harita için bağlantılı noktaları içe veya dışa aktarırken, MapAnalyst çizelge 4.2'de ki formatı kullanır.

Çizelge 4.2 : Eski ve yeni harita için ASCII formatı.

Sütun 1	Sütun 2	Sütun 3	Sütun 4	Sütun 5
Nokta - ID (Kimliği)	X - Koordinat (Eski Harita)	Y - Koordinat (Eski Harita)	X - Koordinat (Yeni Harita)	Y - Koordinat (Yeni Harita)

Eski ve yeni harita için bağlantı noktalarını birlikte içe aktarırken, tüm koordinatların metre cinsinden olması önemlidir. Bu koordinatlar referans haritası için geçerlidir. Koordinatları metrelere dönüştürmek için elektronik tablo yazılımı kullanılmalıdır. Örnek olarak Eski haritanız 600 x 600 milimetre ise, koordinatlarınız 0 ile 0.6 arasında olacaktır.

ASCII metin dosyalarındaki noktalar virgül ile ayrılmalıdır. Nokta listesi Microsoft Excel yazılımında düzenliyse, dosyanın CSV formatında dışa aktarımı sağlanmalıdır.

4.2.4.8 Listede ki noktaları yerleştirme

Noktaları fareyle tıklayarak yeni referans haritasına yerleştirmek yerine, alternatif olarak doğrudan bir metin dosyasından noktaları içe aktarılabilir. Metin dosyası, yeni harita için nokta adlarını, x koordinatlarını ve y koordinatlarını içermelidir. "Points - Place Point from Coordinate List." seçimi ile noktalar yüklenir. Ardından yeni haritaya eklenecek yerin adı yazılır.

4.2.4.9 Bağlantılı noktaların listesi

MapAnalyst, "Points - Show List of Linked Points" komutu ile tüm bağlı noktaların adlarını ve koordinatlarını listeler.

4.2.4.10 Nokta renk seçenekleri

"Points - Point Symbol" komutu ile nokta sembolü istenen şekilde düzenlenebilir. "Points - Color of Linked" yada "Color of Unlinked" komutu ile bağlantılı ve bağlantısız noktaların rengi ayrı ayrı seçilebilir.

4.2.5 Eski ve yeni harita görüntüleri hakkında

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

4.2.5.1 Harita görüntülerinin içeri aktarımı

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" yada "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, bilgisayarınızın hızına bağlı olarak MapAnalyst programını yavaşlatabilir. Mevcut hafıza miktarına bağlı olarak azami boyutta ki veri seçimi yapılmalıdır.

4.2.5.2 Harita görüntüsünü kaldırma

Harita görüntüsünü kaldırmak için "Edit - Remove Old Map Image" yada "Remove New Map Image" seçimi yapılmalıdır. Bu komutlardan ne puanlar ne de daha önce yerleştirdiğiniz bağlantılar etkilenmez. Yeni referans haritası kaldırıldığında ise OpenStreetMap'in görüntülenecektir.

4.2.5.3 Haritaların boyutu ve ölçeği

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 durumda harita görüntüsünü Adobe Photoshop ile açılmalı, görüntü boyutu ayarlanmalı ve görüntü JPEG biçimini kullanılarak yeniden kaydedilmelidir. Bu işlemler sayesinde eski haritanın boyut kontrolü sağlanabilmektedir.

4.2.5.4 Yeni referans haritası için dünya dosyaları

Yeni referans harita görüntüsü coğrafi olarak tanımlanmış olması gerekmektedir. Yani görüntünün bir coğrafi referansı olması gerekmektedir. Aksi durumunda 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 taşımalıdır, 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. Aşağıda, 25 metre piksel büyüklüğünde üst sol piksel büyüklüğü $x = 600,000$ ve $y = 200,000$ olan örnek bir dünya dosyası gösterimi yapılmıştır.

Satır 1: 25

Satır 2: 0

Satır 3: 0

Satır 4: -25

Satır 5: 600000

Satır 6: 200000

4.2.5.5 Eski haritanın boyutu ve eski haritanın opsiyonel dünya dosyası

Bir dünya dosyası sadece yeni referans haritası için gereklidir. Eski harita için ise, görüntünün boyutunu belirlemede görüntü dosyasına gömülü DPI bilgileri kullanılmaktadır. Eski haritayı analiz etmeye başlamadan önce, her iki haritanın boyutunun doğru olduğunu doğrulamak için araç çubuğundan "Measure Distance and Angle" aracının kullanılması gerekmektedir.

Bazı durumlarda coğrafi olarak tanımlanmış eski bir harita ile çalışmak faydalı olabilir. Eski harita dosyasında buna karşılık gelen bir dünya dosyası varsa, MapAnalyst bu dünya dosyasını içe aktarır ve görüntü dosyasına gömülü DPI bilgisini yoksaymaktadır. Araç çubuğu ekranındaki metreler için "View - Old Map Display Coordinate" kullanılmaktadır.

Coğrafi olarak tanımlanmış eski haritalarla çalışmak, eski bir haritayı gerçekten analiz etmiyorsanız, örneğin, harita özelliklerinin deformasyonunu görselleştirmek isteniyorsa kullanışlı olabilmektedir.

4.2.6 OpenStreetMap kullanımı

OpenStreetMap, büyük ölçekli haritaları analiz etmek için çok uygundur. Orta ölçekli haritalar da OpenStreetMap kullanılarak, doğruluğu düşük haritaların analizi yapılabilmektedir. Eski haritanın doğu-batı uzantısı yaklaşık 10 dereceyi aşarsa, OpenStreetMap'in yerine, eski haritanın projeksiyonuna benzer projeksiyonu olan bir referans haritası kullanılmalıdır. Çünkü OpenStreetMap Mercator projeksiyonunu kullanmaktadır.

OpenStreetMap, dünyanın düzenlenebilir haritasını oluşturmak için yapılmış bir projedir. Avrupa, Kuzey Amerika ve dünyanın diğer bölgelerinin büyük bölümünü kapsar. Haritalar, taşınabilir GPS cihazlarından, havadan fotoğrafçılığında ve diğer ücretsiz kaynaklardan gelen veriler kullanılarak oluşturulur.

4.2.6.1 OpenStreetMap projeksiyon bozukluğu

OpenStreetMap, eski haritaların bozulma analizi için Mercator projeksiyonunu kullanmaktadır, Mercator projeksiyonu ise, önemli miktarda alan bozulmasına neden olmaktadır. Alandaki bozulma kutuplara yaklaştıkça daha fazla artmaktadır, Örnek olarak, Grönland'ın boyutu bir Mercator haritasında on kat daha büyük gözükmetedir. Ancak ekvatora en yakın olan enlemlerde bu çarpıtma göz ardı edilemez. Bir Mercator haritasında ölçülen mesafeler kutup bölgesinde olduğundan daha fazla olacaktır.

4.2.6.2 OpenStreetMap projeksiyon bozukluğunu giderme

Mercator projeksiyonunun neden olduğ u bozulmaları düzeltme için MapAnalyst, dönüşümleri, bozulma gridlerini, yer değiştirme vektörlerini, izolinleri veya diğer görselleştirmeleri hesaplamadan önce kontrol noktalarını yeniden yansıtır. Mercator projeksiyonu tarafından ortaya çıkan bozulmayı gidermek için aşağıdaki prosedür MapAnalyst tarafından otomatik olarak uygulanır:

- * Kontrol noktaları, Mercator projeksiyonundan WGS84 elipsoidi kullanılarak coğrafi koordinatlara yansıtılır (buna ters projeksiyon denir).
- * Coğrafi koordinatlardaki noktalar daha sonra tüm kontrol noktalarının ortalama boylamını merkez alan bir Alan koruyan silindirik projeksiyonuna yansıtılır.
- * Transversal alan koruyan silindirik projeksiyonundaki noktalar daha sonra, küresel ölçek faktörü ve küresel dönüş açısı dahil olmak üzere eski ve yeni harita arasındaki bir dönüşümü hesaplamak için kullanılır. Aynı koordinatlar farklı görselleştirmeleri hesaplamak için kullanılır.
- * Yeni referans haritasının görselleştirmeleri sonuç olarak OpenStreetMap'in Mercator projeksiyonuna yansıtılır ve gösterilir.

4.2.6.3 Orta ve küçük ölçekli haritalar

Transversal alan koruyan silindirik projeksiyonu daha küçük bozulmalara neden olduğ u için çoğu harita analizleri için Mercator projeksiyonuna göre daha kullanışlıdır. Küçük ölçeklerdeki eski haritalar, tüm kıtaları hatta tüm küreyi gösteren bir ortamda analiz edilirse, transversal alan koruyan silindirik projeksiyonu da bu durum için uygun değildir. Bu gibi küçük ölçekli analizlerde, eski haritanın

projeksiyonuna yaklaşan bir projeksiyon kullanan bir referans haritası kullanılmalıdır.

4.2.6.4 OpenStreetMap noktalarının içe ve dışa aktarılması

OpenStreetMap noktalarının boylam/enlem formatında içi ve dışa aktarımı sağlanmaktadır. Coğrafi koordinatlar, küresel yarıçapı 6,378,137 m olan standart web haritası referansındadır.

4.2.7 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.

4.2.7.1 Dönüşüm yönü

MapAnalyst, eski haritanın noktalarını yeni haritanın noktalarına dönüştürebilir. Dönüşümün yönü "Analyze - Old Map" ve "Analyze - New Map" ile gerçekleştirilebilir. Bu sayede doğruluk görselleştirmelerinin üretildiği haritayı da belirlenebilecektir. Yeni referans haritasındaki doğruluk görselleştirmelerini görüntülemek için "Analyze - New Map" seçimi yapılmalıdır. Eski haritanın bozunmalarını karşılaştırırken bu durum yardım olabilir.

4.2.7.2 Eski haritanın ölçeği ve dönmesi

MapAnalyst, eski haritanın ölçek ve dönüş açısını ana pencerede görüntüler (Eski Harita Bilgisi).

4.2.7.3 Son hesaplama raporu

Dönüşümle ilgili bilgiler :

Dönüşümün ayrıntılı değerlerini görüntülemek için, "Analyze - Show Report of Last Computation" seçimi yapılmalıdır. Raporda 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.

Artıklar :

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.

4.2.7.4 Dönüşüm Nasıl Seçilir

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 Parametresi 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 parametresi dönüşümü :

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 parametresi dönüşümü :

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 arasında 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.

4.2.8 Deformasyon ağı

Deformasyon ağı, eski bir haritanın doğruluğunu görselleştirmek için kullanılan bir yöntemdir. Deformasyon ağı yapılandırılması ile ilgili tüm ayarlar "Distortion Grid" sekmesinde yapılır.

4.2.8.1 Deformasyon ağının gösterimi

Deformasyon ağını görüntülemek için "Display the distortion grid" seçimi yapılmalıdır. Döndürülmüş ve ölçeklenmiş, ancak deformasyonu olmayan gridleri göstermek için "Show undistorted grid" seçimi yapılmalıdır.

4.2.8.2 Grid boyutu

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.

4.2.8.3 Kapsam

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.

4.2.8.4 Grid kenar yumuşatması

Grid çizgilerinin düzgünlüğünü "Smoothness" seçimi ile yapılabilmektedir. Açısal grid çizgileri için sola, düz grid çizgileri için sağa kaydırımı yapılmalıdır.

4.2.8.5 Görünüm

Optimum okunabilirlik için çizgilerin rengini, genişliğini ve türü istek üzere değiştirilebilir.

4.2.8.6 Etiketleme

Etiketler menüsü ile koordinat boyutuna göre etiketleme yapılabilmektedir. Etiket istemiyorsanız "None" seçeneğini seçilir. Frekans menüsü etiketli satır sayısının seçilmesine izin vermektedir.

4.2.8.7 Belirsiz alanlar

Deformasyon ağının belirsiz alanları saydam gösterilmektedir. Saydamlık değerini ayarlamak için ana penceredeki "Uncertain areas" kaydırıcısını kullanılmaktadır.

4.2.8.8 Belirsizlik

Grid düğümleri herhangi bir kontrol noktasından uzaktaysa belirsiz olarak kabul edilir. Bir grid düğümünün uzakta olup olmadığına karar vermek için, en yakın kontrol noktasına olan mesafe hesaplanır ve daha sonra bir referans mesafeyle karşılaştırılır. Bu referans mesafesini hesaplamak için, her bir kontrol noktası için en kısa mesafesi hesaplanır. % 75 üst çeyrek olarak varsayılan niceliktir. Belirsiz grid alanlarının saydamlığı "Uncertain areas" ile ayarlanabilmektedir.

4.2.8.9 Abartı faktörü

"More" düğmesine basıldığında açılan iletişim kutusuna "Exaggeration Factor" görünmektedir. Grid bozulmalarının abartı faktörü 1'den büyük olduğunda ve 1'den küçük olduğunda uygulanmaktadır. Abartı faktörü çoğu durumda 1 olarak ayarlanmalıdır. Abartı faktörü 1' den farklı olduğu durumlarda yalnızca çok düşük distorsiyonlu haritalar analiz edildiğinde kullanılmalıdır. Abartı faktörü 1 değilse, bu durum için kırmızı bir uyarı metni görüntülenmektedir.

4.2.8.10 Ofset

"More" düğmesine basıldığında açılan iletişim kutusuna "Ofset" görünmektedir. Bu özellik deformasyon ağını belirli bir noktayadan başlatmak için kullanılır. Yatay veya dikey kayma 0' dan farklıysa, grid çizgileri orta konumlarda hesaplanır. Maksimum ofset grid boyutuna eşittir. Girilen değerler grid boyutundan büyükse,

"entered offset - mesh size" bölümünde kullanılmaktadır. Eşit enlem ve boylam çizgileri boyunca bir grid için, ofset derece cinsinden olmalıdır.

4.2.9 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.

4.2.9.1 Yer değiştirme vektörlerini gösterimi

Vektörleri ve yer değiştirme çevrelerini görüntülemek için "Show" düğmesini seçimi yapılmalıdır.

4.2.9.2 Vektörler ve daireler

Vektörlerin veya dairelerin gösterilip gösterilmeyeceğini seçmek için "Vectors, Circles or Vectors & Circles" seçimi yapılmalıdır. Daireler, yer değiştirme vektörlerinin uzunluğunu göstermek için bir alternatiftir. 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.

4.2.9.3 Ölçek faktörü

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.

4.2.9.4 Aykırılıklar

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.

4.2.10 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.

4.2.10.1 Yerel ölçek ve yerel dönüklük

Fare imlecini hareket ettirerek her bir eş uzunluk ve eş açı deformasyonu eğrisi vasıtasıyla ölçek ve dönüklük değeri keşfedilebilmektedir.

4.2.10.2 Arayüz yapısı

Kontrol elemanlarının sol yarısı ölçek hesaplanmasını ve gösterilmesini yönetirken, sağ yarısı dönüklük kontrolü yapmaktadır.

4.2.10.3 Eş uzunluk ve eş açı deformasyon eğrilerinin gösterimi

Ölçeğin ve dönme görünürlüğü ayrı ayrı ayarlanabilmektedir. Ölçek veya Dönme onay işareti etkinleştirilir veya devre dışı bırakılır.

4.2.10.4 Aralık

Metin alanlarındaki komşu satırlar arasına aralık eşitliği değeri girilmelidir. Örneğin, 5000 değeri, her ölçek değişikliğinde 1:5000 katı olan eşdeğer eğrileri oluşturmaktadır.

4.2.10.5 Etki yarıçapı

Etki Yarıçapı'nın ilgili alan girişinin yapılması gerekmektedir. Etki yarıçapı, yerel dönüşüm merkezlerinin çevresindeki yarıçapın boyutunu kontrol eder. Küçük bir etki yarıçapı, yerel değişimleri yansıtan eşdeğer eğrilerini üretirken, büyük bir etki yarıçapı, küresel eğilimleri gösteren eşdeğer eğrileri üretecektir. Sonuç olarak etki yarıçapı, eşdeğer eğrilerinin hem ölçeğini hem de dönüklüğünü oluşturmak için kullanılmaktadır.

4.2.11 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 değiştirmeniz yeterlidir.

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

4.2.11.1 ESRI formatı

ESRI Shape dosya formatı çoğu coğrafi bilgi sistemleri (CBS) tarafından desteklenmektedir. CBS ile veri alışverişinde önerilen formattır. Bu dosya formatı çizgileri ve noktaları desteklemektedir.

4.2.11.2 SVG (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.

4.2.11.3 WMF (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.

4.2.11.4 Ungenerate

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.

4.2.11.5 DXF

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.

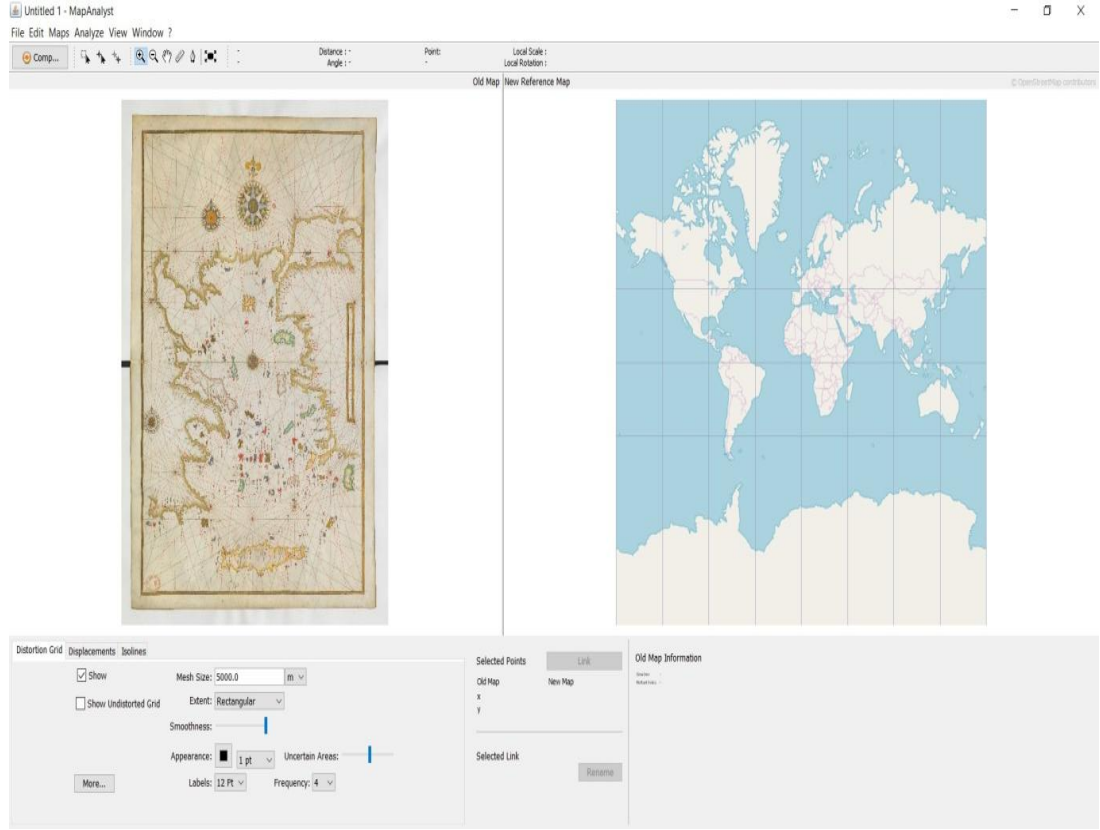
4.2.11.6 JPEG ve PNG

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 [21].



5. PORTOLAN HARİTALARIN PLANİMETRİK DOĞRULUK ANALİZİ

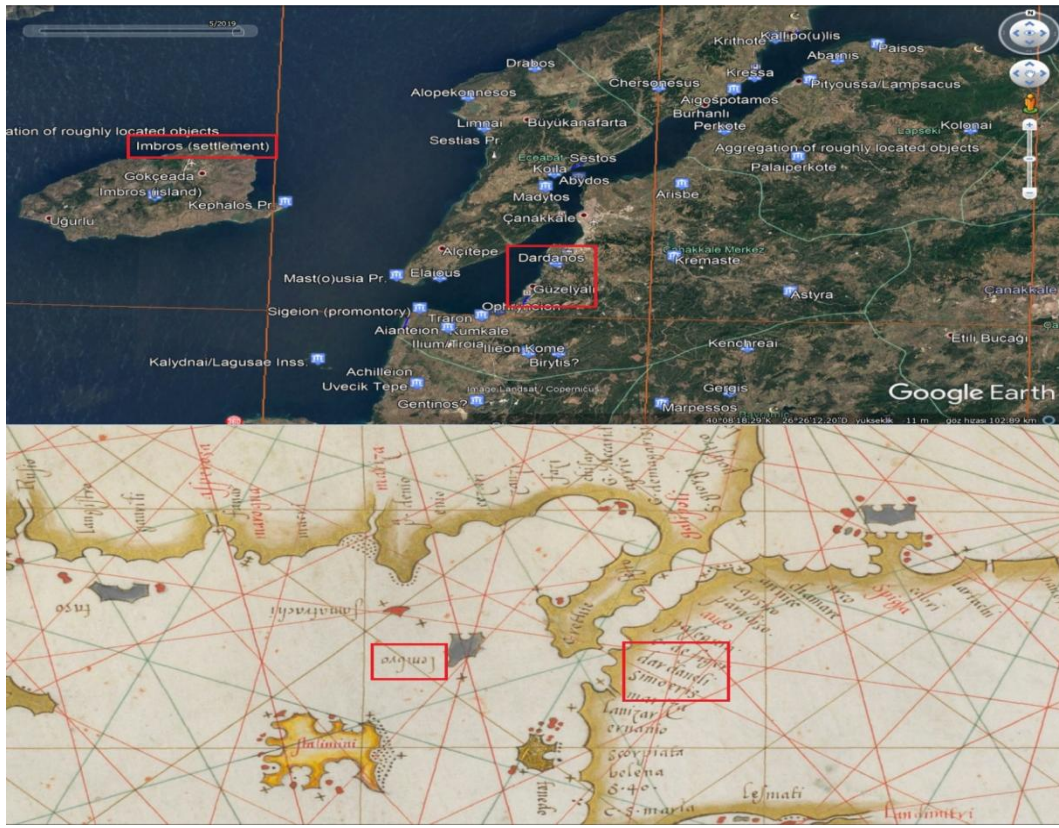
Çalışmada orta ölçekli 4 ayrı portolan haritasının dikkate alınmıştır. Bu 4 ayrı portolan haritası ayrı ayrı MapAnalyst uygulamasında OpenStreetMaps referans alınarak doğruluk analizleri yapılmıştır. MapAnalyst'in kabulleri gereği ve haritaların küçük ve orta ölçekli olması nedeniyle OpenStreetMaps referans alınmıştır. Her portolan harita kendi başlığı altında uygulanan yöntemler ile anlatılarak elde edilen veriler ve sonuçlar belirtilecektir. Elde edilen veriler ve sonuçlar doğrultusunda çalışmanın sonuç ve önerileri ilgili bölümde ifade edilecektir.



Şekil 5.1 : MapAnalyst uygulaması eski ve yeni harita görüntüsü.

Portolan haritanın planimetrik doğruluk analizi için uygulama çalıştırılarak eski haritaya ait görüntü sisteme yüklenir. Uygulamada sağ bölümde eski harita, sol bölümde ise OpenStreetMap referans haritası bulunmaktadır (Şekil 5.1). Eski harita yükleme işlemi tamamlandıktan sonra iki haritada da tespit edilebilecek şehir isimleri

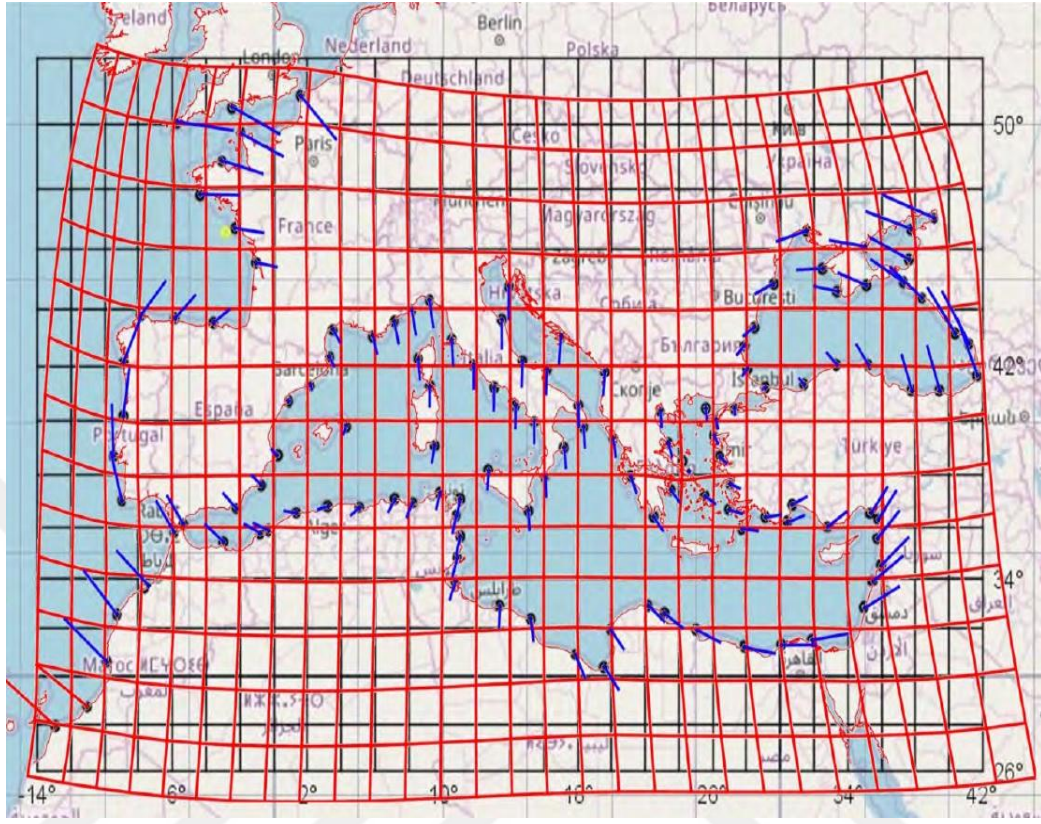
vasıtasıyla kontrol noktalarının işaretlemesi yapılır. Eski haritada şehir isimleri latince ya da bölgenin tarihi isimleridir. Bu noktada Google Earth'e eklenen şehirlerin tarihi isimleri eklentisi kullanılmıştır [3]. Noktaların atanması sırasında bölge dikkate alındığı için yaklaşık konum hassasiyeti düşük tutulmuştur (Şekil 5.2). Eski harita ile güncel harita arasında tespit edilen yerlere kontrol noktaları ataması yapılır . Her iki haritada işaretlenen her bir kontrol noktası birbiri ile bağlanarak ilgili isim ataması yapılarak kayıt işlemi yapılır. Haritalarda ayrı ayrı olarak 41 ile 62 nokta çifti arasında işaretleme yapılmıştır. Bu noktalar istek haline txt formatında kaydedilip içe ve dışa gönderimi yapılabilir.



Şekil 5.2 : Portolan harita üzerinde ki şehir adlarının google earth tarihi şehir adları eklentisi ile tespit edilmesi.

Bu noktalama işlemlerinden sonra uygulamanın hesaplama yapabilmesi için uygulama içerisinde sol üst köşede konumlu "compute" sekmesi tıklanır. Bu işlem neticesinde uygulama görselleştirmeyi gerçekleştirir. Uygulama "compute" komutu ile deformasyon ağı, yer değiştirme vektörleri, eş uzunluk ve eş açı deformasyon eğrileri (isolines) olarak 4 ayrı görselleştirmeyi yapabilmektedir (Şekil 5.3). MapAnalyst uygulaması ile eski haritanın ölçek ve dönüklüğü hakkında bilgi

vermektedir. Uygulamanın sunduğu 4 ayrı görselleştirme ile yorumlama yapılarak portalan haritaların planimetrik doğruluk analizi gerçekleştirilecektir.

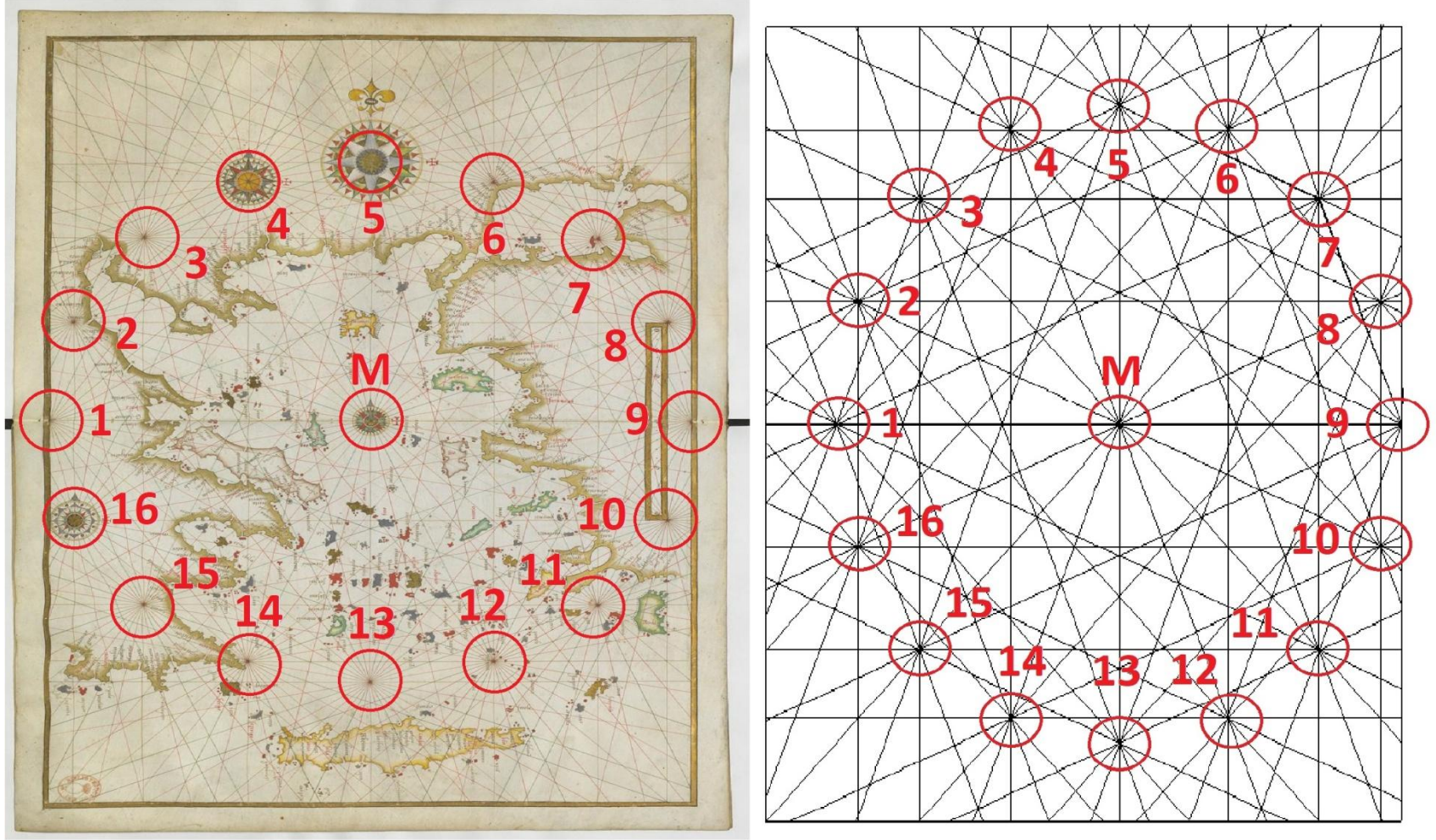


Şekil 5.3 : OpenStreetMaps referans haritası üzerinde eski haritanın deformasyon ağı ve yer değiştirme vektörlerinin gösterimi [1].

5.1 Diego Homem'in Ege Denizi'ni İçeren Portolan Haritasının Planimetrik Doğruluk Analizi

Diego Homem (1521 - 1576) Portekizli bir kartografyacıdır. İşlediği cinayet yüzünden önce Portekiz'den daha sonra da Venedik'ten sürgün edilmiştir. Yaşam süresi içerisinde Akdeniz ve çevresini baz alan bir çok atlas ve şema üretmiştir. Çalışmaları görüntü kalitesi yüksek bir şekilde İtalya, Avusturya, İngiltere, Fransa, ABD ve Portekiz muhafaza edilmektedir [22].

Çalışmada ilk olarak Diego Homem'e ait 1574 yılında yapılmış olan Ege denizi'ni içeren portalan harita dikkate alınmıştır [23]. Bu haritanın 61.5 x 44.4 cm (5242 x 7266 pixels) boyutlarında, ölçeği ise ortalama 1:1.742.000 olduğu MapAnalyst tarafından hesaplanmıştır. Diego Homem harita çiziminde zamanının en önemli tekniği olan pusula gülü yönteminden yararlanmıştır (Şekil 5.4).



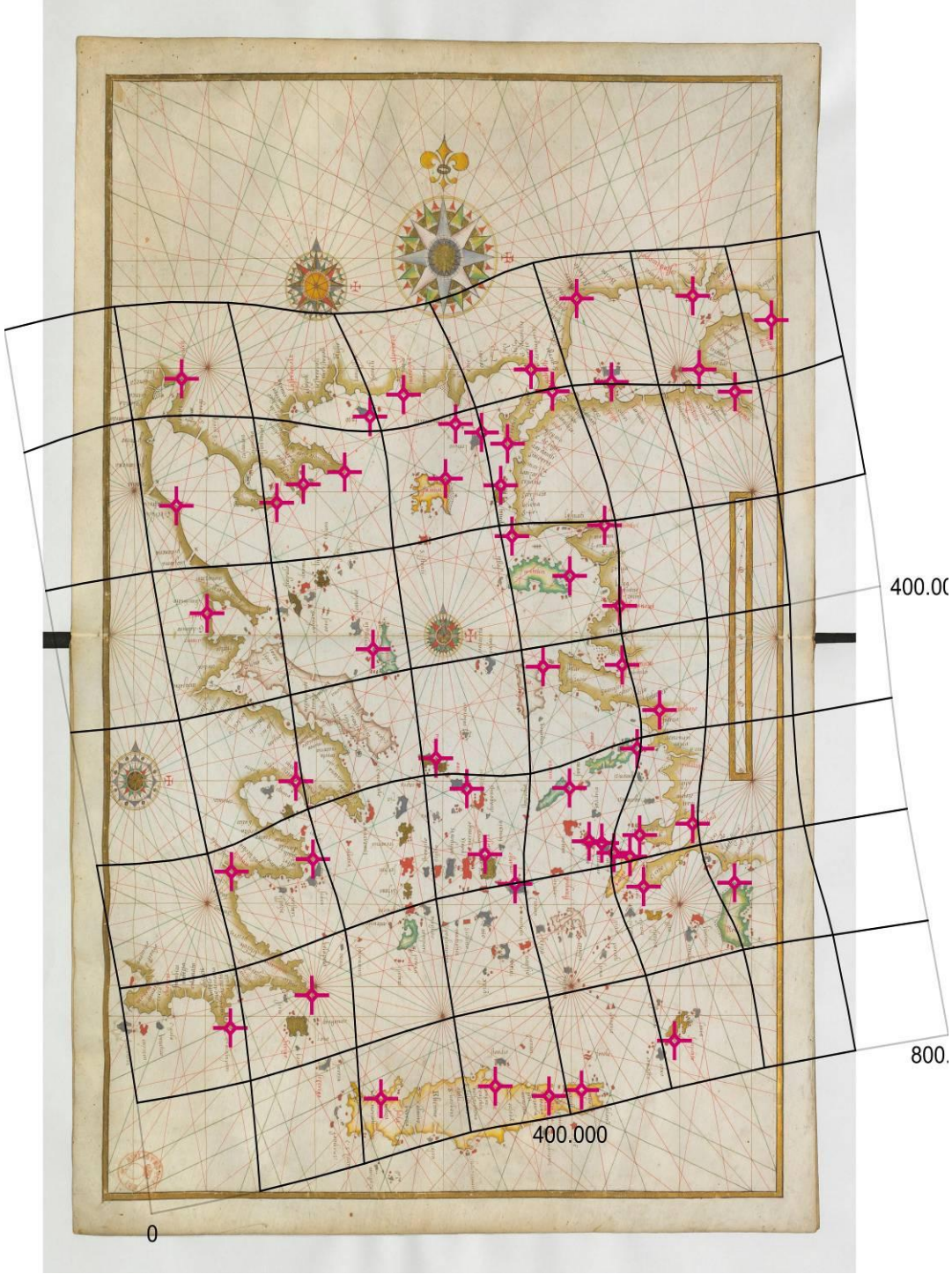
Şekil 5.4 : Diego Homem'e ait portolan haritanın rüzgar gülü yöntemi ile gösterimi [23].

Uygulamada Türkiye ile Yunanistan'ın kıyı kesimleri ve adaları dahilinde tespit edilen 53 adet bağlantılı kontrol noktası çifti seçimi yapılmıştır. Bu noktalar daha önce de açıklandığı gibi şehirlerin eski isimleri ve konumları dikkate alınarak seçilmiştir. Bağlantılı kontrol noktalarının eski ve yeni haritadaki x ve y koordinatları "Show list of link points" seçimi ile görselleştirilebilmektedir (Şekil 5.5).

Link Name	X Old Map [m]	Y Old Map [m]	X New Map [m]	Y New Map [m]
Gelibolu	0.278158	0.426088	2969358.706851	4924757.045118
Maronya	0.196844	0.424488	2839658.856369	4993699.063859
Thasos	0.178581	0.413876	2743481.932507	4949091.338548
Samothraki	0.225285	0.410320	2846853.618377	4923146.770107
Gökçeada	0.239461	0.406209	2887974.845761	4899638.990223
Bozcaada	0.249929	0.380660	2902022.632017	4842748.674627
Limnos	0.219813	0.383902	2832586.471300	4871025.107264
Edremit	0.306591	0.361355	3000024.483701	4801103.237136
İzmir	0.316193	0.293887	3020168.213512	4639569.426657
Midilli	0.287605	0.336893	2961405.387580	4723448.161011
Yenişakran	0.314898	0.322406	3012632.664573	4705013.297743
Babakale	0.256075	0.356122	2901807.988268	4789857.005506
Seddulbahir	0.253650	0.400771	2915258.807549	4872690.937892
Kocaçeşme	0.266465	0.436621	2982885.050785	4961999.903366
Selanik	0.075743	0.432135	2552865.467186	4958956.880734
Chios	0.273045	0.293008	2911269.647056	4657076.862854
Kuşadası	0.336634	0.272070	3032643.712589	4559644.434511
Samos	0.324416	0.253427	3012772.385554	4538978.254394
Turgutreis	0.325799	0.211659	3034073.840094	4439984.878976
İkaria	0.287488	0.234404	2934560.097237	4535280.777425
Kos	0.320431	0.201241	3037337.728559	4424511.928735
Pserimos	0.311689	0.203061	3021444.346806	4431140.488251
Kalimnos	0.305076	0.207785	2993068.091799	4449263.138508
İleryoz	0.298179	0.208635	2987225.921650	4460947.478805
Datça	0.327904	0.186726	3046049.094540	4395423.239831
Akyaka	0.354701	0.217166	3153069.468387	4446327.950525
Rodos	0.377577	0.188633	3142364.630778	4361682.155132
Karpathos	0.344780	0.112316	3021625.638036	4220815.623149
Sitia	0.294039	0.088405	2906475.437725	4194188.044921
Spina Longa	0.276297	0.085598	2867170.864911	4202763.826844
Kandiye	0.246948	0.090258	2797956.468074	4210518.896835
Hanya	0.184513	0.084248	2673594.863014	4234507.854563
Atina	0.138119	0.237661	2636164.612443	4570988.399365
Volos	0.089631	0.318829	2554506.179757	4773185.326735
Athos	0.164715	0.387055	2714685.757766	4886293.901521
Kalamitsi	0.142199	0.381135	2671441.671128	4862029.271895
Xina	0.127704	0.372243	2643062.822948	4854702.688258
Skiros	0.180225	0.301470	2720228.119956	4704332.326170
Andros	0.214554	0.248761	2777468.006464	4564953.435390
Tinos	0.231461	0.234014	2808675.925573	4514251.744458
Amargos	0.257773	0.188073	2876986.985477	4418524.539699
Naxos	0.241335	0.202338	2842410.876435	4466811.864396
Poros	0.147423	0.200039	2617349.122721	4500396.390542
Lerna	0.102958	0.193992	2531464.015033	4521292.148701
Böio	0.146839	0.134235	2581355.425051	4361891.487589
Anatoliki Mani	0.102351	0.118410	2503281.631853	4356434.717097
Melivia	0.072892	0.370775	2540779.439339	4835588.914657
Tekirdağ	0.291371	0.470908	3059405.831428	5006474.445288
Erdek	0.310405	0.430600	3101940.657830	4939314.193074
Gemlik	0.377809	0.425897	3242977.187477	4926628.367656
İstanbul	0.354744	0.472251	3226080.205281	5013540.718949
Armutlu	0.358252	0.436621	3203171.361192	4941664.820120
İzmit	0.397665	0.460507	3332874.598279	4976294.325168

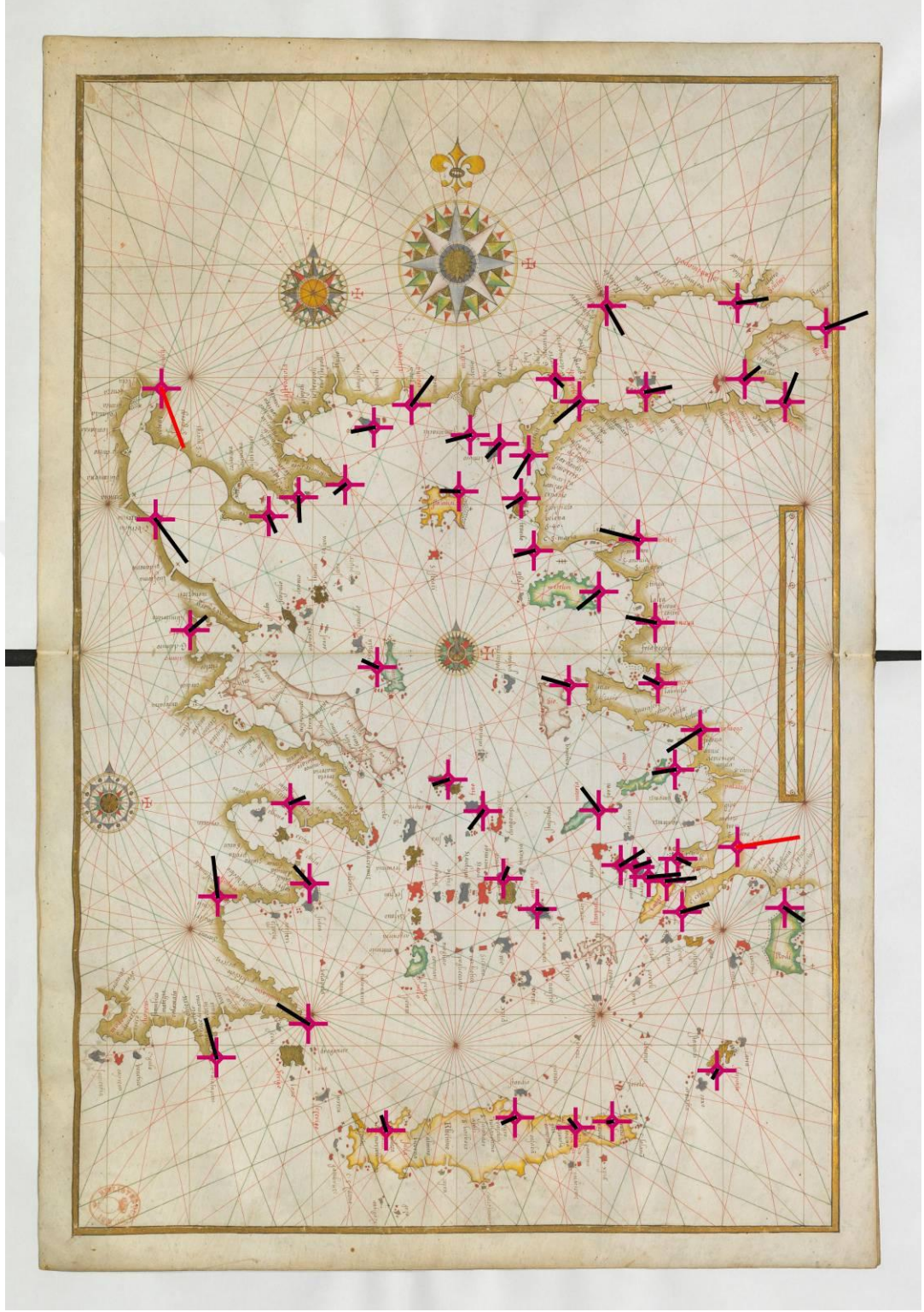
Şekil 5.5 : Bağlantılı kontrol noktaları.

Bağlantılı kontrol noktaları seçimi sonrası uygulamanın hesap yapması için "Compute" seçimi yapılmıştır. Deformasyon ağı gösterimi için grid aralığı "100000 x 100000 m" seçilmiştir. Uygulamanın oluşturduğu Deformasyon ağına göre eski haritanın kuzey ve doğu kısımlarında orta düzeyde bozunmaların olduğu gözlenmiştir (Şekil 5.6).



Şekil 5.6 : Eski haritada deformasyon ağı gösterimi.

Aynı harita için 2. işlem olarak yer değiştirme vektörlerinin gösterimi sağlanmıştır. Yer değiştirme vektörlerine göre de eski haritanın kuzey ve doğu bölümünde kayma miktarının fazla olduğu gözlemlenmiş olup diğer bölümlerde ise farklı yönlere kaymalar mevcuttur. Hatta kuzeybatı bölümünde konumlu "Selanik" ile doğu bölümünde konumlu "Akyaka" bağlantı noktaları harita üzerinde ki kayması kırmızı ile işaretlenmiş olup bu ortalamanın üzerinde bir hatanın göstergesidir (Şekil 5.7).

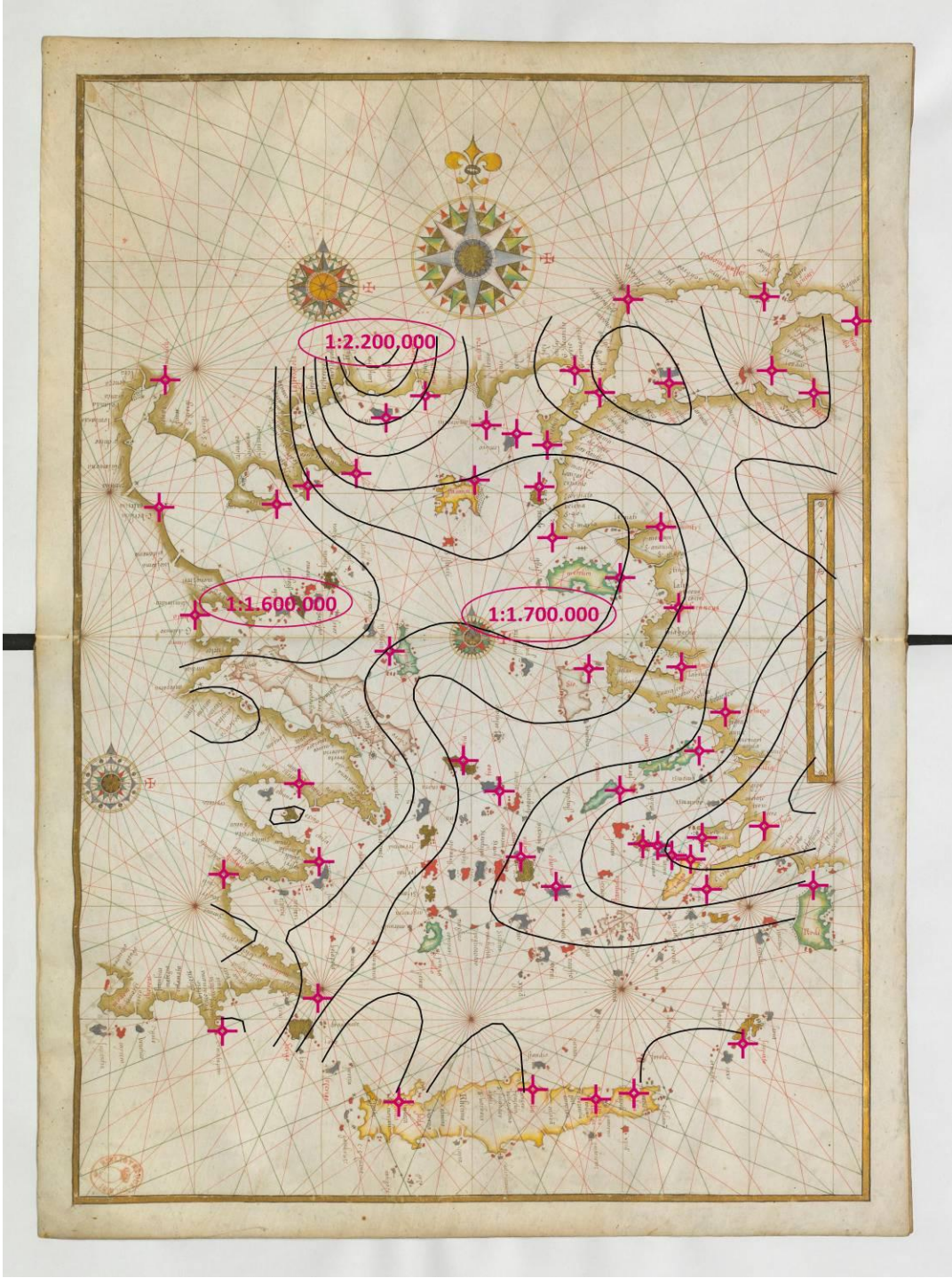


Şekil 5.7 : Eski haritada yer değiştirme vektörlerinin gösterimi.

Eş uzunluk ve eş açđ deformasyon eğrilerinin gösterimi sırasında etki yarıçapı 200000 m alınmış olup bu değer ile sağlıklı bir gösterim oluşturulabilinmiştir.

Eş uzunluk deformasyon eğrilerinin gösterilebilmesi için eğri aralığı 100000 m alınmıştır. Ölçek aralığı ise uygulamaya göre 1:1.400.000 ile 1:2.200.000

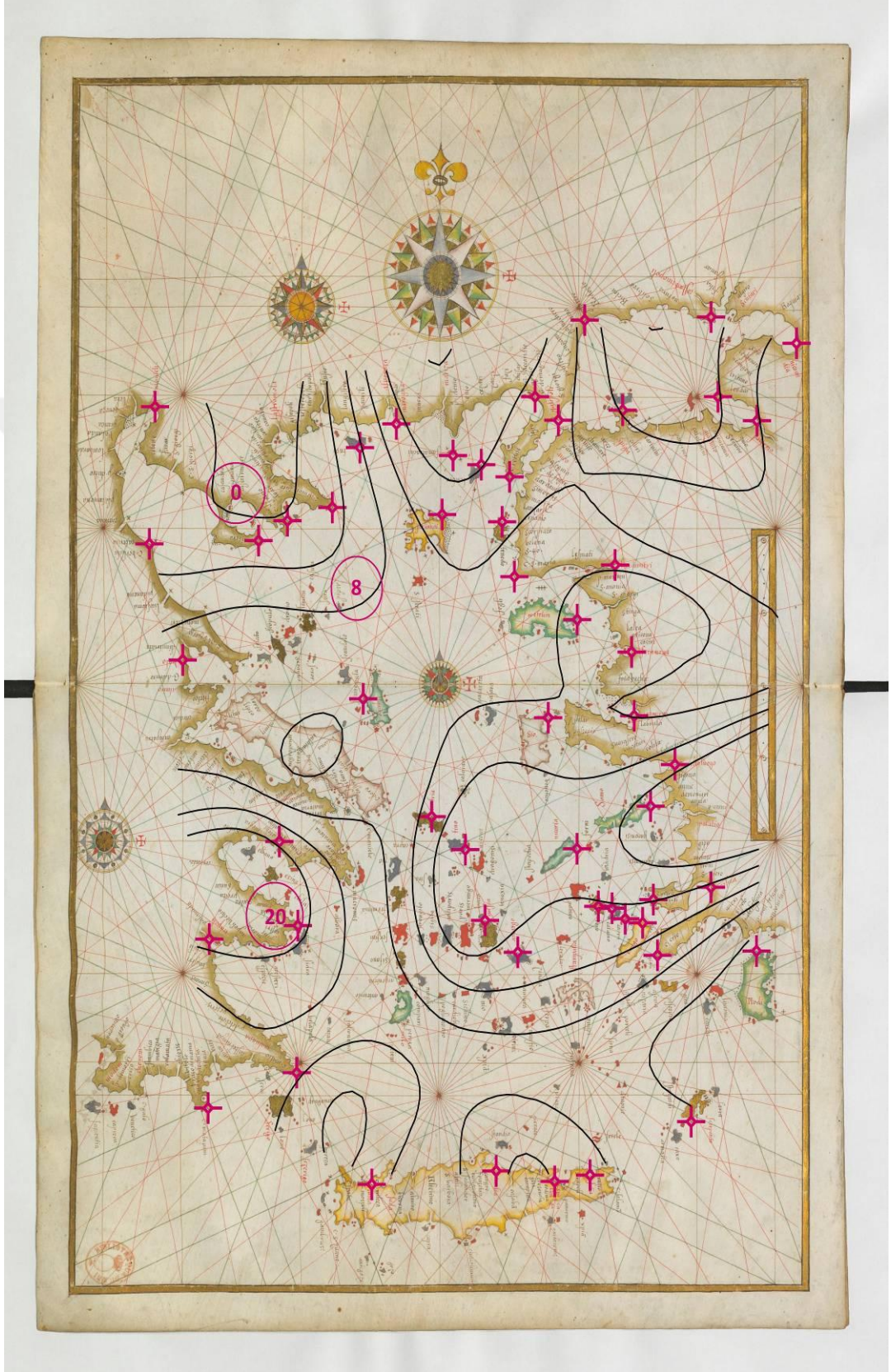
arasındadır. Oluşturulan görselleştirmeye göre eski haritanın güneydoğu ve kuzey bölümlerinde ciddi ölçek hataları olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 5.8).



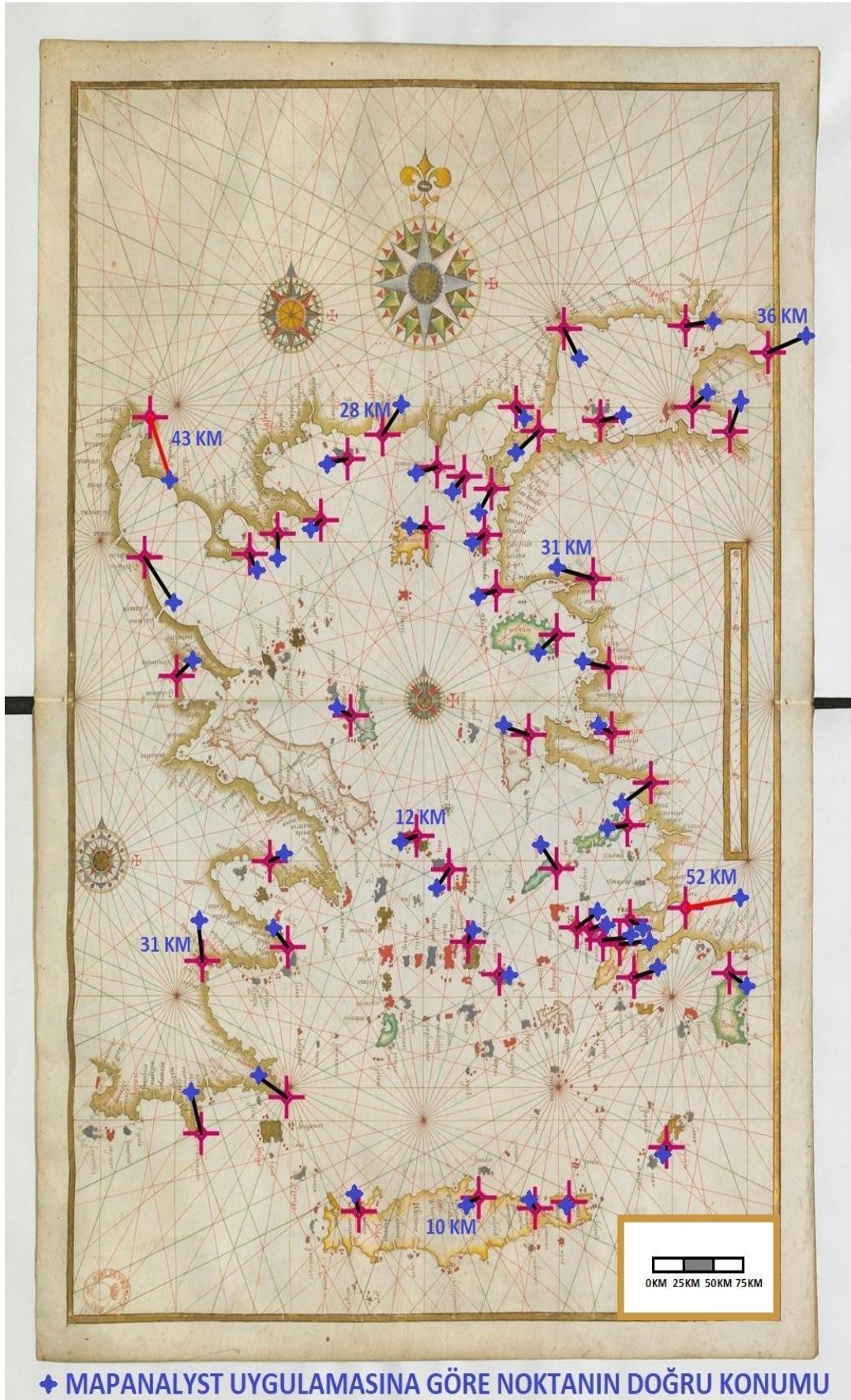
Şekil 5.8 : Eş uzunluk deformasyon eğrilerinin gösterimi.

Eş açı deformasyon eğrilerinin gösteriminde 4 derecelik eğri aralığı girilmiştir. Dönüklük aralığı ise uygulamaya göre 0 ile 20 derece arasındadır. Uygulama hesabına göre eski haritanın dönüklüğü ortalama 8 derece hesaplanmıştır. Eş uzunluk

deformasyon eğrilerine benzer şekilde eski haritanın kuzey, güneybatı ve güneydoğu bölümlerinde ciddi açı hataları olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 5.9).



Şekil 5.9 : Eş açı deformasyon eğrilerinin gösterimi.



Şekil 5.10 : MapAnalyst uygulamasına göre noktaların olması gereken konumu.

MapAnalyst uygulaması vasıtasıyla yapılan hesaplama göre harita üzerinde ortalama konum hatası yaklaşık 20 km tespit edilmiştir. Hatanın en yüksek olduğu noktalardan biri olan "Selanik" 43 km, "Akyaka" ise 52 km hesaplanmıştır (Şekil 5.10).

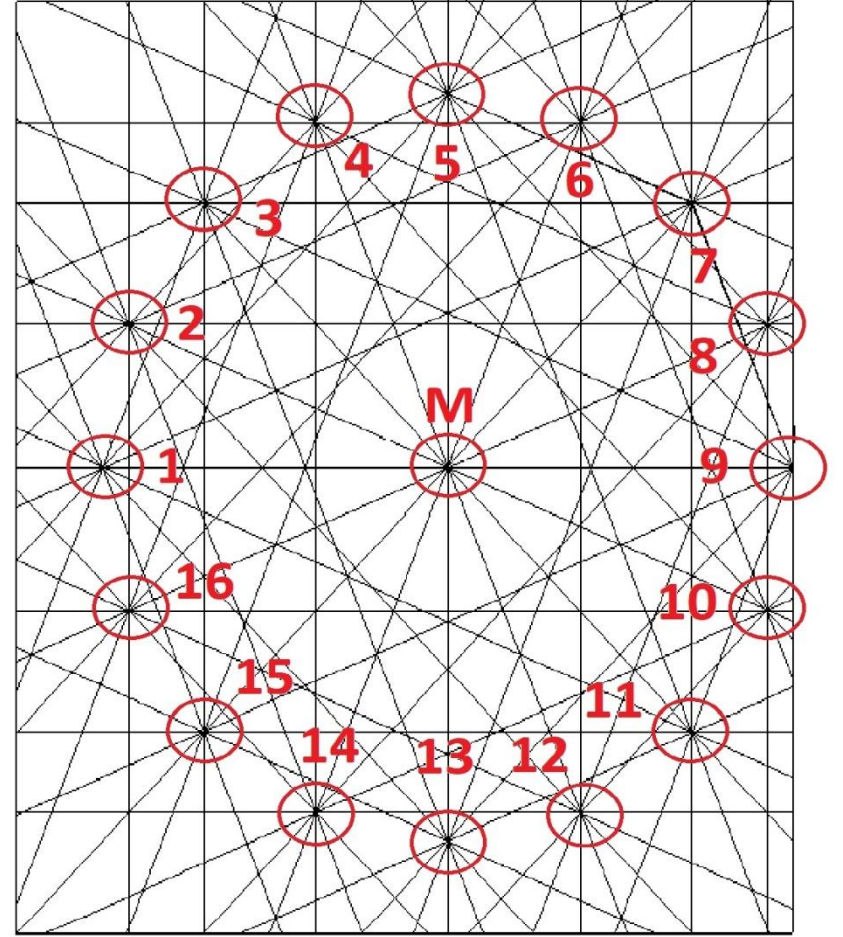
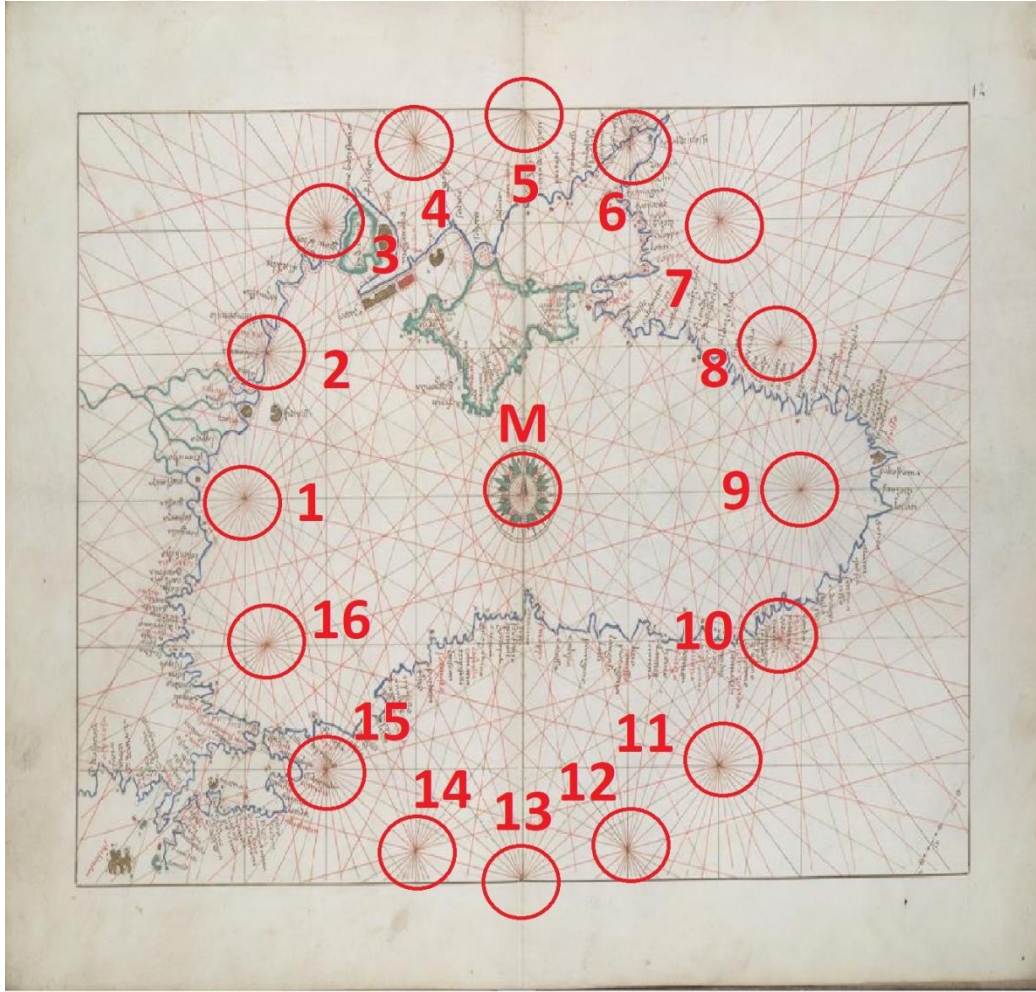
5.2 Battista Agnese'nin Karadeniz Kıyıları İçeren Portolan Haritasının Planimetrik Doğruluk Analizi

Battista Agnese (1500 - 1564) Cenova Cumhuriyeti vatandaşı olan bir kartografyacıdır. Genel olarak Vatikan Cumhuriyeti için çalışmıştır. 1534 ile 1564 yılları arasında yaklaşık 71 adet el yazması harita üretmiştir. Bu haritalar enlem ve boylam içermemektedir. En bilinen eseri 1542 yılında yapılmış Dünya atlasıdır [24].

1553 yılında Battista Agnese tarafından hazırlanan Karadeniz kıyıları içeren portolan harita çalışmada değerlendirilmiştir [25]. MapAnalyst uygulaması verilerine göre haritanın boyutları 135.1 x 93.2 cm (6385 x 4401 pixels) dir. Ortalama ölçeği ise 1:1.316.100 dür. Battista Agnese harita yapımında döneminin en önemli tekniği olan pusula gülü yöntemini kullanmıştır (Şekil 5.12).

Link Name	X Old Map [m]	Y Old Map [m]	X New Map [m]	Y New Map [m]
Rumelifeneri	0.330565	0.250775	3240849.712111	5046984.459746
Anadolufeneri	0.336415	0.244926	3245117.814686	5044608.619397
Uzunkum	0.403918	0.253621	3369563.192361	5043245.873442
Ereğli	0.479864	0.275543	3494900.348125	5054975.305253
Amasra	0.553131	0.330200	3604939.151070	5123745.621634
Sinop	0.681228	0.370554	3910649.182375	5163990.048617
Perşembe	0.834543	0.343614	4206291.999622	5029336.425144
Giresun	0.901931	0.340462	4273561.932606	5001199.940604
Çarşbaşı	1.008814	0.371115	4388309.322204	5028025.731658
Batum	1.146902	0.452704	4627968.829708	5101672.331815
Poti	1.120326	0.507781	4634257.767126	5191535.221118
Zavitne	0.740514	0.615982	4057089.213260	5636947.645306
Volna	0.765164	0.626253	4077267.172167	5643319.632329
Novorossiysk	0.835005	0.625739	4206146.001105	5578815.687305
Kebardinka	0.852979	0.616496	4223475.372063	5566937.352120
Betta	0.898171	0.590305	4253030.204306	5530326.047106
Piçori	1.073801	0.539978	4577009.568026	5287440.581883
Feodosya	0.677773	0.609071	3938681.938167	5626842.606103
Sudak	0.660826	0.578772	3895011.425541	5595677.532853
Alupka	0.630014	0.540770	3790341.115756	5530577.013577
Sivastopol	0.592525	0.554636	3716128.010301	5549616.127879
Olenivka	0.515494	0.618315	3618896.208316	5678943.864499
Biloberezhiya	0.459005	0.650154	3522083.961033	5861764.825512
Karolino-Buhaz	0.350915	0.618695	3397244.107634	5802208.851314
Karaburun	0.279789	0.262028	3192836.086394	5063510.084569
Pomorie	0.237037	0.332222	3074618.495383	5246669.477566
Chernomorets	0.240215	0.313735	3076970.654655	5227684.192011
Beglik Tash	0.267368	0.283115	3091909.666223	5209027.928736
İğneada	0.268042	0.267997	3122737.593187	5144575.169371
Emona	0.251095	0.384699	3105214.571256	5266629.154203
Nesebar	0.242237	0.373915	3084801.189001	5259194.650789
Balgarevo	0.266972	0.418051	3168472.115716	5371495.755743
Doğanyurt	0.612666	0.352447	3711780.185143	5163622.487170
Çarşamba	0.760244	0.352561	4079977.699938	5067527.745203
Pitsunda	1.004013	0.541085	4488924.164095	5336152.577355
Armyansk	0.606603	0.684517	3747086.614105	5786929.320069
Rostov	0.858237	0.815427	4364146.690777	5970379.613134
Dolzhanskaya	0.790314	0.742365	4205555.013754	5881014.461796
Babadaj	0.235292	0.481658	3210496.546393	5610795.012105
Navodari	0.249671	0.457009	3192490.036863	5518838.492491
Sulina	0.338405	0.595049	3305191.311576	5644626.663114

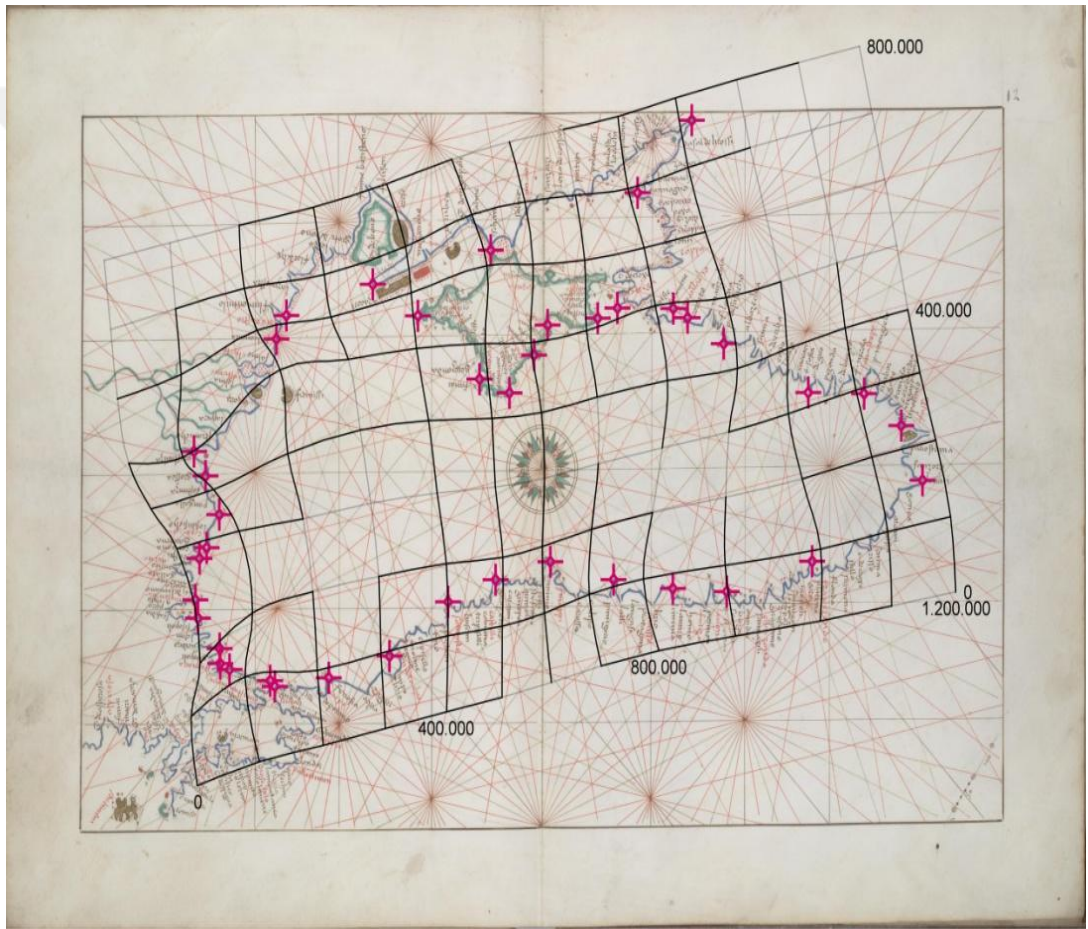
Şekil 5.11 : Bağlantılı kontrol noktaları.



Şekil 5.12 : Battista Agnese'ye ait portolan haritanın rüzgar gülü yöntemi ile gösterimi [25].

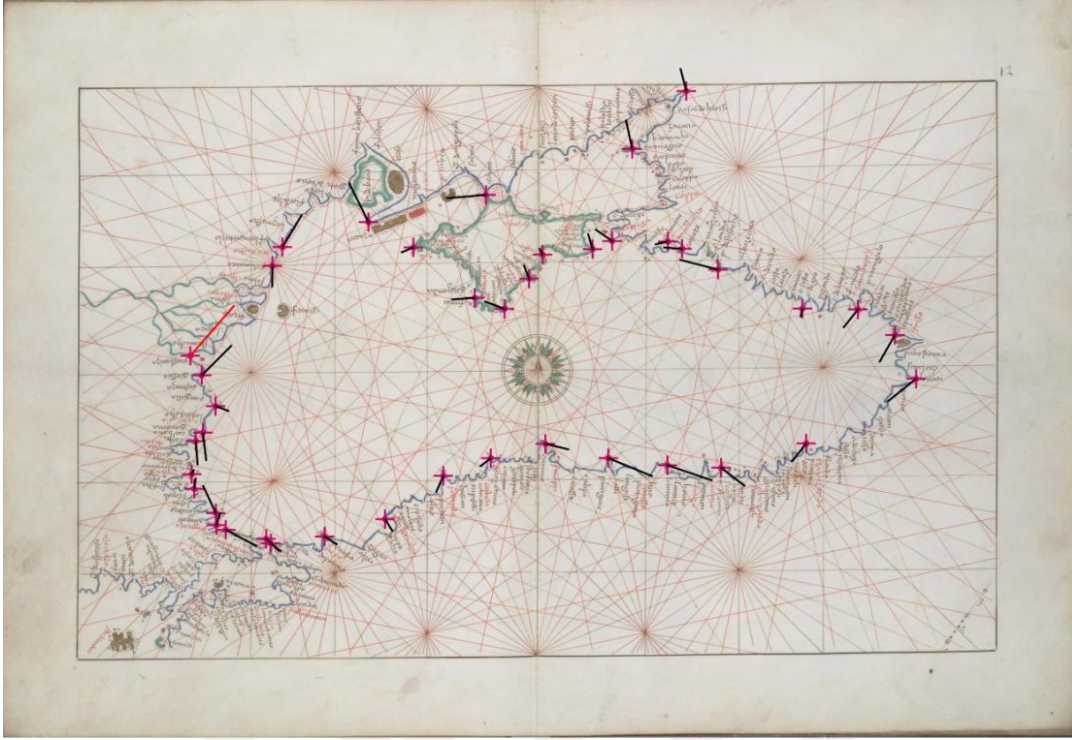
Karadeniz kıyılarını içeren eski harita üzerinde Türkiye, Gürcistan, Rusya, Ukrayna, Romanya ve Bulgaristan sınırları dahilinde 41 adet bağlantı noktası çifti seçimi yapılmıştır. Bu noktalar şehirlerin eski isimleri ve konumları dikkate alınarak belirlenmiştir. Bu noktalar şekil 5.11 ile görselleştirilmiştir.

Bağlantılı kontrol noktaları seçimi sonrası uygulamanın hesap yapması için "Compute" seçimi yapılmıştır. Deformasyon ağı gösterimi için grid aralığı "100000 x 100000 m" seçilmiştir. Uygulamanın oluşturduğu bozunma gridlerine göre eski haritanın batı ve kuzey kısımlarında orta düzeyde bozunmaların olduğu gözlenmiştir (Şekil 5.13).



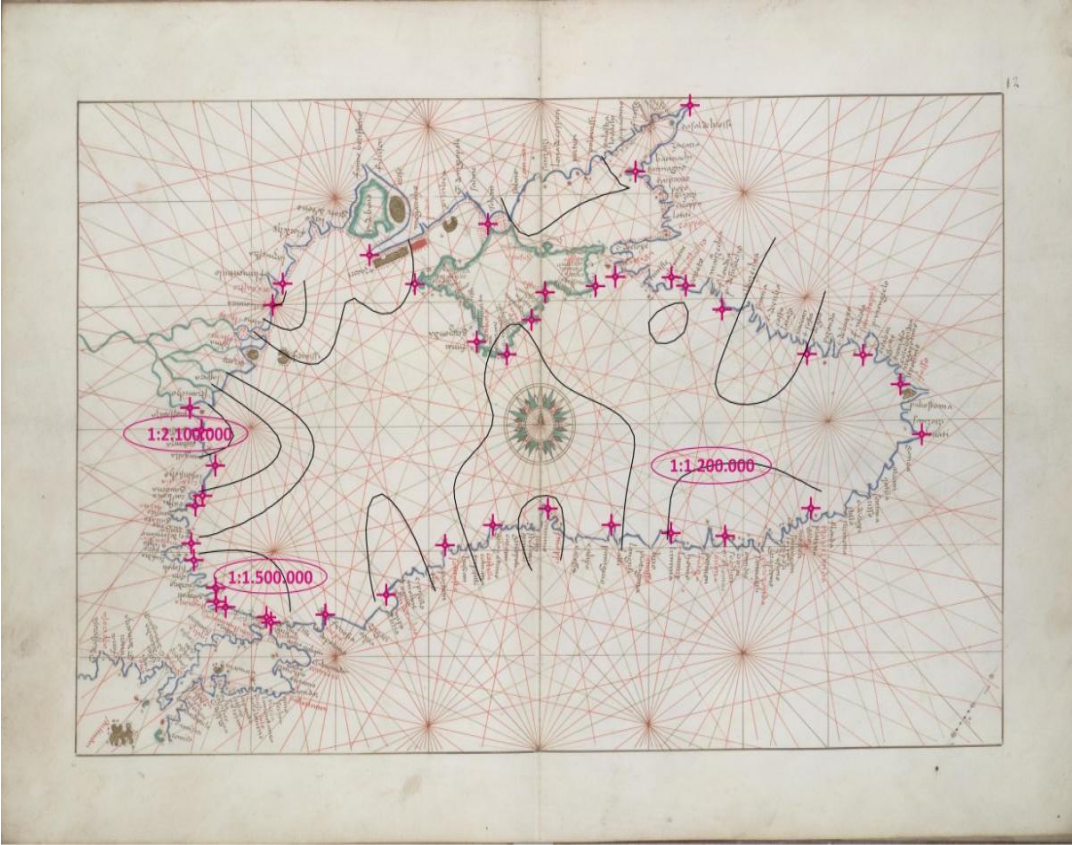
Şekil 5.13 : Eski haritada deformasyon ağı gösterimi.

Aynı harita için 2. işlem olarak yer değiştirme vektörlerinin gösterimi sağlanmıştır. Yer değiştirme vektörlerine göre de eski haritanın güney ve kuzeybatı bölümünde kayma miktarının fazla olduğu gözlemlenmiş olup diğer bölümlerde ise farklı yönlere kaymalar mevcuttur. Kuzeybatı bölümünde konumlu "Babadağ" bağlantı noktasının harita üzerinde ki kayması kırmızı ile işaretlenmiş olup bu ortalamanın üzerinde bir hatanın göstergesidir (Şekil 5.14).



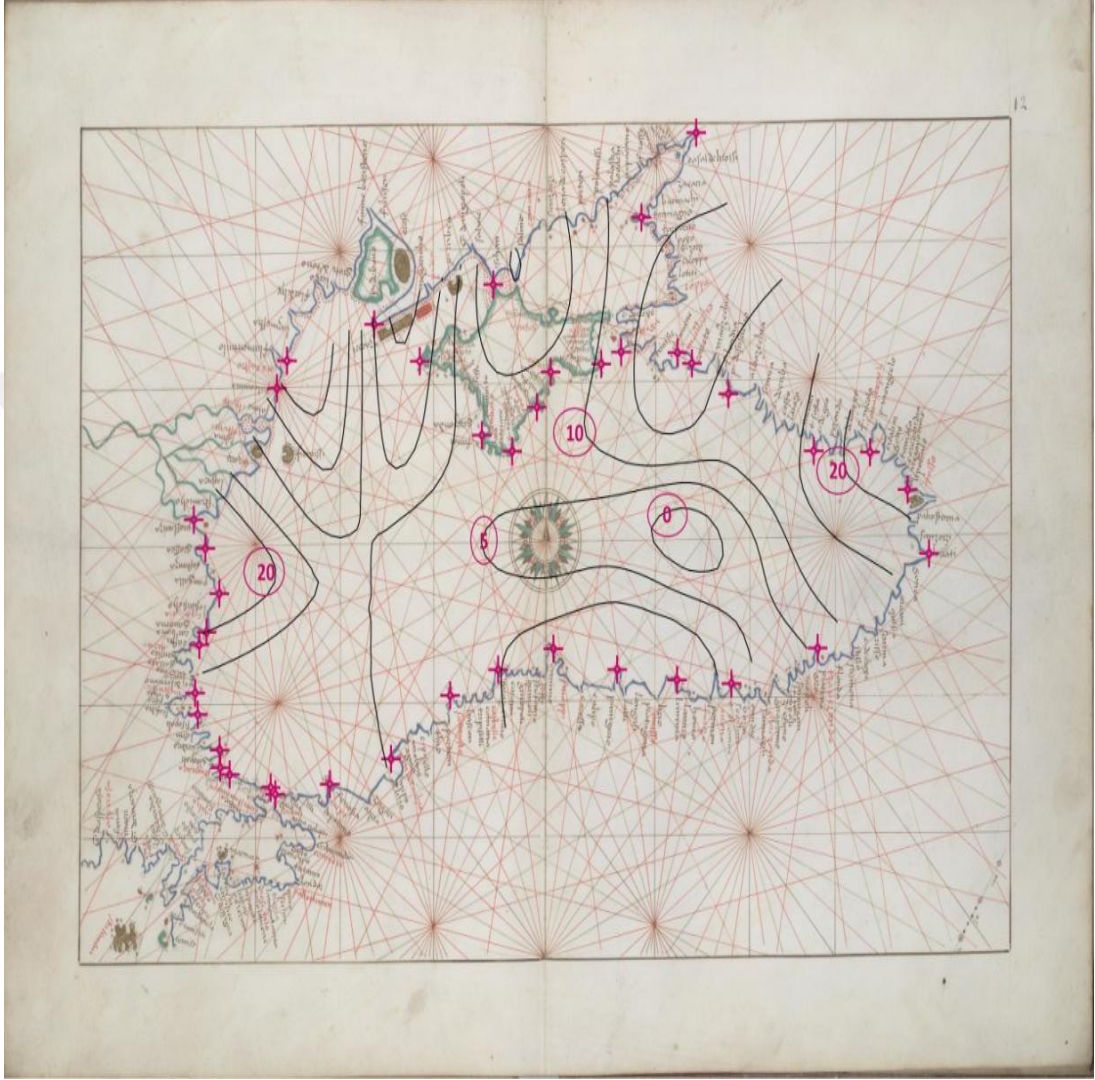
Şekil 5.14 : Eski haritada yer değiştirme vektörlerinin gösterimi.

Eş uzunluk ve eş açı deformasyon eğrilerinin gösterimi sırasında etki yarıçapı 300000 m alınmış olup bu değer ile sağlıklı bir gösterim oluşturulabilinmiştir.



Şekil 5.15 : Eş uzunluk deformasyon eğrilerinin gösterimi.

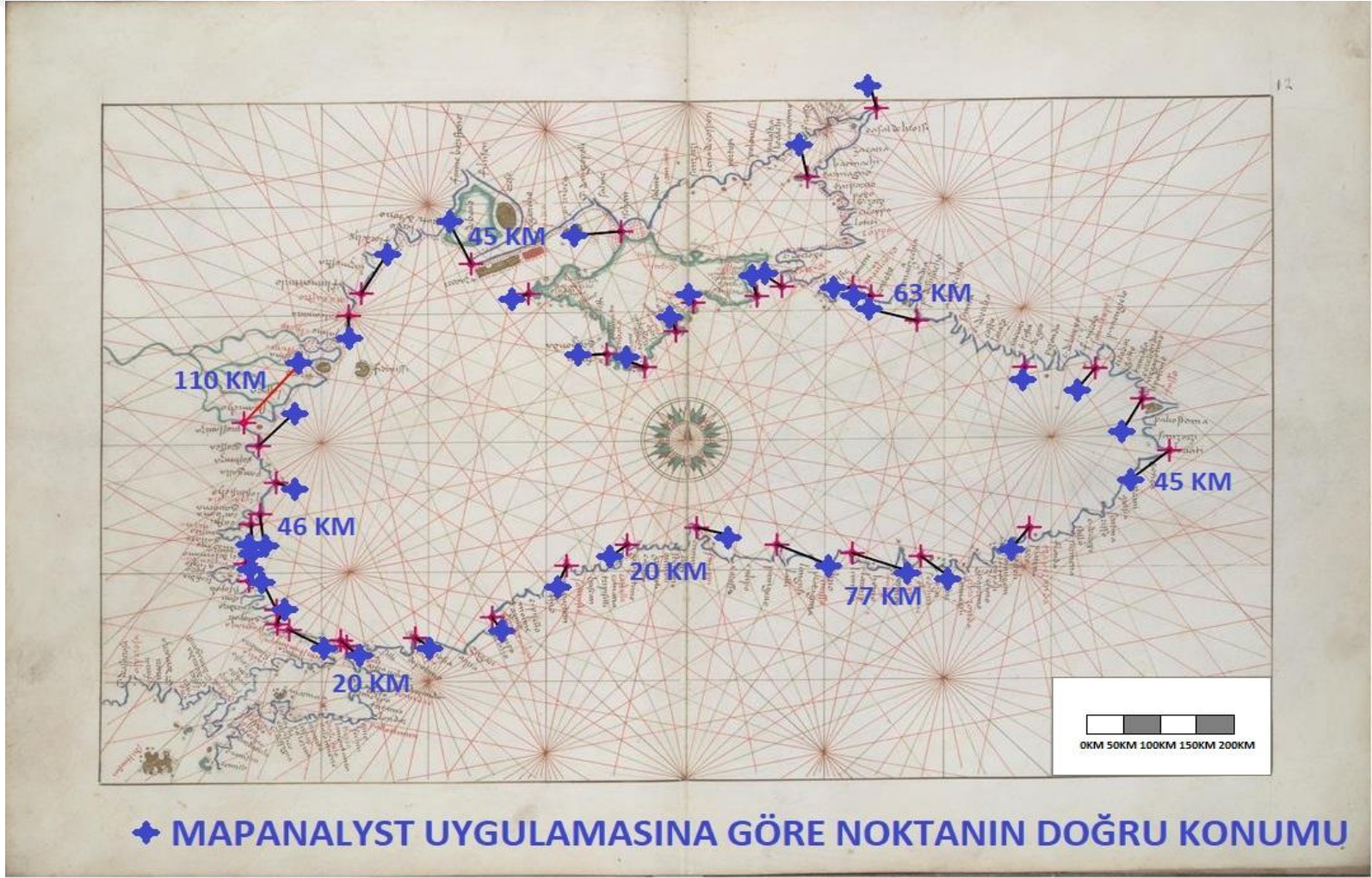
Eş uzunluk deformasyon eğrilerinin gösterilebilmesi için eğri aralığı 300000 m alınmıştır. Ölçek aralığı ise uygulamaya göre 1:1.200.000 ile 1:2.100.000 arasındadır. Oluşturulan görselleştirmeye göre eski haritanın batı bölümünde ciddi ölçek hataları olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 5.15).



Şekil 5.16 : Eş açı deformasyon eğrilerinin gösterimi.

Eş açı deformasyon eğrileri gösteriminde 4 derecelik eğri aralığı girilmiştir. Dönüklük aralığı ise uygulamaya göre 0 ile 20 derece arasındadır. Uygulama hesabına göre eski haritanın dönüklüğü ortalama 10 derece hesaplanmıştır. Eş uzunluk deformasyon eğrilerine benzer şekilde eski haritanın batı ve doğu bölümlerinde ciddi açı hataları olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 5.16).

MapAnalyst uygulaması vasıtasıyla yapılan hesaplama göre harita üzerinde ortalama konum hatası yaklaşık 46 km tespit edilmiştir. Hatanın en yüksek olduğu nokta olan "Babadag" 110 km hesaplanmıştır (Şekil 5.17).



Şekil 5.17 : MapAnalyst uygulamasına göre noktaların olması gereken konumu.

5.3 Joan Martines'in Karadeniz, Akdeniz ve Ege Denizi Kıyılarını İçeren Portolan Haritasının Planimetrik Doğruluk Analizi

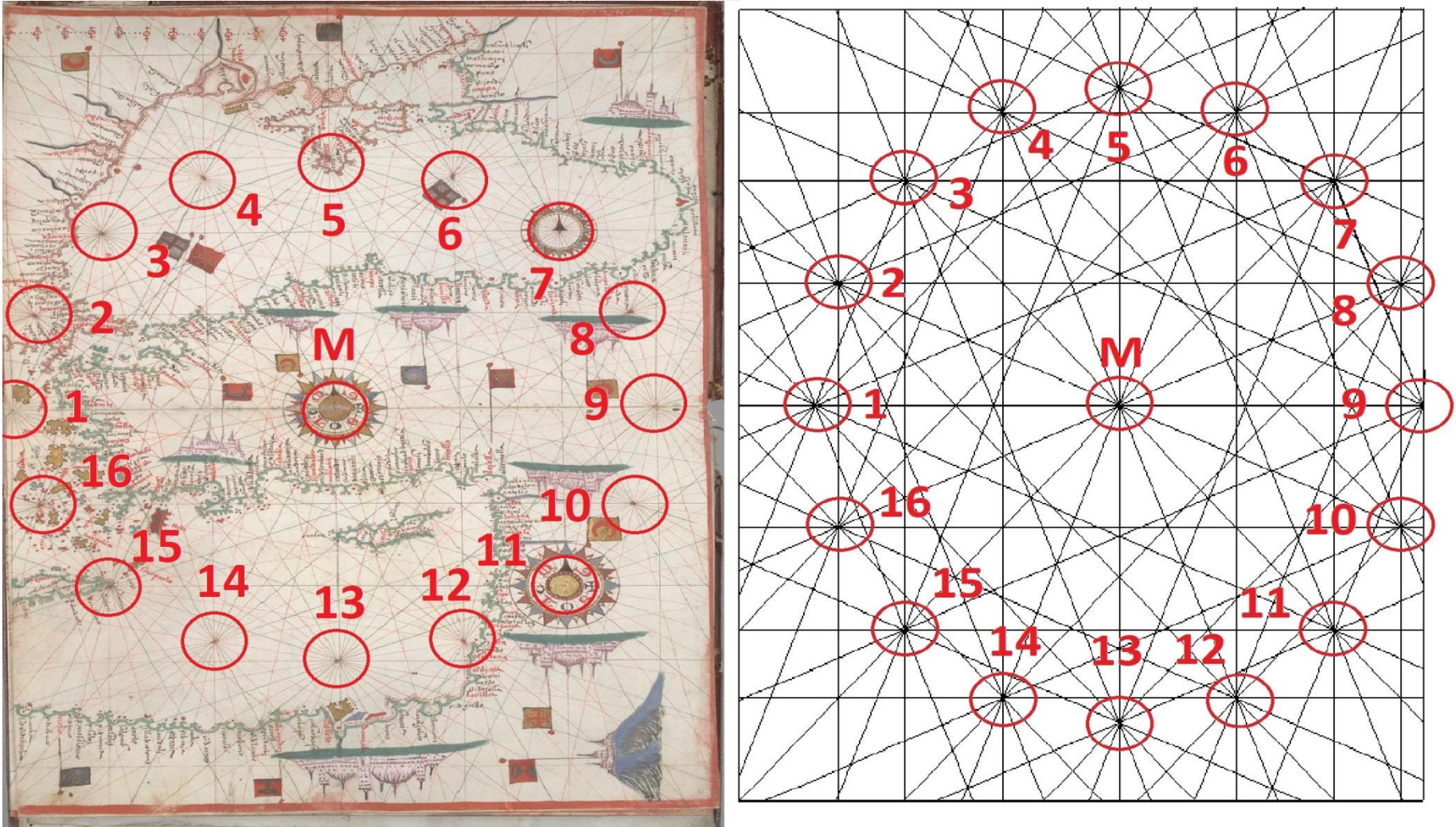
Joan Martines (1556 - 1590) Mallorcalı bir kartografyacıdır. 1587 yılınca kadar Sicilya'da yaşamış ve çalışmıştır. 1591 yılında İspanya Kralı 2. Philip onu Kraliyet kartografyacısı yaptı ve bu nedenle Napoli'ye taşınmıştır. 1591 yılına kadar 30 civarı harita ve atlas üretmiştir [26].

Bu bölümünde Joan Martinese ait 1578 yılında yapılmış olan Karadeniz, Ege denizi ve Akdeniz'i içeren portolan harita dikkate alınmıştır [27]. Bu haritanın 63.2 x 98.7 cm (2985 x 4665 pixels) boyutlarında, ölçeği ise ortalama 1:2.446.200 olduğu MapAnalyst tarafından hesaplanmıştır. Joan Martines'de harita üretiminde pusula gücü yöntemini kullanmıştır (Şekil 5.19).

Link Name	X Old Map [m]	Y Old Map [m]	X New Map [m]	Y New Map [m]
Hatay	0.437638	0.443781	4026920.931761	4418071.017774
Adana	0.402653	0.437551	3935726.963515	4377099.814649
Mersin	0.389235	0.461513	3862375.293404	4413004.686204
Silifke	0.361079	0.437032	3779698.636202	4335492.260698
Antalya	0.241170	0.455111	3414478.653136	4422354.167888
Adrasan	0.226792	0.420126	3388437.219370	4337866.358337
Seydikemer	0.180785	0.405270	3244328.232512	4351963.976617
Rodos	0.149585	0.408625	3140867.642470	4356115.350713
Dağca	0.104357	0.403802	3050701.625557	4397527.104409
İzmir	0.068414	0.471854	2828522.267134	4621184.195360
Ayvacık	0.058829	0.525050	2901501.832098	4793435.217761
Biga	0.074644	0.578246	3036604.007278	4930886.995987
Yalova	0.147062	0.568705	3241802.673347	4927641.788076
Karapaz	0.162877	0.586697	3322556.091022	4973459.047485
İstanbul	0.117948	0.602851	3214488.537931	5013108.598896
Gelibolu	0.065831	0.587395	3040030.511721	4971696.845200
Arsuz	0.421352	0.426354	3984081.435819	4342908.804885
Karapaz	0.391699	0.408023	3847951.309306	4255018.965923
Paralımmi	0.378220	0.380527	3791120.285617	4160520.868393
Baf	0.291957	0.386188	3593313.079131	4172856.284388
Akrotiri	0.328888	0.365431	3670043.737706	4107043.019657
Latakya	0.430953	0.368187	3979802.416305	4239644.152531
Azabdeh	0.441017	0.345542	4005384.289338	4100616.867335
Hayfa	0.412975	0.262030	3891862.798652	3872140.695115
Beyrut	0.419325	0.294768	3948857.518536	4014272.313326
İskenderiye	0.244282	0.188813	3344679.488249	3669874.545988
Dimyat	0.284545	0.190960	357247.755540	3695462.653353
Bardawil	0.339917	0.200694	3683297.033695	3655427.807953
Gazze	0.406451	0.232963	3834761.635509	3703923.850921
İtanos	0.099959	0.331072	2919834.706067	4184693.722830
Matruh	0.213438	0.172482	3206794.669038	3627127.849391
Qism Moursy Matrouh	0.172972	0.173710	3101006.669892	3660947.348144
Bardiyah	0.096653	0.184263	2785179.670619	3753254.760368
Derne	0.044257	0.191891	2568722.489952	3843388.143906
Kefken	0.175959	0.624171	3369169.640192	5040800.970598
Amesra	0.255039	0.662197	3604572.304460	5123261.025861
Sinop	0.323198	0.687188	3892189.216272	5176249.466581
Trabzon	0.324685	0.675893	4424259.436207	5011616.492514
Ordu	0.419478	0.653230	4217503.546243	5008807.882623
Poti	0.603905	0.748188	4649002.179962	5180852.445645
Batum	0.577854	0.714963	4635048.364445	5108696.425051
Rize	0.556423	0.684029	4510865.698383	5016375.858427
Jobria	0.568102	0.780087	4581669.368119	5283035.230582
Pitsunda	0.539554	0.777744	4490342.237005	5334136.151504
Tuapse	0.469391	0.810896	4349861.548026	5480667.316776
Taman	0.375999	0.838572	4076948.117592	5652293.887743
Krasnodar	0.375600	0.853785	40585785.742219	56689740.686298
Rostov	0.420888	0.930187	4363819.964563	5981899.140123
Ataman	0.301917	0.866927	3846907.294311	5784532.484209
Alupka	0.296525	0.778867	3757034.977779	5526076.149083
Olenivka	0.234943	0.831463	3621737.002345	5680268.849016
Biloberezhia	0.199537	0.854193	3518746.068803	5864712.688174
Zatoka	0.116509	0.824241	3384818.695147	5788350.589160
Odessa	0.103889	0.791972	3309631.397655	5700240.474912
Kavarna	0.069823	0.701356	3164115.549714	5370918.951603
Burgaz	0.040243	0.657439	3050203.313121	5229029.034289
Constanta	0.072352	0.746098	3189091.528198	5492554.022076
Anamur	0.303102	0.428699	3651878.821413	4304112.675718

Şekil 5.18 : Bağlantılı kontrol noktaları.

Uygulamada Karadeniz, Ege Denizi ve Akdeniz'in kıyı kesimleri dahilinde tespit edilen 58 adet bağlantılı kontrol noktası çifti seçimi yapılmıştır. Bu noktalar daha önce de açıklandığı gibi şehirlerin eski isimleri ve konumları dikkate alınarak seçilmiştir. Bağlantılı kontrol noktalarının eski ve yeni haritadaki x ve y koordinatları "Show list of link points" seçimi ile görselleştirilebilmektedir (Şekil 5.18).

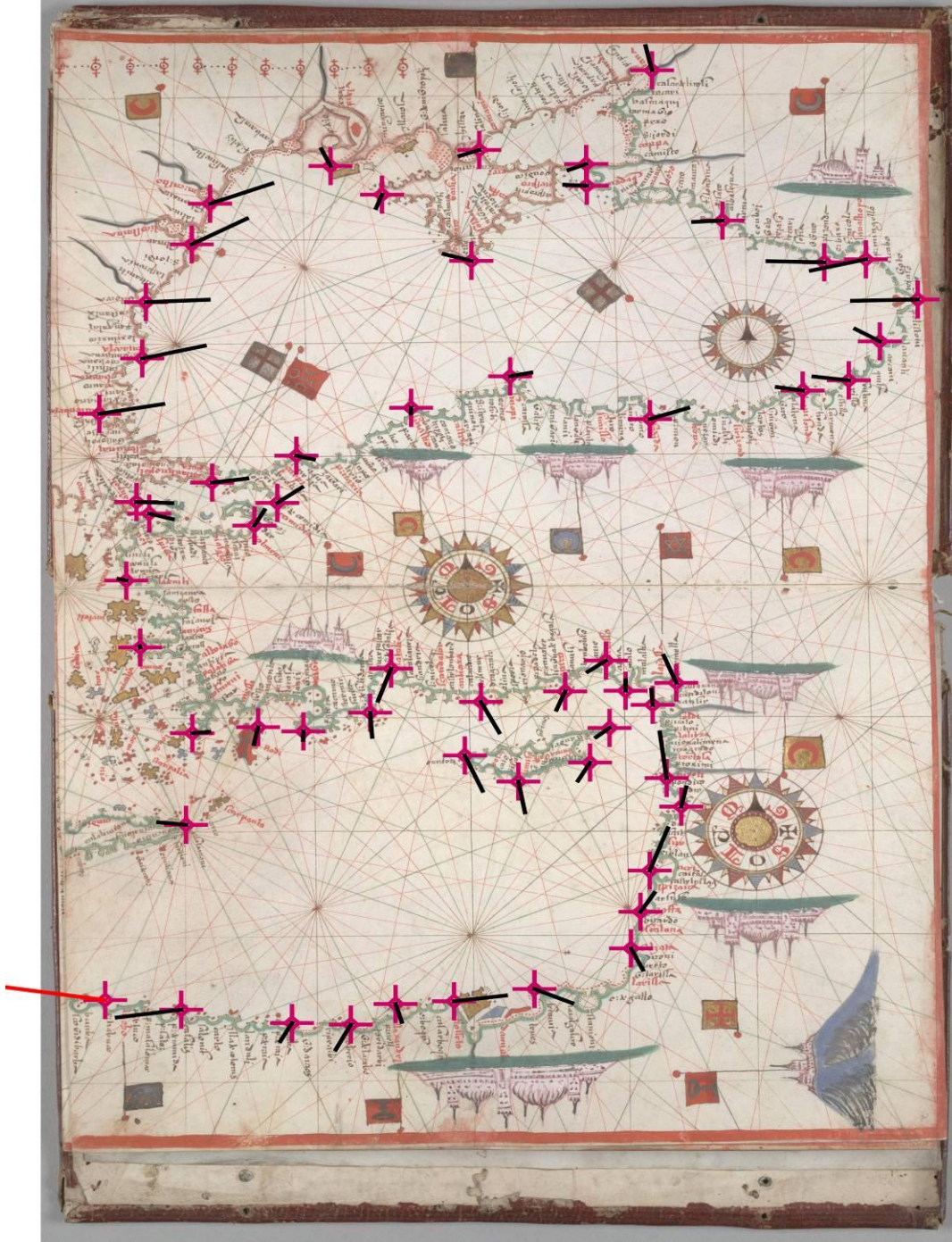


Şekil 5.19 : Joan Martines'e ait portolan haritanın rüzgar gülü yöntemi ile gösterimi [27].



Şekil 5.20 : Eski haritada deformasyon ağı gösterimi.

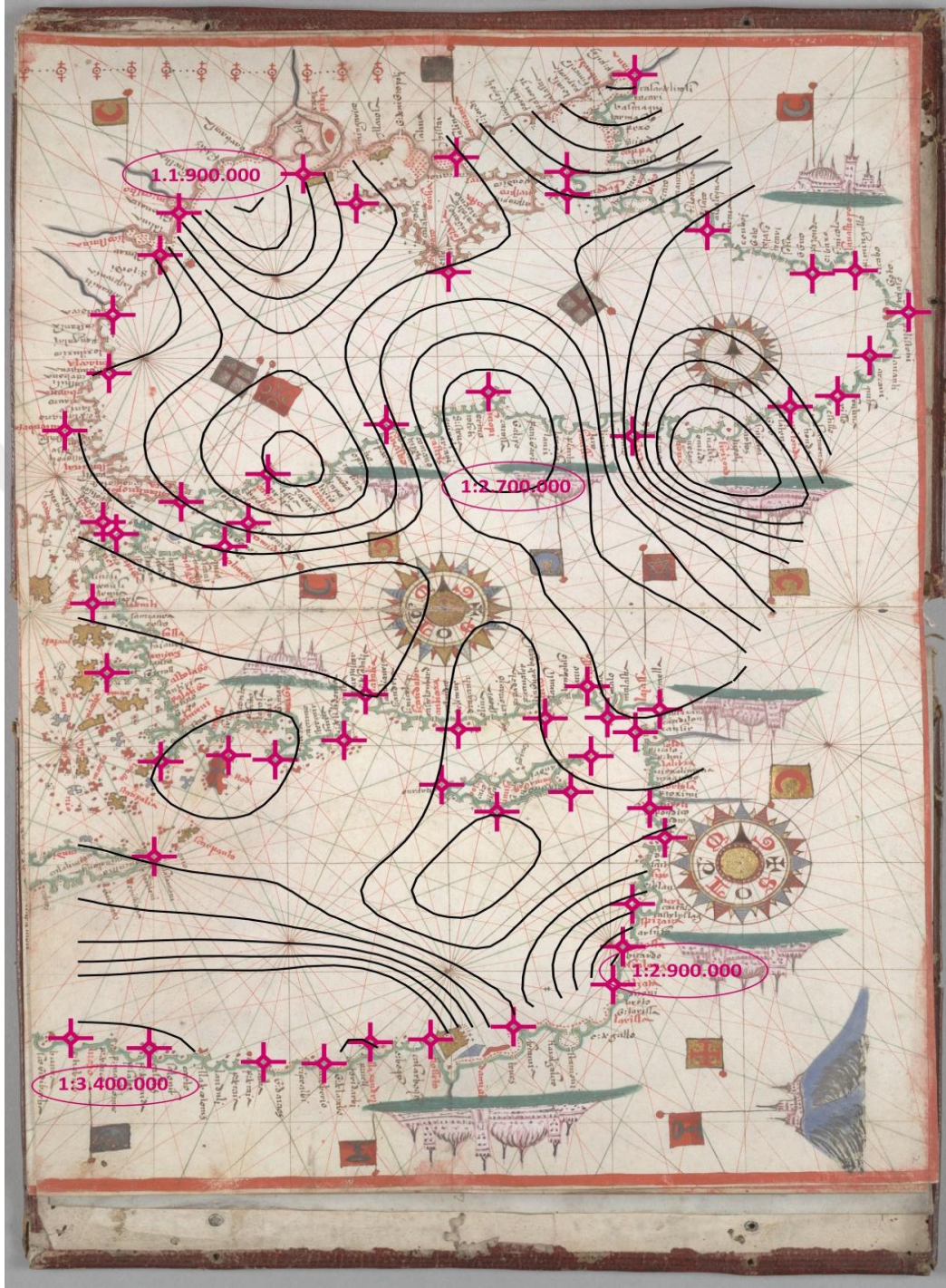
Bağlantılı kontrol noktaları seçimi sonrası uygulamanın hesap yapması için "Compute" seçimi yapılmıştır. Deformasyon ağı gösterimi için grid aralığı "200000 x 200000 m" seçilmiştir. Uygulamanın oluşturduğu deformasyon ağı göre eski haritanın kuzey ve güneybatı kısımlarında orta düzeyde bozunmaların olduğu gözlenmiştir (Şekil 5.20).



Şekil 5.21 : Eski haritada yer değiştirme vektörlerinin gösterimi.

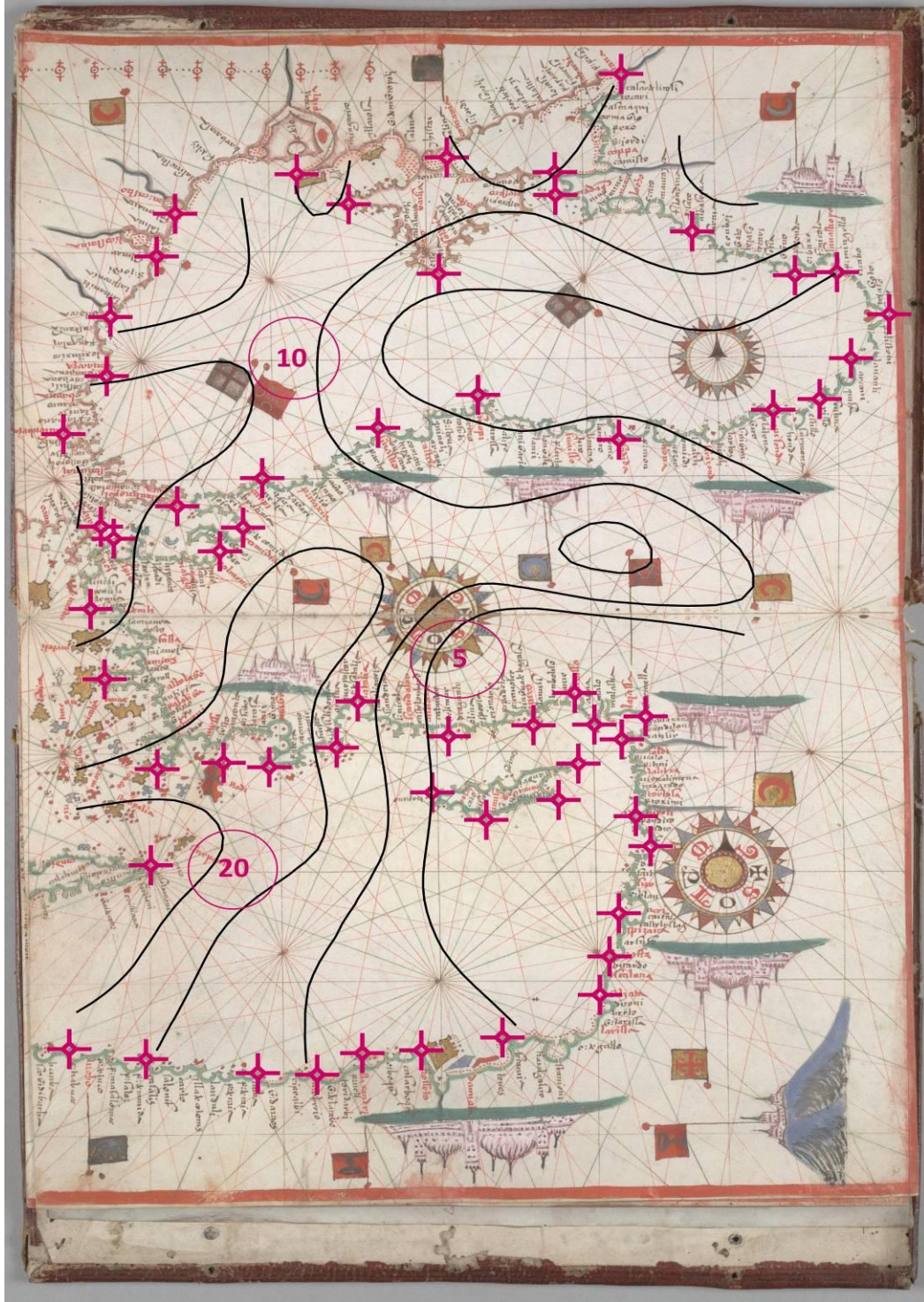
Aynı harita için 2. işlem olarak yer değiştirme vektörlerinin gösterimi sağlanmıştır. Yer değiştirme vektörlerine göre de eski haritanın batı ve doğu bölümünde kayma miktarının fazla olduğu gözlemlenmiş olup diğer bölümlerde ise farklı yönlere kaymalar mevcuttur. Hatta güneybatı bölümünde konumlu "Derne" bağlantı noktasının harita üzerinde ki kayması kırmızı ile işaretlenmiş olup bu ortalamanın üzerinde bir hatanın göstergesidir (Şekil 5.21).

Eş uzunluk ve eş açı deformasyon eğrilerinin gösterimi sırasında etki yarıçapı 500000 m alınmış olup bu değer ile sağlıklı bir gösterim oluşturulabilinmiştir.



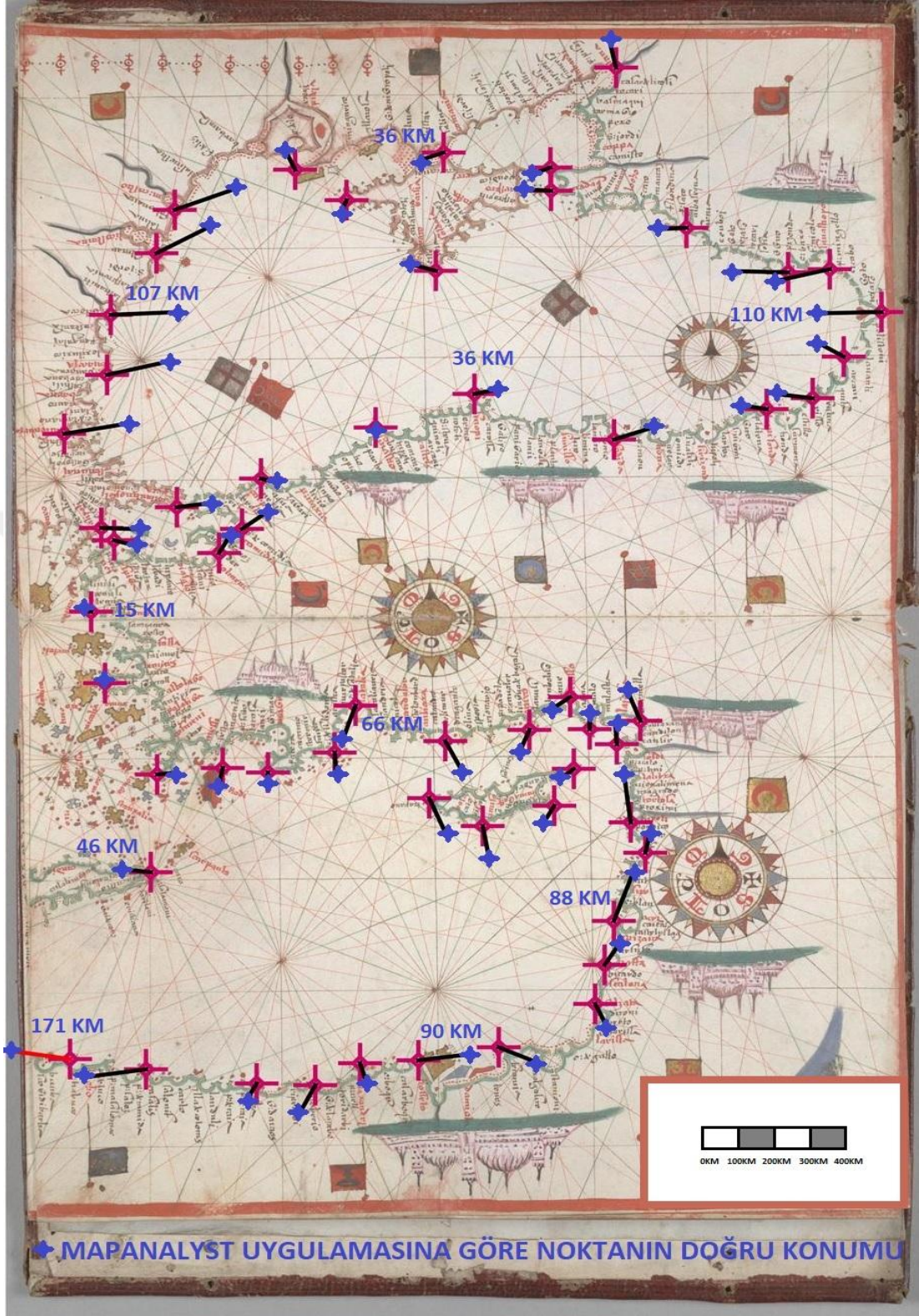
Şekil 5.22 : Eş uzunluk deformasyon eğrilerinin gösterimi.

Eş uzunluk deformasyon eğrilerinin gösterilebilmesi için eğri aralığı 100000 m alınmıştır. Ölçek aralığı ise uygulamaya göre 1:1.900.000 ile 1:3.400.000 arasındadır. Oluşturulan görselleştirmeye göre eski haritanın güney bölümlerinde ciddi ölçek hataları olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 5.22).



Şekil 5.23 : Eş açı deformasyon eğrilerinin gösterimi.

Eş açı deformasyon eğrilerinin gösteriminde 5 derecelik eğri aralığı girilmiştir. Dönüklük aralığı ise uygulamaya göre 0 ile 20 derece arasındadır. Uygulama hesabına göre eski haritanın dönüklüğü ortalama 10 derece hesaplanmıştır. Eski haritanın güneybatı bölümlerinde ciddi açı hataları olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 5.23).



Şekil 5.24 : MapAnalyst uygulamasına göre noktaların olması gereken konumu.

MapAnalyst uygulaması vasıtasıyla yapılan hesaplama göre harita üzerinde ortalama konum hatası yaklaşık 65 km tespit edilmiştir. Hatanın en yüksek olduğu nokta olan "Derne" 171 km hesaplanmıştır (Şekil 5.24).

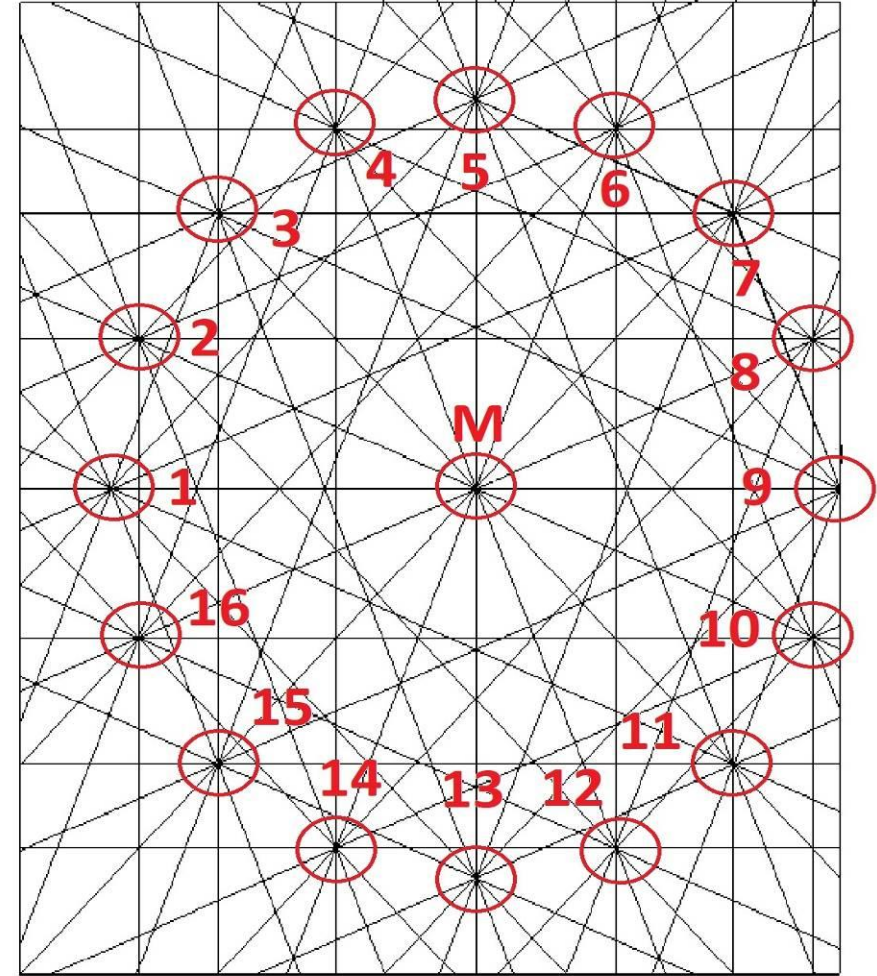
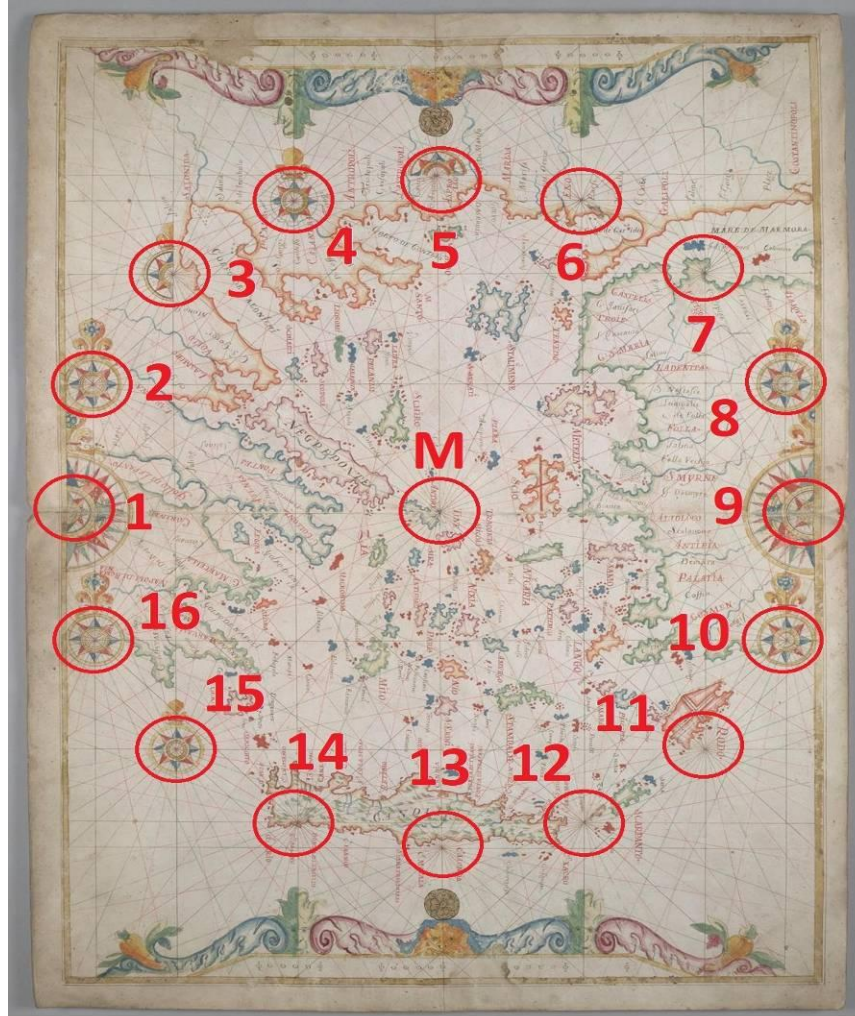
5.4 Jean François Roussin'in Ege Denizi Kıyılarını İçeren Portolan Haritasının Planimetrik Doğruluk Analizi

Jean François Roussin 17. yüzyılda yaşamış Marsilyalı bir kartografyacıdır. 1660 ile 1673 yılları arasında Venedik'te bir çok harita ve atlas üretimi yapmıştır. Jean François kariyeri boyunca haritalarında çağdaş desenler kullanarak çizimlerini gerçekleştirmiştir [28].

Jean François Roussin tarafından 1661 yılında yapılmış genel olarak Ege Denizi kıyılarını içeren portolan harita dikkate alınmıştır [29]. Bu haritanın 138.9 x 184.1 cm (6561 x 8697 pixels) boyutlarında, ölçeği ise ortalama 1:561.000 olduğu MapAnalyst tarafından hesaplanmıştır. Jean François Roussin harita yapımında rüzgar güllü yöntemini kullanmıştır (Şekil 5.26).

Link Name	X Old Map [m]	Y Old Map [m]	X New Map [m]	Y New Map [m]
Seddülbahir	0.928540	1.335192	2914308.405287	4873469.250370
Ayvack	0.916478	1.161053	2901832.197502	4790554.452799
Edremit	1.027598	1.171540	2999533.611707	4799824.968306
Aydın	1.031243	0.900099	3037186.620447	4568903.882379
Bodrum	0.999377	0.719920	3034888.244978	4436209.400815
Datça	1.001164	0.649337	3047113.556802	4396144.865698
Rodos	1.153596	0.604466	3141430.583043	4362227.582459
İtanos	0.882128	0.380268	2927203.538092	4204901.575443
Kissamos	0.433412	0.452906	2626294.178178	4242655.367450
Kandiye	0.691174	0.409747	2796390.859801	4209874.586759
Olimpos	1.013095	0.429150	3024021.112184	4273542.510654
Mani	0.263987	0.597185	2502534.563472	4355664.638603
Böia	0.407218	0.615278	2581290.625114	4362162.663491
Nafplion	0.269553	0.780268	2533266.178729	4521983.271537
Poros	0.425609	0.786225	2617365.060834	4501651.673665
Korint	0.319089	0.922823	2573296.151306	4575550.528555
Atina	0.409626	0.921632	2636832.829193	4570508.542577
Lavreotiki	0.500956	0.824742	2673914.891221	4531982.475019
Maraton	0.535900	0.923220	2678535.708919	4604991.394649
Lamya	0.256085	1.122427	2509455.496884	4702853.253913
Volos	0.332177	1.190770	2553775.018251	4773939.791041
Orei	0.416757	1.101027	2569464.363968	4713432.687731
Kimi	0.536086	1.041341	2686558.546823	4672084.379051
Sipiada	0.435788	1.151004	2597321.619688	4747295.317980
Selanik	0.296707	1.473838	2552072.904160	4959688.877019
Fieria	0.297601	1.363050	2520770.474269	4918005.250701
Melvia	0.368407	1.255836	2542578.166683	4837063.927356
Michaniona	0.375563	1.386842	2541055.866768	4936687.229149
Fallini	0.493498	1.267715	2640403.447277	4855360.837662
Toroni	0.563373	1.287315	2667204.189926	4859981.655361
Agio Oros	0.651527	1.331392	2713874.448677	4888168.643319
Kavala	0.652867	1.473153	2717746.663260	5002446.204546
Thasos	0.693892	1.425726	2744153.681726	4981919.553115
Aristoteli	0.522349	1.413720	2637192.200348	4964935.375281
Eceabat	0.933640	1.384867	2920258.197847	4912712.313596
Gökçeada	0.904963	1.364741	2890627.204358	4897701.876105
Armutlu	1.272490	1.371851	3204666.509419	4941433.329772
Erdek	1.135121	1.370511	3119672.343885	4935715.067870
Karabiga	1.070542	1.361046	3036757.546314	4933895.620902
Gelibolu	0.989461	1.365737	2971164.991551	4926656.696386
İstanbul	1.298953	1.478502	3226330.245104	5013785.056969
Marmara Ereğlisi	1.104311	1.446249	3110552.401145	5008616.645299
Enes	0.899190	1.466873	2899634.535535	4972484.418021
Meriç	0.863027	1.455339	2893662.052482	4983285.974970
Vistonida	0.760643	1.512978	2795233.143324	5024911.924501
Maroneia	0.834963	1.446069	2825689.024973	4999634.384847
Samotraki	0.844890	1.386090	2836416.782728	4933597.003585
Moudros	0.838356	1.320756	2830871.801490	4869136.596697
Fisini	0.820767	1.226274	2821168.084324	4835173.586616
Policnitos	0.913518	1.076956	2908039.457048	4732244.872390
İskiri	0.630766	1.131580	2725990.621314	4718618.373811
Chios	0.860457	1.013645	2894708.227516	4664460.946384
Samos	1.003483	0.853121	3006500.729024	4547929.700060
İkaria	0.893589	0.855802	2933787.830528	4535258.551528
Kos	0.941165	0.644724	3001654.285462	4393967.122871
Anatoliko	0.830098	0.604519	2936706.526706	4388812.023126
Milos	0.578438	0.655655	2710902.000283	4403440.417534
Santorini	0.726360	0.556882	2836941.070384	4357169.566702
Andros	0.697623	0.915941	2777767.979996	4564945.266249
Tinos	0.731798	0.872385	2810664.230991	4524446.326135
Mikanos	0.765972	0.824139	2819290.359030	4501492.053218
İzmir	1.039582	0.978723	3024864.439919	4642220.856522

Şekil 5.25 : Bağlantılı kontrol noktaları.



Şekil 5.26 : Jean François Roussin'e ait portolan haritanın rüzgar gülü yöntemi ile gösterimi [29].

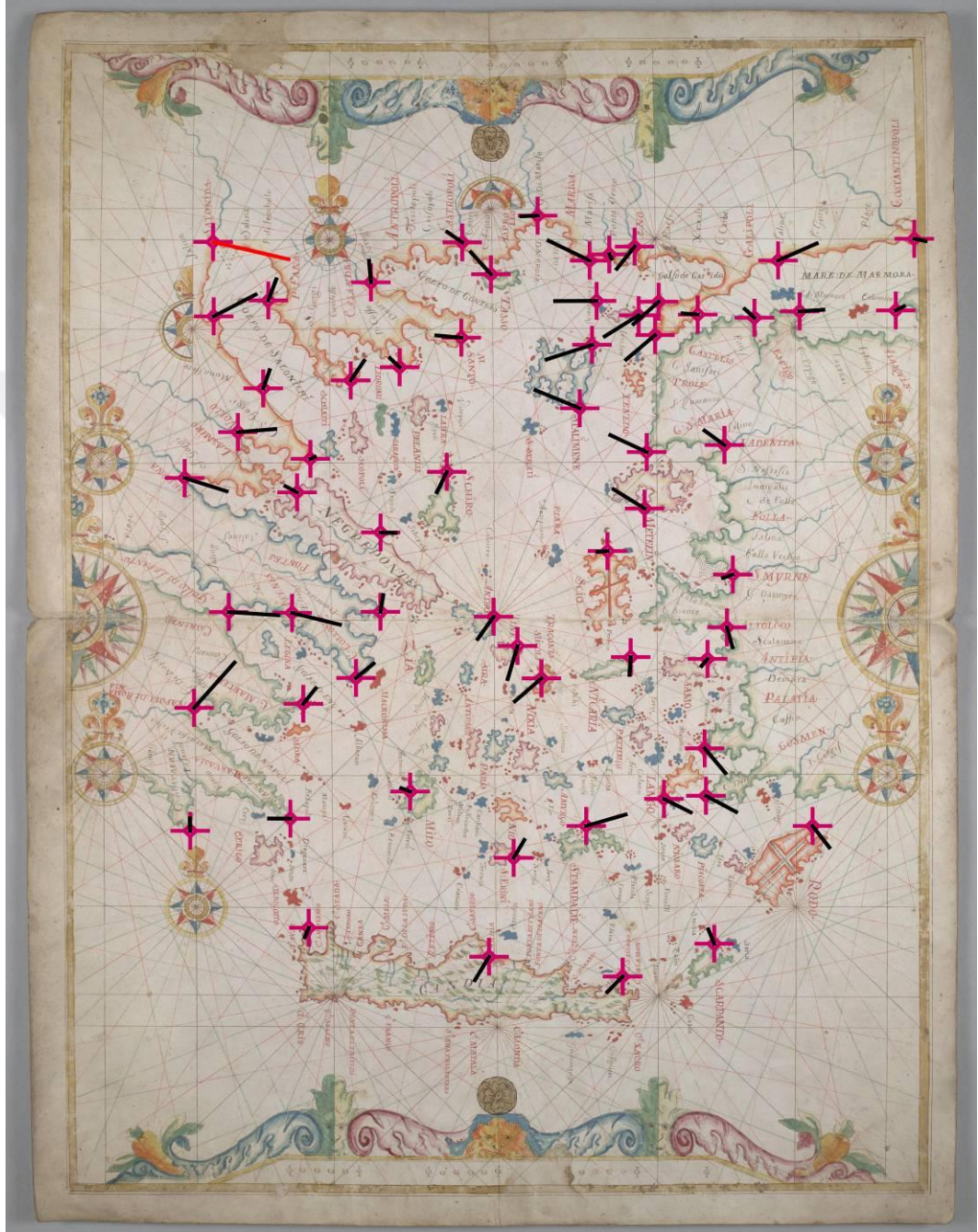
Uygulamada Ege Denizi kıyıları ile Marmara Denizi'nin bir bölümü dahilinde tespit edilen 62 adet bağlantılı kontrol noktası çifti seçimi yapılmıştır. Bu noktalar daha önce de açıklandığı gibi şehirlerin eski isimleri ve konumları dikkate alınarak seçilmiştir. Bağlantılı kontrol noktalarının eski ve yeni haritadaki x ve y koordinatları "Show list of link points" seçimi ile görselleştirilmiştir. (Şekil 5.25).



Şekil 5.27 : Eski haritada deformasyon ağı gösterimi.

Bağlantılı kontrol noktaları seçimi sonrası uygulamanın hesap yapması için "Compute" seçimi yapılmıştır. Deformasyon ağı gösterimi için grid aralığı "100000 x

100000 m" seçilmiştir. Uygulamanın oluşturduğu deformasyon ağına göre eski haritanın orta ve güneydoğu kısımlarında orta düzeyde bozunmaların olduğu gözlenmiştir (Şekil 5.27).

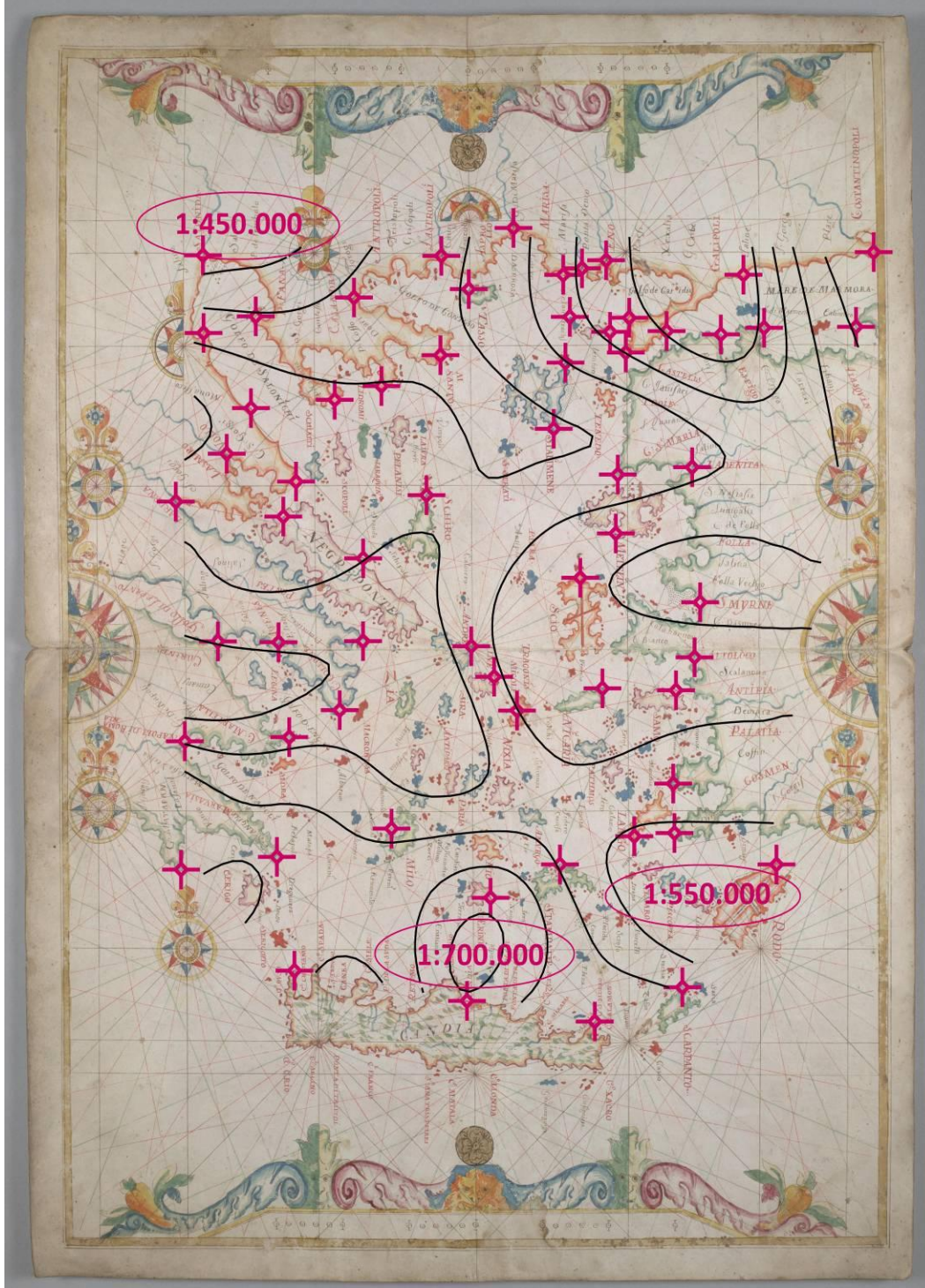


Şekil 5.28 : Eski haritada yer değiştirme vektörlerinin gösterimi.

Aynı harita sonraki işlem olarak yer değiştirme vektörlerinin gösterimi sağlanmıştır. Yer değiştirme vektörlerine göre de eski haritanın kuzey ve batı bölümünde kayma miktarının fazla olduğu gözlemlenmiş olup diğer bölümlerde ise farklı yönlere

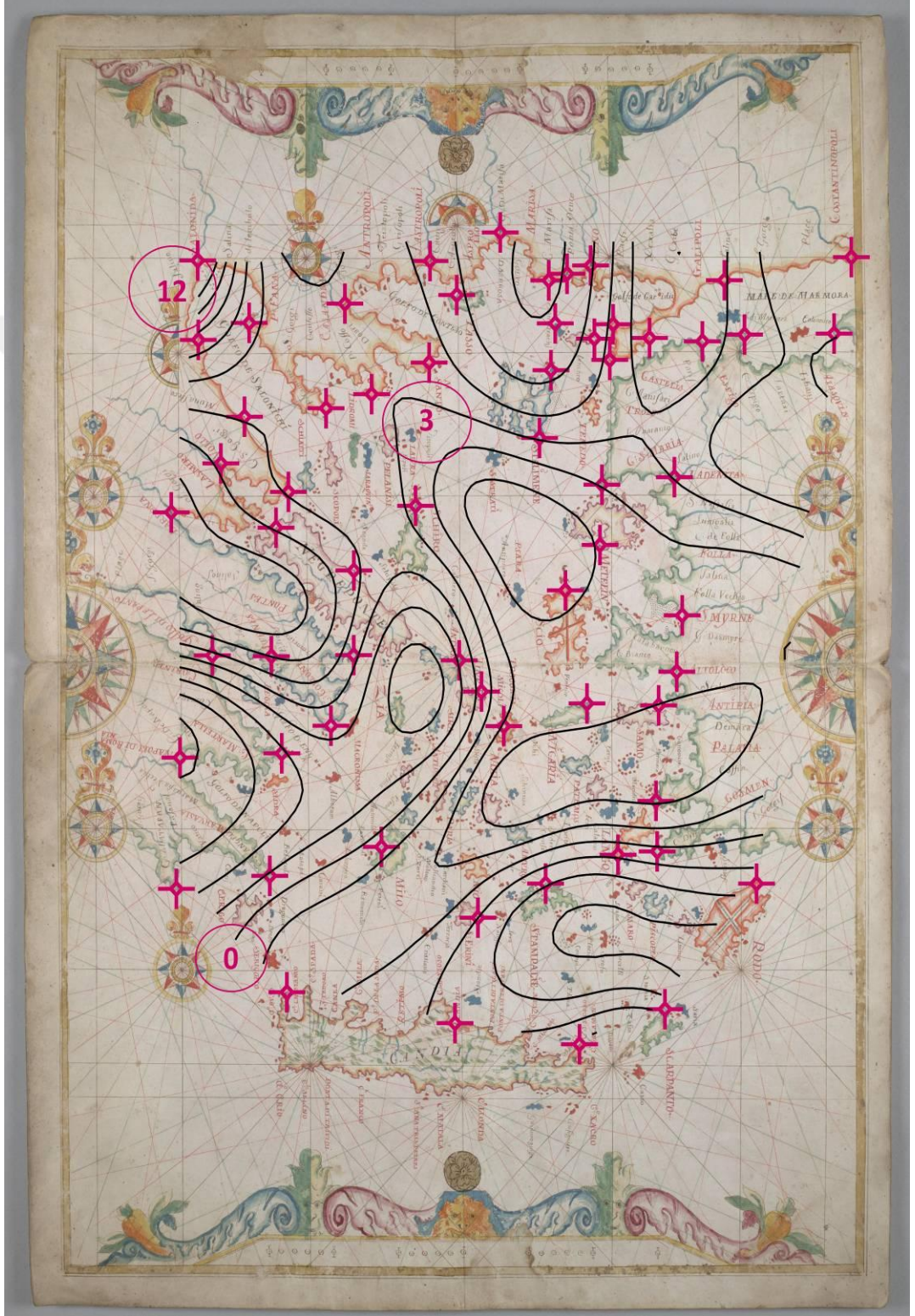
kaymalar mevcuttur. Hatta Kuzeybatı bölümünde konumlu "Selanik" bağlantı noktasının harita üzerinde ki kayması kırmızı ile işaretlenmiş olup bu ortalamanın üzerinde bir hatanın göstergesidir (Şekil 5.28).

Eş uzunluk ve eş açı deformasyon eğrilerinin gösterimi sırasında etki yarıçapı 200000 m alınmış olup bu değer ile sağlıklı bir gösterim oluşturulabilmiştir.



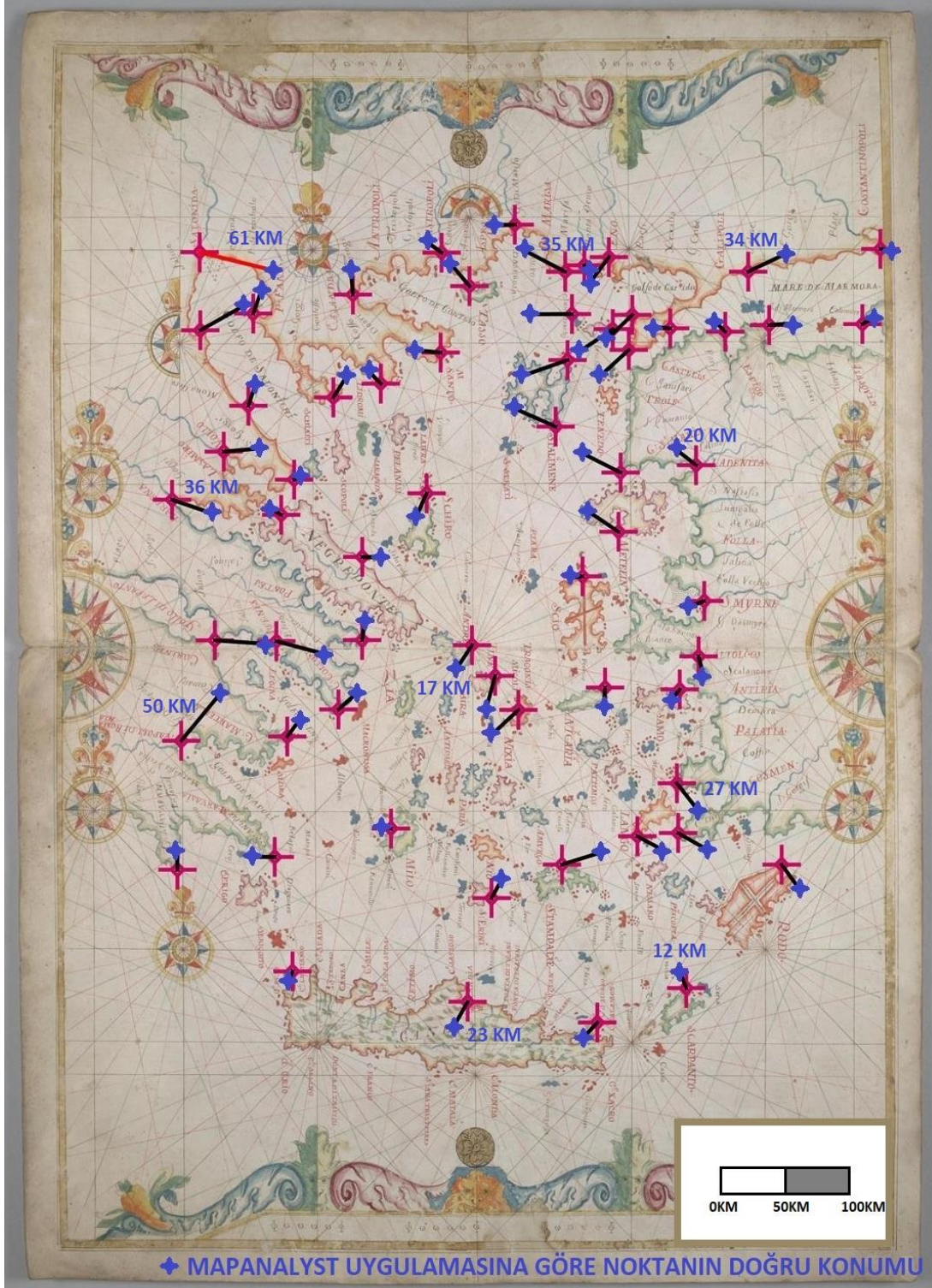
Şekil 5.29 : Eş uzunluk deformasyon eğrilerinin gösterimi.

Eş uzunluk deformasyon eğrilerinin gösterilebilmesi için eğri aralığı 50000 m alınmıştır. Ölçek aralığı ise uygulamaya göre 1:450.000 ile 1:700.000 arasındadır. Oluşturulan görselleştirmeye göre eski haritanın güney ve kuzeydoğu bölümlerinde orta düzeyde ölçek hataları olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 5.29).



Şekil 5.30 : Eş açı deformasyon eğrilerinin gösterimi.

Eş açı deformasyon eğrilerinin gösteriminde 3 derecelik eğri aralığı girilmiştir. Dönüklük aralığı ise uygulamaya göre 0 ile 12 derece arasındadır. Uygulama hesabına göre eski haritanın dönüklüğü ortalama 3 derece hesaplanmıştır. Eski haritanın batı bölümlerinde ciddi açı hataları olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 5.30).



Şekil 5.31 : MapAnalyst uygulamasına göre noktaların olması gereken konumu.

MapAnalyst uygulaması vasıtasıyla yapılan hesaplama göre harita üzerinde ortalama konum hatası yaklaşık 25 km tespit edilmiştir. Hatanın en yüksek olduğu nokta olan "Selanik" 61 km hesaplanmıştır (Şekil 5.31).





6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Haritalar tarihsel dönem boyunca sadece grafik birer çizimden ibaret olmayıp çok değerli bilgi iletişim araçlarıdır. Görsel olarak zenginliğin yanında tarihsel bilgi barındırması ile tarihi araştırmalar içinde önemli bir bilgi kaynağıdır. Haritalar tarih ve coğrafya gibi farklı bilim dalları araştırmalarına katkı sağlayabilecek önemli veriler barındırmaktadır. Özellikle eski portolan haritalar, üzerlerinde buldukları bilgiler ve yapım yöntemleri ile ilgili yıllar yılı pek çok araştırmaya ev sahipliği yapmıştır. Bu merak neticesinde 4 ayrı portolan harita çalışmada ele alınmıştır. Günümüz de yazılım sektörünün ilerlemesi ile birlikte bir çok analiz programı ortaya çıkmıştır. MapAnalyst uygulaması da bu analiz programlarından biri olup bu çalışmada eski portolan haritaların analizinde kullanılmıştır.

Çalışmada Diego Homem, Battista Agnese, Joan Martines ve Jean François Roussin tarafından çizilen 4 ayrı portolan harita dikkate alınmıştır. Haritalarda modern bir projeksiyondan söz etmek mümkün değildir. Ancak 4 portolan haritanın yapımında döneminin en önemli portolan harita çizim tekniği olan pusula gülü yöntemi dikkate alındığı tespit edilmiştir. Bu yöntem genel olarak pusula ve rüzgar yönü dikkate alınarak geminin hızı ve kat edilen mesafe vasıtasıyla uzunluk hesaplamasına dayanmaktadır.

Portolan haritalar üzerinde şehirlerin tarihi isimleri bulunmakta olup bu yerlerin tespitinde Google Earth'e eklenen bölgelerin tarihi isimleri eklentisinden yararlanılmıştır. Elde edilen konum bilgileri ile OpenStreetMap üzerinde konum tespiti yapılması ile nokta çifti seçimi yapılmıştır. Nokta seçimi bölge genelinde yapıldığı için konum mesafesi kabaca dikkate alınmıştır.

MapAnalyst uygulamasında portolan haritaların planimetrik doğruluğu hakkında ilk olarak Diego Homem'in 1574 yılında çizdiği harita dikkate alınmıştır. 53 adet nokta çifti seçimi yapılmış olup haritanın ortalama ölçeği 1:1.742.000, ortalama dönüklüğü 8 derece, ortalama konum hatası ise 20 km tespit edilmiştir. İkinci olarak Battista Agnese'ye ait 1553 yılında çizilmiş portolan harita dikkate alınmıştır. Haritada 41 adet nokta çifti seçimi yapılmış olup ortalama ölçeği 1:1.316.100, ortalama

dönüklüğü 10 derece, ortalama konum hatası ise 46 km tespit edilmiştir. Üçüncü olarak Joan Martines'e ait olan 1578 yılında çizilmiş portolan harita dikkate alınmıştır. 58 adet nokta çifti seçimi yapılmış olup haritanın ortalama ölçeği 1:2.446.200, ortalama dönüklüğü 10 derece, ortalama konum hatası ise 65 km tespit edilmiştir. Son olarak Jean François Roussin'e ait 1661 yılında çizilmiş portolan haritası dikkate alınmıştır. Harita üzerinde 62 adet nokta çifti seçimi yapılmıştır. Haritanın ortalama ölçeği 1:561.000, ortalama dönüklüğü 3 derece, ortalama konum hatası ise 25 km tespit edilmiştir.

Elde edilen istatistiksel veriler neticesinde farklı dönemlerde yapılan 4 farklı portolan haritanın zamani şartları göz önüne alınınca iyi birer eser olabileceği tespit edilmiştir. Her ne kadar günümüz teknolojileri ile üretilen haritalar kadar olmasada döneminde bu haritaları kullananlar için önemli bir kaynak olduğu düşünülmektedir. Haritaların merkezinde bulunan pusula gülü dikkate alınınca merkezden uzaklaştıkça hatalarında buna paralel bir şekilde arttığı tespit edilmiştir. Hatta bazı kısımlarda sistematik olarak belli bir yöne doğru kaydığı belirlenmiştir. Ayrıca harita ölçeği küçüldükçe deformasyon miktarıda artmaktadır. Döneminde kullanılan pusula gülü yöntemi ve "knot" hesabı her ne kadar modern bir yöntem olarak düşünülmesede de genel coğrafyayı kısmende olsa uygun olarak aktardığı düşünülmektedir.

MapAnalyst, geçmiş dönemde çizilmiş haritaların güncel dönemde hazırlanan haritalar ile karşılaştırması sonucunda, eski haritalar hakkında yorum yapılabilmesi noktasında çok önemli bir yol gösterici olabileceği bu çalışma ile tespit edilmiştir. Eski haritaların kayma vektörleri, ölçeği, dönüklüğü, konum hatası gibi istatistiksel veriler bu uygulama sayesinde elde edilebilmektedir. Ayrıca bu programın geniş alanların analizi için çok anlamlı sonuçlar üretmeyeceği anlaşılmıştır. Büyük alanları kapsayan haritaların küçük ölçekli olmaları nedeniyle deformasyonlarının giderek artabileceği, anlamlı hesap ve analizin yapılamayacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] **Nicolai, R.** (2018). Analysing MapAnalyst and its application to portolan charts.
- [2] **Göksöz, T., Karahan, B., Kuzucu, B.,** (2016). 1878 tarihli Davutpaşa haritasının planimetrik doğruluk analizi. 6. Uzaktan Algılama-CBS Sempozyumu
- [3] **Çelik, G.** (2016). Eski haritaların modern haritalar ile karşılaştırılması: MapAnalyst (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Fakültesi, İstanbul
- [4] **Gaspar, J.A.** (2007). The Myth of the Square Chart. e-Perimetron, Vol. 2, No 2, Spring 2007 [66-79]
- [5] **Önder, M.** (2002). Geçmişten Günümüze Resimlerle Türk Haritacılık Tarihi. Erişim: 03 Mart 2019
https://www.harita.gov.tr/images/kurumsal/ResHaritaTarihi-tur_eng.pdf
- [6] **Ülkekul, C.** (1999). 8200 yıllık bir harita Çatalhöyük şehir planı.
- [7] **Url-1** <[https://dunyasozluk.com/catalhoyuk-haritasi.html/1275342 - catalhoyuk/](https://dunyasozluk.com/catalhoyuk-haritasi.html/1275342-catalhoyuk/)>, Erişim tarihi 10.03.2019
- [8] **Url-2** <https://www.hkmo.org.tr/resimler/ekler/584e7c6652b0555_ek.pdf/>, Erişim tarihi 10.03.2019
- [9] **Url-3** <<http://bugraderci.blogspot.com/2014/03/efsaneler-ve-gercekler-piri-reisin.html - piri reis/>>, Erişim tarihi 10.03.2019
- [10] **Köktürk, E.** (2004). Haritacılığın 5000 Yıllık Yürüyüşü (Tarihsel Süreç - Gelişme Dinamikleri). Erişim: 03 Mart 2019
https://www.hkmo.org.tr/resimler/ekler/DE48_359_ek.pdf
- [11] **Şerbetçi, M.** (1999). Türk Haritacılık Tarihi (Türk Haritacılığının 100. kuruluş yılı Anısına), İstanbul.
- [12] **Sezgin, F.** (2008). İslam ve Bilim. Cilt 1, İBB Yayınları, İstanbul.
- [13] **Bakunin, A. M.** (2006), Devlet ve Anarşi. (Murat Uyurkulak, Çev), 1. Basım, İstanbul.

- [14] **Url-4** <<http://www.myoldmaps.com/late-medieval-maps-1300/235-catalan-atlas/235-catalan-atlas.pdf> - katalan/>, Erişim tarihi 10.03.2019
- [15] **Hillendhrend, B.** (1995). Haritaların Gizemli Yeri. (Göktepeli M., Çev) Sayı 88, Ankara.
- [16] **Rehmayer, J.** (2014). The Mapmaker's Mystery, Science for the Curious Discover. June 2014, pp. 44-49, Waukesha, Wisconsin.
- [17] **Campbell, T.** (1987). Portolan Charts from the Late Thirteenth Century to 1500. Chapter 19 of The History of Cartography, Volume I. U. of Chicago Press.
- [18] **Tanrıkulu, M.** (2017). Portolan Haritaların Kaynağı, Genel Özellikleri ve Etkileri. Erişim: 24 Şubat 2019
<https://www.harita.gov.tr/images/dergi/makaleler/-56d326d8139f904.pdf>
- [19] **Uçar, D.** (t.y.). 1513 Tarihli Piri Reis Haritası. İTÜ Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Bölümü
- [20] **Özdemir, K.** (2014). Piri Reis Üzerine Yeni Bilgiler. Uluslararası Piri Reis ve Türk Denizcilik Tarihi Sempozyumu Bildiriler Kitabı, TTK Yay., 1. Cilt, Ankara, 62-85.
- [21] **Url-5** <<http://mapanalyst.org/>>, Erişim tarihi 24.03.2019
- [22] **Url-6** <https://en.wikipedia.org/wiki/Diogo_Homem/>, Erişim tarihi 25.03.2019
- [23] **Url-7** <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:1574_Portolan_chart_of_the_Aegean_Sea_and_the_Sea_of_Marmara_by_Diogo_Homem.jpg/>, Erişim tarihi 25.03.2019
- [24] **Url-8** <https://en.wikipedia.org/wiki/Battista_Agnese/>, Erişim tarihi 26.03.2019
- [25] **Url-9** <<https://www.alamy.com/battista-agnese-black-sea-hm-27-portolan-atlas-venice-1553a-image218114168.html/>>, Erişim tarihi 26.03.2019
- [26] **Url-10** <<http://www.danstopicals.com/joanmartines.htm/>>, Erişim tarihi 27.03.2019
- [27] **Url-10** <[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Black_Sea_and_eastern_Mediterranean._HM_33._Joan_Martines,_Portolan_Atlas_\(Italy,_ca._1578\).A.jpg/](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Black_Sea_and_eastern_Mediterranean._HM_33._Joan_Martines,_Portolan_Atlas_(Italy,_ca._1578).A.jpg/)>, Erişim tarihi 27.03.2019
- [28] **Url-11** <https://fr.wikipedia.org/wiki/Jean-François_Roussin/>, Erişim tarihi 28.03.2019

[29] **Url-12** <<https://www.alamy.com/aegean-sea-by-jean-francois-roussin-venice-1661-image213984222.html/>>, Erişim tarihi 28.03.2019





ÖZGEÇMİŞ



Ad-Soyad : Harun Atilla Tulga
Doğum Tarihi ve Yeri : 21.09.1989, İstanbul
E-posta : harunatillatulga@hotmail.com

ÖĞRENİM DURUMU:

- **Lisans** : 2011, İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü