

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**MERSİN İLİ TOROSLAR İLÇESİ ÖRNEĞİNDE LOKAL DATUM DÖNÜŞÜM
PARAMETRELERİNİN BELİRLENMESİ ÜZERİNE BİR ÇALIŞMA**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Ahmet İLVAN

Geomatik Mühendisliği Anabilim Dalı

Geomatik Mühendisliği Programı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Rahmi Nurhan Çelik

EYLÜL 2014

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**MERSİN İLİ TOROSLAR İLÇESİ ÖRNEĞİNDE LOKAL DATUM DÖNÜŞÜM
PARAMETRELERİNİN BELİRLENMESİ ÜZERİNE BİR ÇALIŞMA**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Ahmet İLVAN
(501021415)**

Geomatik Mühendisliği Anabilim Dalı

Geomatik Mühendisliği Programı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Rahmi Nurhan ÇELİK

EYLÜL 2014

İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün **501021415** numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi **Ahmet İLVAN**, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “ **MERSİN İLİ TOROSLAR İLÇESİ ÖRNEĞİNDE LOKAL DATUM DÖNÜŞÜM PARAMETRELERİNİN BELİRLENMESİ ÜZERİNE BİR ÇALIŞMA**” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Prof. Dr. Rahmi Nurhan ÇELİK**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Prof. Dr. Şenol Hakan KUTOĞLU**
Bülent Ecevit Üniversitesi

Doç. Dr. MustafaTevfik ÖZLÜDEMİR
İstanbul Teknik Üniversitesi

Teslim Tarihi : **27 Ağustos 2014**
Savunma Tarihi : **19 Eylül 2014**

Eşime ve kızıma,

ÖNSÖZ

Bana tez çalışmalarında maddi manevi yardımlarını esirgemeyen değerli hocam Prof. Dr. Rahmi Nurhan Çelik'e sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

Uygulama çalışmalarımı gerçekleştirdiğim Toroslar Belediyesi'nde Harita Birimi çalışanlarına da çok teşekkür ediyorum.

Çalışmalarım süresince hayatımın her anında olduğu gibi tez çalışmalarım sırasında da maddi manevi desteğini esirgemeyen ve gösterdiği sabırdan dolayı çok kıymetli eşim Cemile'ye ve kızım Fatma Hifa'ya da çok teşekkür ediyorum.

Ağustos 2014

Ahmet İLVAN

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	vii
İÇİNDEKİLER	ix
KISALTMALAR	xi
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xiii
ŞEKİL LİSTESİ.....	xv
ÖZET.....	xvii
SUMMARY	xix
1. GİRİŞ	1
2. KOORDİNAT SİSTEMLERİ.....	3
2.1 Kartezyen Koordinat Sistemi	4
2.2 Coğrafi Koordinat Sistemi	5
2.3 Yerel Koordinat Sistemi.....	7
2.4 Datum	7
2.4.1 ED50 Datumu	8
2.4.2 WGS84 Datumu	9
2.4.3 ITRF96 Datumu	11
2.5 Datum Dönüşümleri	11
2.5.1 İki boyutlu benzerlik dönüşümü	13
2.5.2 Afin dönüşümü.....	17
2.5.3 Polinomlarla dönüşüm	20
3. TÜRKİYE’DE KULLANILAN TEMEL JEODEZİK AĞLAR	23
3.1 Ülke Temel Yatay Kontrol Ağı.....	23
3.2 Türkiye Ulusal Temel GPS Ağı –TUTGA.....	24
3.3 Türkiye Ulusal Sabit GNSS Ağı Aktif -TUSAGA-Aktif.....	25
4. ÇALIŞMA ALANININ JEODEZİK ALTYAPISI VE SORUNLAR	27
4.1 Bölgenin Ulusal Yatay Kontrol Ağı Altyapısı	27
4.2 Bölgenin Kadastral Altyapısı	27
4.3 Bölgenin TUTGA Altyapısı	28
4.4 Bölgenin Jeodezik Altyapısı Sorunları.....	29
5. UYGULAMA: Bölgesel Dönüşüm Parametrelerinin Belirlenmesi	31
5.1 İki Boyutlu Helmert Benzerlik Dönüşümü	32
5.2 Polinomlarla Dönüşüm.....	37
5.3 Dönüşüm Sonuçlarının Karşılaştırılması	41
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	45
KAYNAKLAR	47
EKLER.....	51
ÖZGEÇMİŞ.....	67

KISALTMALAR

ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
BÖHHBÜY	: Büyük Ölçekli Harita ve Harita Bilgileri Üretim Yönetmeliği
CTP	: Conventional Terrestrial Pole
DPT	: Devlet Planlama Teşkilatı
ED50	: European Datum 1950
EKK	: En Küçük Kareler
GPS	: Global Positioning System
GRS	: Geodetic Reference System
GRS80	: Geodetic Reference System 1980
ITRF	: Uluslararası Yersel Referans Ağı
IUGG	: Uluslararası Jeodezi ve Jeofizik Birliği
NNSS	: Navy NavigationSatellite System
TUD54	: Türkiye Ulusal Datumu 1954
WGS84	: World Geodetic Reference System 1984
UTM	: Universal Transversal Merkator

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge 2.1 : Referans elipsoitleri ve parametreler	9
Çizelge 2.2 : WGS84'ün parametreleri	11
Çizelge 2.3 : GRS80 temel elipsoit parametreleri	12
Çizelge 2.4 : GRS80 türetilmiş elipsoit geometrik parametreleri	12
Çizelge 2.5 : GRS80 türetilmiş fiziksel parametreleri	12
Çizelge 5.1: İmar- ED50 Datum dönüşümünde kullanılacak olan ortak noktalar	33
Çizelge 5.2 : Pope (Tau) istatistik uyuşum testi sonuçları	34
Çizelge 5.3 : Dönüşüm sonrası düzeltme değerleri	35
Çizelge 5.4 : İki boyutlu Helmert dönüşüm parametreleri	35
Çizelge 5.5 : Orta bölüm için kullanılacak olan ortak noktalar	35
Çizelge 5.6 : Orta bölümde kullanılan noktaların uyuşum testi sonuçları	36
Çizelge 5.7 : Orta bölüm için dönüşüm sonrası düzeltme değerleri	36
Çizelge 5.8 : Orta bölüm için iki boyutlu Helmert dönüşüm parametreleri	36
Çizelge 5.9 : Dönüşümde kullanılacak olan ortak noktaların coğrafi koordinatları	37
Çizelge 5.10 : Pope (Tau) istatistik uyuşum testi sonuçları	38
Çizelge 5.11: Polinomlarla dönüşüm sonrası hesaplanan koordinatlar ve düzeltme değerleri	39
Çizelge 5.12 : İmar koordinat sisteminden ED50'koordinat sistemine dönüşüm için polinom katsayıları	40
Çizelge 5.13 : Kontrol için kullanılan noktaların koordinatları	40
Çizelge 5.14 : Kontrol noktalarının düzeltme değerleri	41
Çizelge 5.15 : Dönüşüm yöntemlerinin ortalama hata miktarı	41
Çizelge A.1 : İstatistik güven aralığı 0.05' e göre Pope uyuşum testi	55

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1 : Dik koordinat sistemi.	3
Şekil 2.2 : Kutupsal koordinat sistemi.	4
Şekil 2.3 : Kartezyen koordinat sistemi.	5
Şekil 2.4 : Coğrafi koordinatlar.	6
Şekil 2.5 : Coğrafi ve Kartezyen koordinatlar arasındaki ilişki.	6
Şekil 2.6 : WGS84 referans sistemi.	10
Şekil 2.7 : İki boyutlu benzerlik dönüşümü.	14
Şekil 3.1 : Türkiye Ulusal Nirengi Ağı (Ayan vd., 2003).	24
Şekil 3.2 : TUTGA-99A Nokta dağılımı.	24
Şekil 3.3 : Yıllara göre gerçekleştirilen TUTGA çalışmaları.	25
Şekil 3.4 : 146 Adet GNSS istasyonlarının dağılımı (HGK).	26
Şekil 4.1 : Bölgedeki ülke nirengi (ED50) noktaları dağılımı.	27
Şekil 4.2 : Bölgenin TUTGA nokta dağılımı (HGK).	28
Şekil 4.3 : Bölgedeki C2,C3 nokta dağılımı.	28
Şekil 5.1 : Kontrol noktaları dağılımı.	32
Şekil 5.2 : İki kısımdan oluşan Helmert Benzerlik dönüşümü nokta dağılımı.	42
Şekil 5.3 : Polinomal dönüşüm noktalarının dağılımı.	43

MERSİN İLİ TOROSLAR İLÇESİ ÖRNEĞİNDE LOKAL DATUM DÖNÜŞÜM PARAMETRELERİNİN BELİRLENMESİ ÜZERİNE BİR ÇALIŞMA

ÖZET

Jeodezik çalışmaların anlamlı olabilmesi için koordinat sistemi ya da daha kapsamlı olarak datumlardan bahsetmek gerekmektedir. Bunun nedeni tüm jeodezik bilgilerin bu tanımlamalardan referans edilmesinden dolayıdır. Bu kapsamda çok çeşitli datumlar tanımlanmıştır.

Ülkemizde yaygın olarak ED50 datumu, son yıllarda sıkça kullanılan ve bir bütünsellik imkanı verdiği için ilerleyen dönemlerde kullanılmak zorunda olunan ITRF96 datumudur. Bunların yanında bir diğer kullanılan koordinat sistemi de özellikle Belediyelerin sıkça kullandıkları lokal koordinat sistemi olan imar koordinat sistemidir.

Kullanılan koordinat sistemlerindeki bu çeşitlilik, kullanıcılar arasında sorunsuz paylaşım sağlayacak ortak bir sistem oluşmasına engel olmaktadır. Özellikle resmi kurumlar arasında verilerin paylaşımında ve ortak kullanımında sorunlar yaşanmaktadır. Örneğin belediyelerin bir kısmı imar koordinat sistemi kullanmaktadır, kadastro kurumlarının önemli bir kısmı ise ED50 memleket koordinat sistemi kullanmaktadır. Belediyelerin Kadastro ile olan içiçe geçmiş çalışmaları, tevhid-ifraz 18.madde imar uygulamaları gibi, ortak koordinat sistemi kullanmaları gerektiğini açıkça göstermektedir. Fakat günümüzde halen bu problemler aşılabilmiş değildir. Bu problemler ise vatandaşların hukuksal haklarından biri olan taşınmaz mülkiyetleri ile ilgili olarak doğrudan doğruya işlem yapan kadastro ile vatandaşlar arasında ve vatandaşların kendi aralarında hukuksal davalara konu olabilmektedir.

Böylesine ciddi bir konuda jeodezik verilerin sağlıklı olması hem kurumlar için hemde vatandaşlar için hayati bir önem taşımaktadır.

Bu çalışmada, yukarıda bahsedilen konu kapsamında, çalışmanın olduğu bölge için uygun bir datum dönüşüm yöntemi tespit edilerek jeodezik verilerinin BÖHHBÜY'ne uygun hale getirilmesi amaçlanmaktadır.

Bu çalışma kapsamında 2 farklı datum dönüşümü yöntemi kullanılmıştır. Bunlar İki Boyutlu Helmert Benzerlik Dönüşümü ve Polinomlarla Dönüşüm yöntemidir.

Çalışma kapsamındaki belediye sınırları içerisinde yapılan bu çalışmada, şu sonuçlara varılmıştır; bölge verilerinin datum dönüşümleri için 3 farklı dönüşüm yolu ortaya çıkmıştır, birincisi tüm bölge için bir adet dönüşüm parametresine sahip Helmert benzerlik dönüşümü, ikinci yol bölgenin 2 kısımdan oluştuğu ve tüm bölge için 2 adet dönüşüm parametrenin olduğu Helmert benzerlik dönüşümü, sonuncusu ise tüm bölge için tek parametreye sahip polinomlarla dönüşümdür. Bu 3 yöntemin hangisinin daha sağlıklı sonuçlar vereceğini tespit etmek için de 12 adet kontrol noktası seçilmiş ve bunlar her 3 yöntem ile dönüştürülüp çıkan sonuçların hata miktarları irdelenmiştir. Bu irdeleme sonucunda şu kanaate varılmıştır, her 3 dönüşüm yöntemi BÖHHBÜY'ne

uygundur ancak bu yöntemlerin bölgede ki çalışma amacına uygun hizmet etmesi gerekmektedir. Yani örneğin bölgede bir bütünsellik gerekiyor ise polinomlarla dönüşüm yöntemi kullanılmalıdır, ya da çalışmalarda konum doğruluğu ön plana çıkıyor ise 2 kısımdan oluşan Helmert benzerlik dönüşümünün tercih edilmesi daha anlamlı olacaktır.

THE STUDIES FOR DETERMINATION OF LOCAL DATUM TRANSFORMATION PARAMETERS IN MERSİN CITY TOROSLAR COUNTY SAMPLE

SUMMARY

This study is about datum transformation for the area which keeps within Mersin province and Toroslar Municipality boundaries. The topic of the thesis is about the geodetic problem between Toroslar Municipality and cadastre because of the coordinate systems. Thus, municipality and cadastre are using different coordinate system; this situation causes some problems about sharing geodetic data or information between people and public institutions, such as municipality and cadastre institutions. Therefore it is needed to establish joint data exchange way. There are too many geodetic application occurs between municipality and cadastre institution, land parcel processing for instance. This situation shows that it is necessary to use joint datum obviously.

The aim of the Geodesy is to determine the geometric shape of earth precisely. This is possible to establish geodetic reference network on the earth. This network consist of ground control points which coordinates of positions can be determined precisely and accuracy. So, these geodetic infrastructure requires reference coordinate system which is called Geodetic Datum.

Geodetic datum has a great importance in the geodetic applications to define coordinates mentioned before. Because it makes the geodetic data, which are coordinate informations, meaningful. This is because all of the geodetic informations and parameters are referred with respect to the datums. Basically, Geodetic Datum is a mathematical model which is defined on the ellipsoid of revolution and it can be projected on the plane with respect to the geodetic application locations and aim. It can be also defined as constant informations which is related origin plane or base plane which is used for determinations. In this case, it should be mentioned about Geodetic datum. Geodetic datum is positions information of the reference ellipsoid. This ellipsoid is the fittest to the earth geometric surface and shape in order to make geodetic calculations. Datum parameters informations defines coordinate system at the same time.

There are too many geodetic datum , such as ED50, ITRF96 (International Terrestrial Reference Frame), WGS84 (World Geodetic System). ED50 (European Datum) geodetic datum uses Hayford ellipsoid which is determined by John Fillmore Hayford, who is from America, in 1909. European Datum (Ed50) has been agreed on as an international ellipsoid by International Union of Geodesy and Geophysics (IUGG) in Madrid in 1924, and it is recommended to the countries especially which are at the begining of the applications about scientific researches and triangulation.

ITRF96 (International Terrestrial Reference Frame) is another gedetic datum like ED50 (European Datum) which is also used in Turkey. This datum uses GRS80 (Geodetic Reference System) ellipsoid . It has been agreed on as an reference ellipsoid by

International Union of Geodesy and Geophysics (IUGG) in 1979. This ellipsoid is also selected as a reference ellipsoid for International Terrestrial Reference Frame (ITRF). Since too many countries begin to use GRS80 ellipsoid as a base reference ellipsoid. In our country, ED50 (European Datum) and ITRF96 (International Terrestrial Reference Frame) are generally being used as a geodetic datum as mentioned before. Since ITRF96 datum provides the unique coordinate system over the earth, and legal obligation, it is more used in from ED50 datum. On the other hand, municipality uses local datum generally.

In this scope, there are many geodetic datum, and that means every datum has a different coordinate system. In this case, the datum transformation is needed to establish unique structure in geodetic coordinate system. This is because both local coordinates which is used for layout project for any engineering projects or municipality plans and geodetic coordinate system defined by countries for their applications, so it is obligated to define datums for every different scaled applications. In order to establish unique coordinate system for all different application mentioned before, it is necessary to repositioned to the same layout or reference coordinate system. For this reason, datum transformation is necessary.

Datum parameters distinguish the datums from each other. For example, despite of many European countries use the same ellipsoid, they have different coordinate system, because of using different datum parameters. Another sample is about ED50 (European Datum), although many countries in Europe use the ED50 datum and also Turkey, it is called as Turkish National Datum for Turkey, and it is called as European Datum for Europe.

Coordinate transformation is the recalculation of the set of coordinates which is determined in any coordinate system. This process consists of three steps which are shifting, rotation and scaling. In order to determine coordinate transformation parameters, it is necessary to have common control points which have well distributed and known coordinates in the both of two coordinate systems.

According to the aim of datum transformations, it is possible to keep to the object properties after coordinate transformation. If the angle which is between points or shape of the geometry should be regarded, this datum transformation is called as “similarity transformation”. However, it can be also kept to object properties of length or area, such as Affine transformation.

In this study, 2 Dimensional Helmert similarity used firstly, and 25 common control points were selected with respect to their geometric distribution. Before the transformation calculation, Pope (Tau) test for outliers was used to find out the outliers points and eliminate these outliers points from the common control points set. For this statistical test confidence interval was selected 0.05. Outliers points were subtracted from common points by using Pope test for outliers. After detecting outliers points, transformation process was repeated. This iterative calculation was proceeded. Common points which residuals values are greater than 14 cm were also subtracted from common points set. At the end of the transformation calculation, 4 transformation parameters were determined. These parameters are 2 shifting, 1 rotation and 1 scale factor.

According to the end of the datum transformation calculations, it was identified that distributed common control points remained did not cover all the study area; middle of the area has not any common control points. Therefore, 2D Helmert transformation was considered for two parts. One of them is transformation parameters which are used

for middle of the area, and second one is transformation parameters which are used for all the study area. In the other words, two transformations can be used with respect to the location of the points or objects. For example, if the object or point is in the middle of the study area that means the “middle transformation parameters” will be used. On the other hand, if it is in the rest of the middle of the study area, that means the “transformation parameters for whole area” will be used.

In order to find out the transformation parameters for the middle of the study area, all of the 2D Helmert transformation calculations were repeated. That means, Pope (Tau) test for outliers and another coordinate transformation functions were used. So, datum transformation parameters were also determined for middle of the study area.

Second datum transformation methods used for this study is Polynomial coordinate transformation method. According to the surface of study area and number of the control points, second degree polynomial function was used in the calculations. First of all, common control points coordinates have to be converted from projected coordinates (X,Y) to the geographical coordinates (latitude, longitude). This is necessary, because polynomial transformation determination indicates the polynomial function calculation. Therefore, geographical coordinates (latitude, longitude) define the surface in mathematical notation. For the polynomial calculations, outlier common points detected by using Pope (Tau) statistical test for outliers, so that; this process was repeated two times. After second test for outliers, it was not found any outlier point in the common points set.

In the polynomial coordinate transformation calculation, polynomial coefficients were determined as datum transformation parameters. Thus, coordinates which are in the second can be calculated using these polynomial coefficients by means of polynomial functions. These parameters consist of two sub parameters which are for latitude and longitude. These are called “a coefficients” and “b coefficients”.

So far, 3 coordinate transformations ways were determined for study area. In order to find out which transformation way is accurate and precise, 12 new common control points were selected for test points. These 12 test points were transformed using three coordinate transformation way. Thus, after this transformation of 12 test points, residuals value for each 12 test points was calculated. Root mean square error of these test points were calculated using residuals (correction) values.

Using of the variety different datum, prevent to establish joint data exchange way. This situation causes some problems about sharing geodetic data or information between people and public institutions, such as municipality and cadastre institutions. There are too many geodetic applications occur between municipality and cadastre institution, land parcel processing for instance. This situation shows that it is necessary to use joint datum obviously.

These problems mentioned above can also cause some legal issues between people and cadastre institutions which make process over the land parcels being legal rights of the people. In the serious subject mentioned before, geodetic datum has very seriously importance for the public institutions and people. According to the subject mentioned above, the goal of the study is determine the datum transformation methods and to optimize the municipality geodetic data with respect to the “Large Scale Map and Map Information Production Regulation” (LSMMIPR).

In summary, two datum transformations have been used in this study. These are 2D Helmert Similarity Datum Transformation and second one is Polynomial

Transformation. In this study, which covers the municipality boundaries, some conclusions have been reached. These are about transformation methods. There are three different ways for transforming. One of them is the Helmert transformation which has only one transformation parameters for whole area, and second one is the Helmert transformation which has two transformation parameters for middle and whole area, and last one is polynomial transformation. 12 test control points have been selected to determine which transformation methods give reliable transformation results. After that these 12 test points were transformed by three transformation ways and calculated the result of the transformation errors. After the calculation, it has been decided that these three transformation ways are reliable with respect to the “Large Scale Map and Map Information Production Regulation” (LSMMIPR).

As a result, three datum transformation methods mentioned before should be used with respect to the aim of the applications in this area. For example, if the application is needed precision, Helmert methods, which have two transformation parameters, should be used. However, if the applications are needed integrity, polynomial transformation should be used for this study area.

1. GİRİŞ

3402 sayılı kadastro kanunun 1. Maddesi şu şekildedir. “Bu Yasanın amacı lke koordinat sistemine göre, memleketin kadastral veya topografik kadastral haritasına dayalı olarak taşınmaz malların sınırlarını arazi ve harita üzerinde belirterek hukuki durumlarını tespit etmek suretiyle 4721 sayılı medeni kanunun öngördüğü tapu sicilini kurmak, mekansal bilgi sisteminin altyapısını oluşturmaktır.”

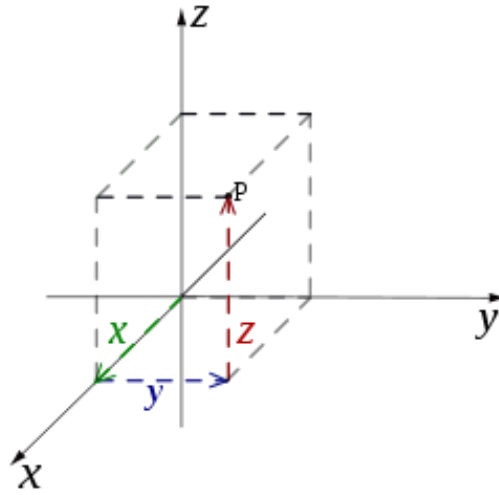
Yasanın amacından da anlaşıldığı üzere Kadastro kurumunun temeldeki asli görevi taşınmaz malların ülke koordinat sisteminde sınırlarının tespit edilmesidir. Söz konusu tespit işlemleri birkaç durumda olabilmektedir. Bunlar ilk tesis kadastrasında olabileceği gibi tescile konu olan ve genellikle belediyeler vasıtasıyla gerçekleştirilen ifraz, tevhid, yola terk, 18. Madde uygulaması gibi 3294 sayılı imar uygulaması işlemleri ile de gerçekleşmektedir.

Belediyeler genellikle koordinat sistemi olarak imar (yerel) koordinat sistemi kullanmaktadır. Bundan dolayı büyük ölçüde Memleket Koordinat sistemi (ED50) kullanan Kadastro kurumu ile ortak bir koordinat sistemi kullanmamaktadır. Bu durum bazı problemlere sebep olabilmektedir. Bu problemlerden bazıları şunlardır, belediye tarafından bir parsel ile ilgili herhangi bir tescile konu işlem yapıldığında kadastronun kullandığı koordinat sistemi ile belediyenin kullandığı koordinat sisteminde bir bütünlük olmadığı durum olabiliyor bundan dolayı koordinat dönüşümü ile kadastro kendi sistemine dönüştürmekte olup oğ zaman bu dönüşüm, gerek kullanılan jeodezik noktaların sağlıklı koordinatlara sahip olmamasından gerek belediye ve kadastronun sağlıksız verilere sahip olması gerekse başka sebeplerden dolayı sağlıksız olabilmektedir. Böylelikle aynı parsel ya da komşu parsellerde farklı zamanlarda yapılan tescile konu işlemlerde birbirinden farklı koordinatlara sahip mükerrer parsel sınır noktaları retilabilmektedir. Bu ve buna benzer problemleri durumlardan dolayı kadastro ve belediyeler arasında hatta doğrudan vatandaşları ilgilendiren ciddi hukuksal problemler meydana gelebilmektedir.

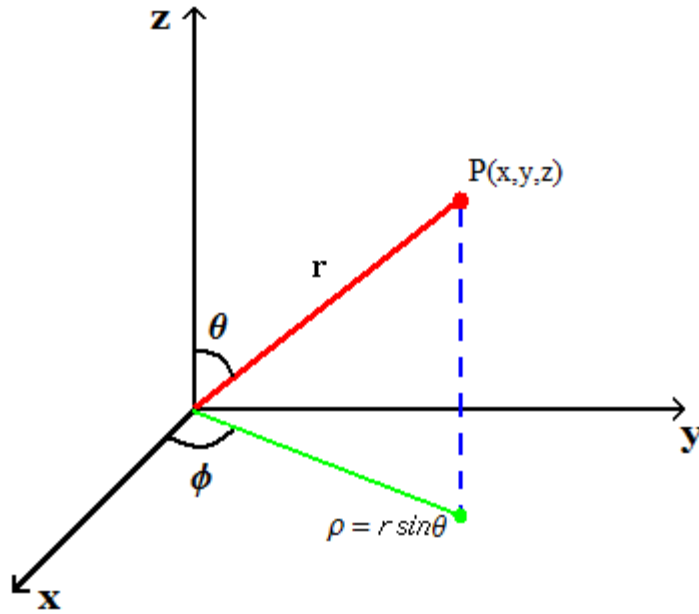
Bu kapsamda, Mersin ili Toroslar ilçesi Belediyesinin de bu ve benzeri problemlere sahip olmasından dolayı bu bölge sınırları içinde çalışılmıştır. Bu sorunlara ek olarak da belediye'nin imar koordinat sistemindeki jeodezik noktaların koordinat dönüşümü işlemine sokulduğunda, bu noktaların bazı bölgelerde kendi içerisinde uyumlu, ancak belediyenin geneli düşünüldüğünde uyumsuzluklar görülmektedir. Bu çalışmanın amacı, belediyenin imar koordinat sistemi (Yerel koordinat sistemi) ile kadastronun kullanmış olduğu Memleket koordinat sistemi (ED50) arasında en uygun datum transformasyon yöntemini tesbit edip güvenilir dönüşüm parametrelerinin elde edilmesidir.

2. KOORDİNAT SİSTEMLERİ

Yeryüzündeki bir nokta düşünülürse eğer, bu noktanın tanımlanabilmesi için esas olarak konumundan bahsedilmesi gerekmektedir. Konumun ise anlamlı olabilmesi için referans düzlemde ya da başka bir deyişle bir koordinat sistemi içerisinde ifade edilmesi ile mümkündür. Konum birçok yöntem ile elde edilebilir, uydu ölçmeleri ya da klasik yersel yöntemle olduğu gibi. Koordinatlar ister klasik isterse uydu ölçmeleri ile elde edilsin, bu nokta sistemin orijininden geçen düzlemlere göre ya dik mesafeler ile ya da nokta-orijin doğrultusundaki uzunluk ve bu doğrultunun bahsi geçen düzlemlerle yapmış olduğu açılarla ifade edilmektedir. Eğer konum düzlemlere dik mesafe ile belirtiliyorsa buna Dik Koordinat Sistemi (Şekil 2.1), doğrultunun düzlemlerle yapmış olduğu açı ve orijine olan uzaklıkla ifade ediliyorsa buna da Kutupsal Koordinat Sistemi olarak adlandırılmaktadır. (Şekil 2.2)



Şekil 2.1 : Dik Koordinat Sistemi.



Şekil 2.2 : Kutupsal Koordinat Sistemi.

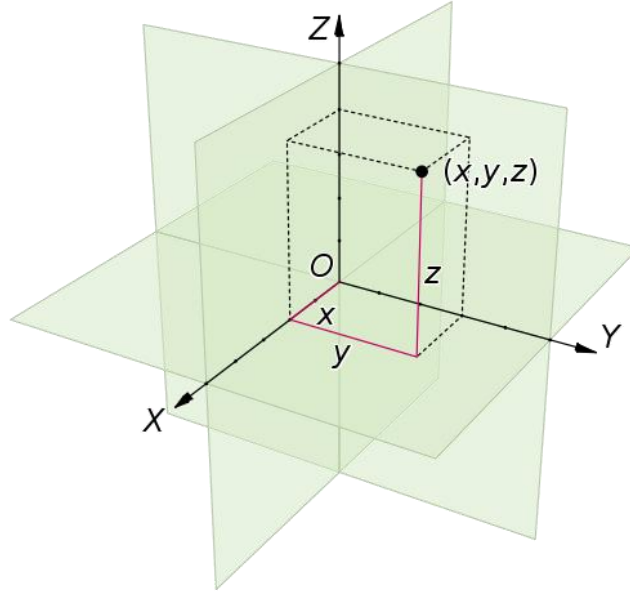
Uzaydaki bir nokta gerek kutupsal olarak ifade edilsin gerekse dik koordinat sistemi ile ifade edilsin, mutlaka bir koordinat sisteminde tanımlanmış olması gerekmektedir. Yeryuvarının homojen bir yapıya sahip olmamasından dolayı matematik yöntemlerle fonksiyon şeklinde ifade edilemeyen geometrik bir şekil ile ifade edilmesini imkansız kılmıştır (Fiala,1976). Bundan dolayı şekline en yakın geometrik şekiller ile ifade edilmiştir. Fiziki yeryüzünün şekli deyim olarak ilk defa 1873 yılında LISTING tarafından GEOİT olarak adlandırılmıştır. LISTING geoidi şu şekilde ifade etmiştir , durgun deniz yüzeyinin kara parçalarının altından da devam ettiği varsayılarak oluşan ve matematik olarak ifade edilemeyen şekildir. Geoit aynı zamanda sıfır metredeki nivo yüzeyi olup dünyanın her noktasında çekül doğrultusuna diktir, şeklindede ifade edilebilir.

Yeryüzünün homejen bir yapıya sahip olmaması ve bir takım fiziksel etmenlerin etkisiyle yeryuvarına bağlı bir koordinat sistemi tanımlanmasını zorlaştırmıştır. Bu nedenle gerçeğe yakın bir şekilde yapay koordinat sistemlerinin tanımlanmasını zorunlu hale getirmiştir.

2.1 Kartezyen Koordinat Sistemi

Jeodezi biliminin çalışma alanı fiziksel yer yüzeyidir. Koordinatlar bir başlangıç noktasından başlayarak, belli kurallar uyarınca uzayan doğru ya da eğri çizgiler

üzerindeki ölçek değerleri ile ifade edilirler. Bu doğrusal koordinat çizgileri, koordinat eksenleri olarak tanımlanırlar. Bir düzlem üzerinde birbirine dik iki koordinat eksenini “Kartezyen Koordinat Sistemi” adını alır. Birbirine dik üç düzlemin arakesitleri ise Üç Boyutlu Kartezyen Koordinat Sistemi adını alır, Şekil 2.3 de bu koordinat sistemi gösterilmiştir. Bu sistem Öklid uzayını ifade eder (Ayan, 2009).

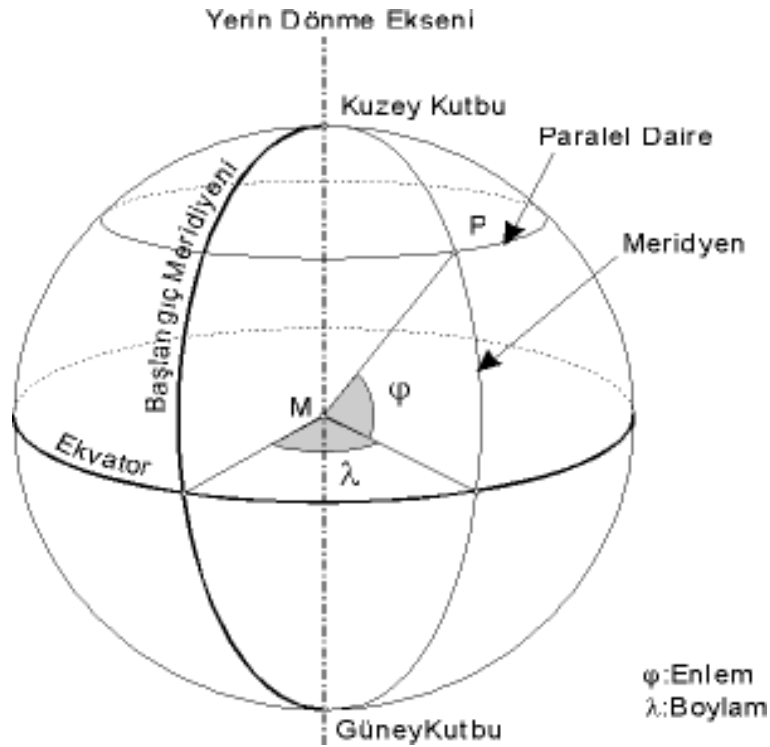


Şekil 2.3 : Kartezyen Koordinat Sistemi.

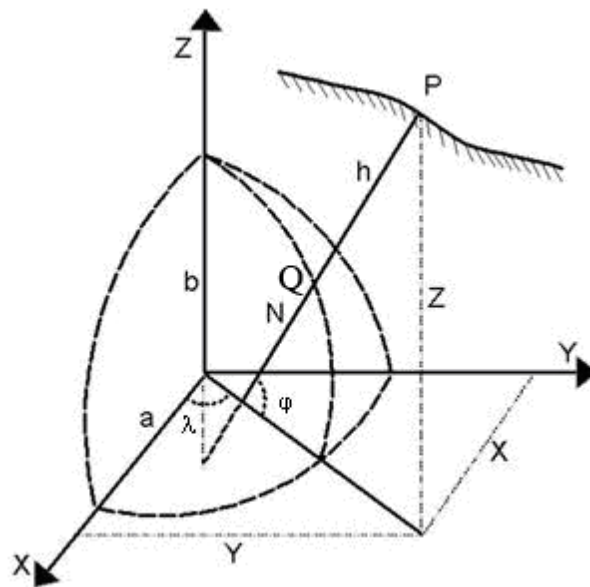
2.2 Coğrafi Koordinat Sistemi

Jeodezide kullanılan ikinci bir koordinat sistemi ise tanımlanan bir Kartezyen Koordinat Sistemi ile doğrudan ilişkili bir eğri koordinat sistemi olan Elipsoidal (Coğrafi) koordinat sistemidir. Başlangıç noktası Kartezyen Koordinat Sistemi'nin başlangıç noktası ile çakışık ve büyük yarı eksenini XY düzleminde (ekvator düzlemi) bulunan bir dönel elipsoit ve bu elipsoide göre tanımlanan yüzeyler ile Elipsoidal (coğrafi) Koordinat Sistemi tanımlanabilir. Elipsoit üzerindeki bir Q noktasının konumu, coğrafi koordinatlarla yani enlem ve boylamlarla belirlenir. Coğrafi enlem, Q elipsoit noktasındaki yüzey normalinin ekvatorla meydana getirdiği açı şeklinde tarif edilir ve elipsoit üzerinde ϕ (ϕ). Dünyanın dönme ekseninden düzlemler (meridyenler) geçirilir ve bunlardan birtanesi başlangıç (sıfır) düzlemi olarak alınırsa, diğer düzlemlerle başlangıç düzlemi arasında kalan açılara coğrafi boylam denilir ve elipsoit üzerinde λ (λ). Meridyen ve paralel daireler referans yüzeyinde coğrafik ağ adı verilen ağ meydana getirirler. Ancak elipsoit üzerinde olmayan bir P noktasının

tanımlanabilmesi için enlem ve boylama ek bir koordinat tanımlanmalıdır. Bu üçüncü koordinat olarak tanımlanabilecek değer, ortometrik yükseklik, elipsoit yüksekliği ve jeoit yüksekliğidir (Demirtaş,2006). Coğrafi Koordinatlar (ϕ, λ, h) ile Kartezyen Koordinatlar (X,Y,Z) arasındaki ilişki Şekil 2.4’de gösterilmiştir.



Şekil 2.4 : Coğrafi koordinatlar.



Şekil 2.5 : Coğrafi ve Kartezyen koordinatlar arasındaki ilişki.

2.3 Yerel Koordinat Sistemi

Koordinat sisteminin orijini olarak Yeryüzündeki herhangi bir noktanın başlangıç kabul edildiği bir sistemdir. Bu sistem dik koordinat sistemi şeklinde tanımlanmaktadır. Ulusal ve yerel anlamda üretilen haritaların projeksiyonları ülkemizde Universal Transversal Merkator (UTM), Transversal Merkator'dur. Lokal olanlar ise düzlem projeksiyonlarda kullanıcıların karşısına çıkmaktadır. UTM projeksiyonunda üretilmiş olan haritalar genellikle 1:25000 ve daha küçük ölçekli haritalardır ve ülke düzeyinde düşük çözünürlükte dijital bilgi üretilmesine olanak verirler. Transversal Merkator projeksiyonunda olan haritalar 1:5000 ve daha büyük ölçekte olup genellikle yerel düzeyde ve yüksek çözünürlükte dijital bilgi üretilmesine olanak verirler. Lokal datumda ve düzlem projeksiyonda olan haritalar ise 1988 Büyük Ölçekli HaritaYapım Yönetmeliği öncesinde ya da geçiş sürecinde üretilmiş olan büyük ölçekli, yüksek çözünürlükte dijital bilgi üretmeye olanak veren haritalardır (Çelik, 2005).

2.4 Datum

Datum konusunun başlangıcında dönel elipsoit'den de bahsetmek gerekmektedir. Dönel Elipsoitden ikinci dereceden bir yüzey olup, herhangi bir düzlemle arakesitleri elips olmaktadır. Yerin meridyen elipsinin küçük eksenini etrafından döndürülmesiyle elde edilen dönel bir yüzeydir. Asal eksenler adı verilen birbirine dik üç eksene göre ve bu eksenlerin kesim noktası olan merkeze göre simetrik bir şekil taşır. Elipsoidi tanımlayan parametreler meridyen elipsine ilişkin parametrelerdir. Bu parametrelerden; a ve b meridyen elipsinin büyük ve küçük eksenlerinin yarılarını, e dışmerkezliği, f ise elipsoidin basıklığını temsil etmektedir. Biri uzunluk cinsinden olmak üzere iki parametre elipsoidin belirlenmesi için yeterlidir. Ülkesel ve bölgesel durumlardan dolayı belirlenmiş çok sayıda elipsoit bulunmaktadır. Her ülke kendisine en uygun elipsoidi seçmiş ve fiziksel yeryüzünde yapılan ölçmeleri ve gözlemlerini bu referans yüzeyine indirgeyip seçilen projeksiyona elipsoidi açmışlardır. Ülkemizde Çizelge 3.1' de adı geçen Hayford ve GRS80 Elipsoitleri kullanılmaktadır.

Datum kelimesi, "hesaplamalarda temel olarak kullanılması kabul edilen yüzeyler için temel bilgi veya başlangıç yüzeyi ile ilgili değişmez (sabit) bilgiler" olarak tanımlanır. Jeodezik datum ise; jeodezik hesapların yapılabilmesi için matematiksel olarak tanımlı

ve dünya yüzeyine en yakın yüzey olarak kabul edilen referans elipsoidinin konumunu belirleyen parametre bilgileri olarak tanımlanabilir. Datum parametre bilgileri aynı zamanda bir koordinat sistemi de tanımlamaktadır (Şişman ve Dilaver 2005).

Bu kapsamda dünyanın gerçek şekline en uygun bir elipsoit ve koordinat sisteminin başlangıcı (datumu) seçilir ve tanıtım amacıyla, seçilen datuma örneğin ED50 datumu, WGS84 datumu, Krassovsky 1940 vs. gibi kısa bir isim verilir. Uygulamada noktaların yatay koordinatları için farklı bir datum, nokta yükseklikleri için başka bir datum seçilmektedir. Ülkeler haritalarını üretmek amacıyla genellikle kendi koşullarına uygun bir yatay datum oluşturur. Ülkemizde üretilen 1/25.000, 1/50.000, 1/100.000 ve 1/250.000 ölçekli haritaların yatay datumu Avrupa Datumu 1950 (European Datum 1950 : ED50) sistemine göre, yükseklikler ise ortalama deniz seviyesi başlangıç yüzeyi (düşey datum)'ne göre tanımlıdır. Haritalardaki nokta koordinatları, harita üretimi için seçilen datuma göre belirlenmektedir. Datum seçimine bağlı olarak, bir noktanın herhangi bir datumdaki koordinatları (enlem,boylam; sağa, yukarı değerler ile yükseklik) diğer datumdaki koordinatlardan farklılık gösterir. Datum farklılığı nedeniyle, ED50 datumunda üretilen herhangi haritadaki bir noktanın koordinatları ile aynı noktanın GPS aleti ile WGS84 datumunda belirlenen koordinatları birbirinden farklılık gösterir. Bu nedenle, noktanın WGS84 datumunda belirlenen yatay koordinatlarını kullanarak, bu noktayı doğrudan ED50 datumunda üretilmiş olan bir paftada işaretlemek yanlıştır. Bir noktanın ED50 datumu ile WGS84 datumunda belirlenen koordinatları arasındaki uyuşumu sağlamak için, noktanın ED50 ile WGS84 datumundaki koordinatları arasında hesaplanan koordinat dönüşüm değerlerinin bilinmesi gereklidir (Demirkol, Yıldırım,Gürdal 2002).

2.4.1 ED50 Datumu

Türkiye’de referans sitemi olarak 1950 den itibaren ED50 datumunu kullanmaya başlamıştır. ED50 datumu ise ABD’ de John Fillmore Hayford’ un (1868 – 1925) 1909’da hesapladığı elipsoit olan Hayford Elipsoidini kullanmaktadır.

Boyutlarıyla, Uluslararası Jeodezi ve Jeofizik Birliği’nin (IUGG) 1924 yılında Madrid’ de yapılan toplantısında “uluslararası elipsoit” olarak kabul edilmiş ve özellikle bilimsel çalışmalar ve triyangülasyon çalışmalarına yeni başlayan ülkeler için önerilmiştir. Hayford bu elipsoidin hesaplanmasında sadece ABD’de ölçülen paralel daire ve eğik daire yay uzunluklarını kullanmıştır. Hesaplamalarında 381 enlem, 131

boylam ve 253 ü azimut olan toplam 765 gözlem dikkate alınmış, mevcut 32 Laplace noktası başlangıç azimutunun düzeltilmesinde kullanılmıştır.

Çizelge 2.1 : Referans elipsoitleri ve parametreleri.

Referans Elipsoidi	Büyük Yarı Eksen	Küçük Yarı Eksen	Basıklık
International 1924 (Hayford)	6378388 m	6356911.9460 m	1/297
Geodetic Reference System 1980 (GRS 80)	6378137m	6356752.3141 m	1/298.257222101
World GeodeticSystem 1984 (WGS – 84)	6378137m	6356752.3142 m	1/298.257223563

Bu elipsoidi kullanan ülkeler; Arjantin, Danimarka (1928 den itibaren), Belçika, Yeni Zelanda, Kanarya Adaları, Türkiye, Bulgaristan (1946 dan itibaren), Finlandiya, Portekiz (1926 dan itibaren), İtalya (1940 dan itibaren). Ayrıca Baltık çelengi, merkezi ve Avrupa triyagölasyon ağlarının hesabında da bu elipsoit kullanılmıştır (Serbetçi, 1996). Hayford Elipsoidinin parametreleri;

$$a=6378388m \quad b=6356911.9461 m$$

$$f=1/297 \quad e=0.08199188998$$

2.4.2 WGS84 Datumu

Uydu teknolojisinin konum belirleme çalışmalarında kullanılmaya başlanması ile jeodezik ağların kurulması ve nokta koordinatlarının belirlenmesi işlemleri, yatay ve düşey konum bileşenlerinin birlikte ele alındığı, farklı bir boyut kazanmıştır. WGS84 sistemi, GPS uydularının yörünge bilgilerinin tanımı için Amerika Savunma Bakanlığı tarafından oluşturulan ve uydu navigasyon sistemlerinin temelini oluşturan yersel üç boyutlu bir koordinat sistemidir ve uluslararası yersel koordinat sistemi olarak kabul edilir. Uydulardan alınan tüm konum bilgileri WGS84 Dünya Jeodezik Sistemi 84 referans elipsoidinde hesaplanmaktadır (Arslan, 1997). Geliştirilen bu sisteme ek

olarak hesaplanmış dönüşüm katsayıları yardımıyla, bu sistemin çok sayıdaki yerel ve bölgesel datuma bağlanması mümkün olmuştur (Kumar, 1993). Sistemin orijini dünyanın ağırlık merkezidir, Z eksenini BIH (Bureau International l'Heure) tarafından 1984 yılı için belirlediği CTP' den geçer. X eksenini yine BIH tarafından tanımlanmış ortalama Greenwich meridyen düzlemi ile ekvator düzleminin kesişim doğrultusu olarak tanımlanmıştır. Y eksenini, yermerkezli bu koordinat sisteminde ekvator düzlemi üzerinde X ekseninden doğuya doğru 90° açı yapar konumdadır.

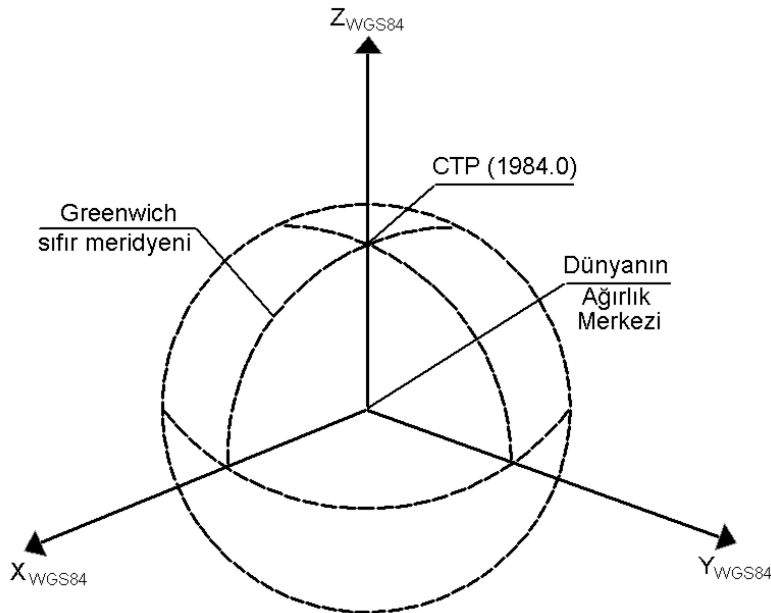
Sistemin eksenlerinin ve konumunun tanıtılmasına gelince;

Orijin : Dünyanın ağırlık merkezinde

Z eksenini : BIH (Bureau International l'Heure) tarafından 1984 yılı için belirlediği CTP den geçer.

X eksenini : Yine BIH tarafından tanımlanmış ortalama Greenwich meridyen düzlemi ile ekvator düzleminin kesişim doğrultusu olarak tanımlanmıştır.

Y eksenini : Yermerkezli bu koordinat sisteminde ekvator düzlemi üzerinde X ekseninden doğuya doğru 90° açı yapar konumdadır.



Şekil 2.6 : WGS84 referans sistemi.

WGS84 elipsoidi NNSS'e ait 1500 Doppler istasyon noktasının (yeryüzünde uygun dağılımda noktalar) koordinatları ile gerçekleştirilmiştir (Üstün, 1996).

Çizelge 2.2 : WGS84’ün parametreleri.

Parametre	Sembol	Değer
Büyük Yarı eksen	a	6378137.0 m
Gravite Potansiyelinin Normalleştirilmiş İkinci Derece Zonal Harmonik Katsayı	$\bar{C}_2$	-484.1685×10^{-9}
Yeryuvarının Açısal Hızı	w	$7292115 \times 10^{-11} \text{rad/sn}$
Yeryuvarının Atmosfer İçindeki Çekim Katsayısı	GM	$3986005 \times 10^8 \text{m}^3/\text{sn}$

2.4.3 ITRF96 Datumu

GRS80, 1979 yılında Uluslararası Jeodezi ve Jeofizik Birliği tarafından referans elipsoidi olarak kabul edilmiştir. Kabul edilen bu referans elipsoidi dünyada bir çok ülkede temel referans elipsoidi olarak kullanılmaya başlanmış ve Uluslararası Yersel Koordinat Sistemi (ITRF) için de referans elipsoidi olarak seçilmiştir (Demirtaş,2006). GRS80 Elipsoidine ait parametreler Çizelge 2.3, Çizelge 2.4 ve Çizelge 2.5’ de gösterilmiştir. Bu datum 2005 yılı itibariyle yürürlüğe giren Büyük Ölçekli Harita ve Harita Bilgileri Üretim Yönetmeliği (BÖHHÜY) ile ülkemizde resmi datum olarak kullanılmaya başlamıştır.

2.5 Datum Dönüşümleri

Gerek herhangi bir mühendislik projelerinde ya da belediye gibi kurumların imar planı vb. uygulamalarında altlık olarak kullandıkları lokal koordinatlar olsun gerekse ülkelerin kendi jeodezik çalışmaları için oluşturdukları koordinat sistemleri olsun farklı ölçekteki durumlar için farklı datum tanımlamak durumunda kalınmıştır. Tüm bu çalışmalara aynı bakış açısı ile bakıp anlamlandırmak için bunların aynı altlık üzerinden yeniden konumlandırılıp tanımlanması gerekmektedir. Bu sebepten dolayı koordinat sistemi dönüşümü ya da datum dönüşümü kavramına ihtiyaç duyulmuştur.

Daha önceki bölümlerde bahsedildiği gibi koordinat sistemini diğerinden farklı kılan datum parametreleridir. Örneğin bir çok Avrupa ülkeleri aynı elipsoidi kullanmalarına rağmen datum parametreleri farklı olduğundan farklı koordinat sistemine sahiptirler, diğer bir örnek ise kullanılan elipsoit aynı olmasına rağmen datumları farklı olmasından dolayı “Türkiye Ulusal Datumu” ve “Avrupa Datumu” tanımlamaları kullanılmaktadır.

Çizelge 2.3 : GRS80 temelelipsoitparametreleri.

Parametre	Sembol	Değer
Büyük Yarı eksen	a	6378137 m
Gravitasyonel Sabit	GM	$3986005 \times 10^8 \text{m}^3/\text{sn}^2$
2.Derece Zonal Küresel Harmonik Katsayısı	J_2	108263×10^{-8}
Açısal Hız	w	$7292115 \times 10^{-11} \text{rad/sn}$

Çizelge 2.4 : GRS80 türetilmiş elipsoit geometrik parametreleri.

Parametre	Sembol	Değer
Küçük yarı eksen	b	6356752.3141 m
Birinci Eksentrisite Karesi	e^2	0.00669438002290
Basıklık	f	1:298.257222101
Ortalama Yarıçap	R_1	6371008.7714 m
Aynı Yüzeyde Küre Yarıçapı	R_2	6371007.1810 m
Aynı Hacimde Küre Yarıçapı	R_3	6371000.7900 m

Çizelge 2.5 : GRS80 türetilmiş fiziksel parametreleri.

Parametre	Sembol	Değer
Elipsoit de Potansiyel Normali	U_0	$62636860.850 \text{ m}^2/\text{s}^2$
Ekvator da Gravite Normali	g_e	$9.7803267715 \text{ m s}^{-2}$
Kutup da Gravite Normali	g_p	$9.8321863685 \text{ m s}^{-2}$

Bir koordinat sisteminde belirlenmiş olan nokta kümesinin ikinci bir sisteme dönüştürülmesine koordinat dönüşümü adı verilir. Bu işlem, koordinat sistemlerinden birinin eksen doğrultularında kaydırılması, döndürülmesi ve koordinatların belli oranda küçültülmesi ya da büyütülmesi ile sağlanır. Dönüşüm parametrelerinin dengeleme ile belirlenebilmesi için her iki sistemde koordinatları bilinen belli sayıda eşlenik noktaya (destek noktaları) gereksinim vardır. Bir yerel ağı başka ağa (üst derece ağ, çoğu kez ülke ağı) dönüştürülmesi yanında fotogrametride model koordinatlarının ülke koordinat sistemine dönüştürülmesi, serbest noktalardan yapılan

alım ve aplikasyonlarda uygulanan koordinat dönüşümü sıkça karşılaşılan jeodezik ödevlerdir (Demirtaş,2006).

Dönüşüm sırasında objenin bazı özelliklerinin korunması istenebilir. Eğer noktalar arasındaki açılar, başka bir deyişle şeklin korunması isteniyorsa, bu bir benzerlik dönüşümüdür. Ayrıca uzunluk ya da alanların korunduğu dönüşümler ve afin dönüşüm de objenin diğer özelliklerinin korunduğu dönüşümlerdir. Yatay ve düşey datumların ayrı değerlendirildiği durumlarda iki ve tek boyutlu dönüşümler de problemlerin çözümünde kullanılır (Üstün, 1996).

2.5.1 İki Boyutlu Benzerlik Dönüşümü

İki boyutlu dönüşümde xy sistemindeki koordinatlar XY sistemine bilinen, ya da yeteri kadar eşlenik nokta koordinatlarından yararlanarak hesaplanan, dönüşüm parametreleri yardımıyla dönüştürülür. Dönüşümde amaca ve her iki sistemde koordinatları belirli nokta sayısına göre benzerlik, afin, projektif dönüşüm yöntemlerinden birisi kullanılır.

Dönüşümden sonra elde edilen geometrik şekiller ile dönüşüm öncesi şekiller benzerliğini koruyorsa buna benzerlik dönüşümü denir. Bu dönüşümünde; düzgün geometrik şekillerin alanları aynı oranda küçülür ya da büyür, şekiller dönüşümden sonra esas şekle benzer, açıların mutlak değerleri değişmez kalır (Pektekin,1989). Sonuçta elde edilen yeni koordinatlar (X, Y) ile hesaplanan semt açıları ve kenar uzunlukları eski sistem (x, y) koordinatları ile hesaplanan değerlere göre farklıdır. Ancak şekiller önceki şeklin benzeridir, dolayısıyla kırılma açıları korunmaktadır (Tanık, 2003).

Şekil 2.7 deki;

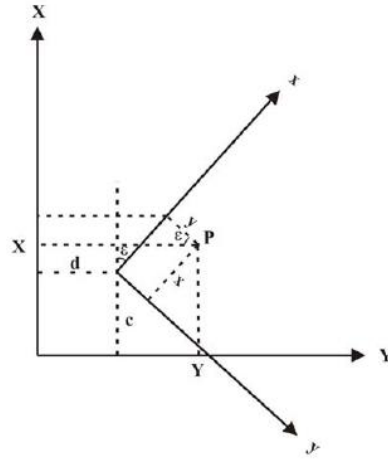
x, y: 1. Sistemin koordinatları

X, Y : 2. Sistemin koordinatları

ϵ : İki koordinat sistemi arasındaki dönüklük açısı

c, d : Öteleme elemanları

m: Ölçek faktörü



Şekil 2.7 : İki boyutlu benzerlik dönüşümü.

Şekil 2.7’de iki dik koordinat sistemi ve bir P noktasının her iki sistemdeki koordinatları gösterilmiştir. Bu noktanın her iki sistemdeki koordinatları arasında,

$$\begin{aligned} X &= x.m.\cos\varepsilon - y.m.\sin\varepsilon + c \\ Y &= m.\sin\varepsilon + y.\cos\varepsilon + d \end{aligned} \quad (2.1)$$

Eşitlikleri yazılabilir.

$$a = m.\cos\varepsilon, b = m.\sin\varepsilon \quad (2.2)$$

denirse, benzerlik dönüşümünün eşitlikleri

$$\begin{aligned} X &= a.x - by + c \\ Y &= a.y + b.x + d \end{aligned} \quad (2.3)$$

olur. Eşitlikteki a, b, c, d katsayıları dönüşüm parametreleri olarak isimlendirilir. Bu dönüşümde m ölçek katsayısı ve iki dik koordinat sistemi arasındaki ε dönüklüğü, parametreler cinsinden;

$$\begin{aligned} m &= \sqrt{a^2 + b^2} \\ \tan\varepsilon &= \frac{a}{b} \end{aligned} \quad (2.4)$$

olur. (Tanık, 2003; Mikhail ve Weerawong, 1997). Helmert dönüşümü olarak da bilinen Benzerlik dönüşümünde 1 ölçek, 1 dönüklük ve 2 öteleme olmak üzere toplam dört parametre vardır (Mitsakaki, 2004). Dört parametrenin çözümü için bu dört

parametreye karşılık gelen her iki sistemde koordinatları bilinen en az iki ortak noktaya ihtiyaç vardır. Ortak nokta sayısının ikiden fazla olması durumunda dönüşüm parametreleri bir parametre kestirim (EKK) yöntemine göre hesaplanır. Noktasayısının üç ya da daha fazla olması durumunda (3) eşitlikleri kullanılarak noktasayısının iki katı kadar düzeltme denklemi yazılabilir (Yaşayan, 1978).

$$\begin{aligned}
 ax_1 - by_1 + c &= X_1 + V_{X_1} \\
 ay_1 - bx_1 + d &= Y_1 + V_{Y_1} \\
 &\dots \\
 ax_n - by_n + c &= X_n + V_{X_n} \\
 ay_n - bx_n + d &= Y_n + V_{Y_n}
 \end{aligned} \tag{2.5}$$

$$A = \begin{bmatrix} x_1 & -y_1 & 1 & 0 \\ y_1 & x_1 & 0 & 1 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_n & -y_n & 1 & 0 \\ y_n & -x_n & 0 & 1 \end{bmatrix}_{2nx4} \tag{2.6}$$

$$X = \begin{bmatrix} a \\ b \\ c \\ d \end{bmatrix}_{4x1} \quad l = \begin{bmatrix} X_1 \\ Y_1 \\ \dots \\ \dots \\ X_n \\ Y_n \end{bmatrix}_{2nx1} \quad V = \begin{bmatrix} V_{X_1} \\ V_{Y_1} \\ \dots \\ \dots \\ V_{X_n} \\ V_{Y_n} \end{bmatrix}_{2nx1}$$

Bilinmeyenler Matrisi X ;

$$\begin{aligned}
 N &= A^T P A, \quad n = A^T P l \\
 X &= N^{-1} n
 \end{aligned} \tag{2.7}$$

Eşitliği ile hesaplanır. Bilinmeyenler bulunduktan sonra;

$$V = AX - l \quad (2.8)$$

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

$$m_0 = m_x = m_y = \pm \sqrt{\frac{[V_x^2 + V_y^2]}{2n - 4}} \quad (2.9)$$

Bir P noktasının konum hatası;

$$m_p = \pm m_0 \sqrt{2} = \pm \sqrt{\frac{[V_x^2 + V_y^2]}{n - 2}} \quad (2.10)$$

$$\begin{aligned} F(x, y, X, Y) &= a(x + V_x) - b(y + V_y) + c - (X + V_x) = 0 \\ G(x, y, X, Y) &= b(x + V_x) + a(y + V_y) + d - (Y + V_y) = 0 \end{aligned} \quad (2.11)$$

şeklinde yazılabilir. (2.11) eşitliklerini lineer hale getirmek için değişkenlere kısmi türev alınır.

$$\begin{aligned} \frac{\partial F}{\partial x} &= a & \frac{\partial F}{\partial y} &= -b & \frac{\partial F}{\partial X} &= -l \\ \frac{\partial F}{\partial a} &= x & \frac{\partial F}{\partial b} &= -y & \frac{\partial F}{\partial c} &= l \\ \frac{\partial G}{\partial x} &= b & \frac{\partial G}{\partial y} &= a & \frac{\partial G}{\partial Y} &= -l \\ \frac{\partial G}{\partial a} &= y & \frac{\partial G}{\partial b} &= x & \frac{\partial G}{\partial d} &= l \end{aligned} \quad (2.12)$$

(2.12) eşitliklerindeki kısmi türevler kullanılarak her bir nokta için (11) eşitliği matris gösteriminde aşağıdaki gibi ifade edilir (İnal ve Turgut, 2001).

$$\begin{matrix} \begin{bmatrix} a_0 & -b_0 & -1 & 0 \\ b_0 & a_0 & 0 & -1 \end{bmatrix} & \begin{bmatrix} V_x \\ V_y \\ V_x \\ V_y \end{bmatrix} & + & \begin{bmatrix} x & -y & 1 & 0 \\ y & x & 0 & 1 \end{bmatrix} & \begin{bmatrix} d_a \\ d_b \\ d_c \\ d_d \end{bmatrix} & = & \begin{bmatrix} X & -(a_0x - b_0y + c_0) \\ Y & -(b_0x + a_0y + d_0) \end{bmatrix} \\ B & V & & A & X & & K \end{matrix} \quad (2.13)$$

$$Q = \frac{1}{\sigma_0^2} \begin{bmatrix} \sigma_{x_1}^2 & & & & \\ & \sigma_{y_1}^2 & & & \\ & & \sigma_{x_1}^2 & & \\ & & & \sigma_{y_1}^2 & \\ & & & & \dots \\ & & & & & \dots \end{bmatrix} \quad (2.14)$$

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

$$\begin{aligned} W &= (BQB^T)^{-1} \\ X &= (A^TWA)^{-1}A^TWK \\ V &= AX - K \end{aligned} \quad (2.15)$$

eşitlikleriyle hesaplanır. 1. iterasyon sonucu hesaplanan parametreler kullanılarak yeniden B,W ve K matrisleri oluşturulur. Hesaplanan parametreler arasında fark görülmeyinceye kadar tekrarlanır (WolfandGhilani, 1997; İnal ve Turgut, 2001).

2.5.2 Afın Dönüşümü

Düzlem koordinatlarının dönüştürülmesinde jeodezide genellikle benzerlik dönüşümü kullanılmasına rağmen fotogrametri ve kartoğrafyada durum aynı değildir, çünkü film, kağıt veya benzeri maddeler deformasyona uğradıkları zaman her iki eksen boyunca bozulmalar aynı olmaz. Bu durumda afın dönüşümü tercih edilir (Kılıçoğlu,1995; Turgut ve İnal, 2003; Başçiftçi ve diğ.,2004).

Afın dönüşümü x ve y yönlerinde farklı ölçek içermesi ve koordinat eksenlerinin dik olmaması bakımından benzerlik dönüşümünden farklıdır (Wolf ve Dewitt, 2000). Belirli bir yönde ölçek sabittir. Ancak yön değişirse ölçekde değişir. Paralel doğrular dönüşümden sonra yine paraleldir. Açılar ise dönüşümden sonra değişirler (Yaşayan, 1978).

Afın dönüşümünde x ve y koordinat eksenleri yönünde 2 ölçek faktörü, 2 öteleme ve 2 dönüklük olmak üzere toplam altı parametrenin çözümü için her iki sistemde koordinatları bilinen üç ortak noktaya ihtiyaç vardır. Ortak nokta sayısının üçten fazla olması durumunda dönüşüm parametreleri en küçük kareler yöntemine göre dengeleme ile hesaplanır (İnal ve Turgut, 2001). Afın dönüşümünde iki ayrı koordinat sistemi arasındaki ilişki;

$$\begin{aligned} X &= ax + by + c \\ Y &= dx + ey + f \end{aligned} \quad (2.16)$$

eşitlikleriyle ifade edilir. En küçük kareler yöntemine göre dengelemeli çözüm için (2.16) eşitlikleri kullanılarak nokta sayısının iki katı kadar düzeltme denklemi yazılır.

$$\begin{aligned} A &= \begin{bmatrix} x_1 & y_1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & x_1 & y_1 & 1 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_n & y_n & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & x_n & y_n & 1 \end{bmatrix}_{2nx6} \\ X &= \begin{bmatrix} a \\ b \\ c \\ d \\ e \\ f \end{bmatrix}_{6x1} ; L = \begin{bmatrix} X_1 \\ Y_1 \\ \dots \\ \dots \\ X_n \\ Y_n \end{bmatrix}_{2nx1} ; V = \begin{bmatrix} V_{X_1} \\ V_{Y_1} \\ \dots \\ \dots \\ V_{X_n} \\ V_{Y_n} \end{bmatrix}_{2nx1} \end{aligned} \quad (2.17)$$

Dönüşüm parametreleri (2.17) eşitliği ile hesaplanır. Dolaylı ölçüler dengelemesine göre bir ölçünün bir koordinatın ortalama hatası;

$$m_0 = mx = my = \pm \sqrt{\frac{[V_x^2 + V_y^2]}{2n - 6}} \quad (2.18)$$

bir P noktasının konum hatası ;

$$mp = \pm m_0 \sqrt{2} = \pm \sqrt{\frac{[V_x^2 + V_y^2]}{n - 3}} \quad (2.19)$$

$$\begin{bmatrix} a_0 & -b_0 & -1 & 0 \\ d_0 & e_0 & 0 & -1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_x \\ V_y \\ V_x \\ V_y \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} x & y & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & x & y & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} d_a \\ d_b \\ d_c \\ d_d \\ d_e \\ d_f \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X & -(a_0x + b_0y + c_0) \\ Y & -(d_0x + e_0y + f_0) \end{bmatrix} \quad (2.20)$$

$$\begin{aligned} F(x, y, X, Y) &= a(x + V_x) + b(y + V_y) + c - (X + V_x) = 0 \\ G(x, y, X, Y) &= d(x + V_x) + e(y + V_y) + f - (Y + V_y) = 0 \end{aligned} \quad (2.21)$$

$$\begin{aligned} F &= X = \frac{a_1x + b_1y + c_1}{a_3x + b_3y + 1} \\ G &= Y = \frac{a_2x + b_2y + c_2}{a_3x + b_3y + 1} \end{aligned} \quad (2.22)$$

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

$$X = \begin{bmatrix} da_1 \\ db_1 \\ dc_1 \\ da_2 \\ db_2 \\ dc_2 \\ da_3 \\ db_3 \end{bmatrix}_{8 \times 1} ; L = \begin{bmatrix} X_1 - X_{01} \\ Y_1 - Y_{01} \\ X_2 - X_{02} \\ Y_2 - Y_{02} \\ \dots \\ \dots \\ X_n - X_{0n} \\ Y_n - Y_{0n} \end{bmatrix}_{2n \times 1} \quad (2.23)$$

$$\frac{\partial X}{\partial a_1} = \frac{x}{a_3x+b_3y+1}, \quad \frac{\partial X}{\partial b_1} = \frac{y}{a_3x+b_3y+1}, \quad \frac{\partial X}{\partial c_1} = \frac{1}{a_3x+b_3y+1}$$

$$\frac{\partial Y}{\partial a_2} = \frac{x}{a_3x+b_3y+1}, \quad \frac{\partial Y}{\partial b_2} = \frac{y}{a_3x+b_3y+1}, \quad \frac{\partial Y}{\partial c_2} = \frac{1}{a_3x+b_3y+1}$$

(2.24)

$$\frac{\partial X}{\partial a_3} = -\frac{a_1x+b_1y+c_1}{(a_3x+b_3y+1)^2}x, \quad \frac{\partial X}{\partial b_3} = -\frac{a_1x+b_1y+c_1}{(a_3x+b_3y+1)^2}x$$

$$\frac{\partial Y}{\partial a_3} = -\frac{a_2x+b_2y+c_2}{(a_3x+b_3y+1)^2}x, \quad \frac{\partial Y}{\partial a_3} = -\frac{a_2x+b_2y+c_2}{(a_3x+b_3y+1)^2}y$$

2.5.3 Polinomlarla Dönüşüm

Distorsiyonların dikkate alınabildiği, sürekli ve pratik kullanım kolaylığı olan dönüşüm yöntemlerinden biri de çok parametrelili polinomlarla dönüşümdür. Polinomlarla dönüşüm için polinom katsayılarının bulunmasında ortak noktaların enlemleri ve boylamları ile en küçük kareler yöntemine göre dengeleme yapılır. Dengeleme sonucu uyuşumsuz olan koordinatlar ve anlamsız çıkan katsayılar yapılan istatistik testlerle belirlenir ve elimine edilerek dengeleme tekrarlanır. Bu işleme uyuşumsuz koordinat ve anlamsız katsayı kalmayınca kadar devam edilir. Enlemler için polinom katsayılarını $a_{00}, a_{10}, a_{01}...$ ile, boylamlar için polinom katsayılarını $b_{00}, b_{10}, b_{01}...$ ile, enlemleri ϕ veya B ile, enlemler için dönüşüm değerlerini $\Delta\phi$ veya DB ile, boylamları λ veya L ile, boylamlar için dönüşüm değerlerini $\Delta\lambda$ veya ΔL ile gösterecek olursak, örneğin enlemler ve boylamlar için dönüşüm değerlerinin hesaplanması için 3'üncü dereceden polinomlar aşağıdaki gibi yazılabilir (İGNA Raporu, 2005).

$$\begin{aligned} \Delta\phi_i = & a_{00} + a_{10}U_i + a_{01}V_i + a_{20}U_i^2 + a_{11}U_iV_i + a_{02}V_i^2 + a_{30}U_i^3 \\ & + a_{21}U_i^2V_i + a_{12}U_iV_i^2 + a_{03}V_i^3 + \dots \end{aligned} \quad (2.25)$$

$$\Delta\lambda_i = b_{00} + b_{10}U_i + b_{01}V_i + b_{20}U_i^2 + b_{11}U_iV_i + b_{02}V_i^2 + b_{30}U_i^3 + b_{21}U_i^2V_i + b_{12}U_iV_i^2 + b_{03}V_i^3 + \dots \quad (2.26)$$

Şeklinde ifade edilir. (2.25) ve (2.26) eşitliklerinde geçen $\Delta\varphi_i$ $\Delta\lambda_i$ değerler ise;

$$\begin{aligned} \Delta\varphi_i &= \varphi_i^{1.sistem} - \varphi_i^{2.sistem} \\ \Delta\lambda_i &= \lambda_i^{1.sistem} - \lambda_i^{2.sistem} \\ U_i &= (\varphi_i - \varphi_0) * k \\ V_i &= (\lambda_i - \lambda_0) * k \\ \varphi_0 &= [\varphi]/n \\ \lambda_0 &= [\lambda]/n \end{aligned} \quad (2.27)$$

eşitlikleri ile hesaplanmaktadır, bu eşitliklerde;

n= ortak nokta sayısı

k= derece-radyan dönüşümünü de içeren keyfi bir ölçek katsayısıdır.

Başlangıç noktası (φ_0 veya B_0 , λ_0 veya L_0) olarak sistemin ağırlık noktası (verilen koordinatların ortalaması ile bulunacak nokta) veya koordinatları en küçük olan noktanın koordinatlarından daha küçük olan ve enlemi, boylamı tam derece olan bir nokta alınabilir. Birinci durumda bazı noktaların U ve V değerleri pozitif, bazılarınıninki negatif işaretli olacaktır, ayrıca farklar alınırken daha çok işlem yapmak gerekecektir. İkinci durumda bütün U ve V değerleri pozitif işaretli olacak ve farkların hesaplanması daha basit olacak, hatta hemen göz ile hesaplanabilecektir (IGNA Raporu, 2005).

Söz konusu dönüşüm eşitliğinin bilinmeyen polinom katsayıları ortak noktalar yardımıyla, Dolaylı ölçüler Dengelemesi çözümünden elde edilir. Elde edilen parametrelerle hesaplanacak bağıl koordinatlar, 2. Sistemin datumundaki mevcut koordinatlarla (2.28) eşitliğine göre toplanarak 1.sistemdeki koordinatları hesaplanır.

$$\begin{aligned} \varphi_i^{1.sistem} &= \varphi_i^{2.sistem} + \Delta\varphi_i \\ \lambda_i^{1.sistem} &= \lambda_i^{2.sistem} + \Delta\lambda_i \end{aligned} \quad (2.28)$$

POPE yöntemi ile düzeltmelerin test değerleri (2.29) eşitliği ile hesaplanır.

$$T = \frac{|V_i|}{m_0 \sqrt{q V_i V_i}} \quad (2.29)$$

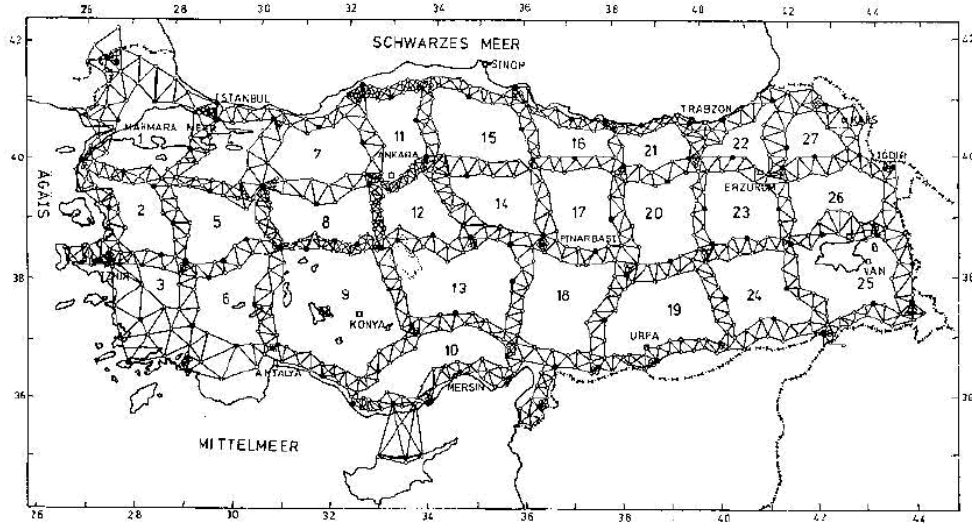
3. TÜRK İYE'DE KULLANILAN TEMEL JEODEZİK AĞLAR

3.1 Ülke Temel Yatay Kontrol Ağı

Ülkemizde temel jeodezik ağların kurulmasına dair ilk çalışmalar, 1934 yıllarında başlatılmıştır. Bu kapsamda Yatay Kontrol Ağı nokta tesisleri, yatay ve düşey açı ölçmeleri, baz ve astronomik ölçüler yapılmıştır. 1950' li yılların başına kadar yapılan çalışmalarla 1. Derece Yatay Kontrol Ağı oluşturulmuş, Meşedağ başlangıç noktası alınarak 1954 yılında dengelenmiş ve Türkiye Ulusal Datumu 1954 (TUD54) oluşturulmuştur. Ancak, TUD54' ün hesabında, çekül sapması ve geoidin bilinmemesi, Gravite ağının henüz oluşturulmamış olması ve düşey datum tanımındaki belirsizlikler nedeniyle yapılan ölçülere düzeltmeler tam olarak getirilememiştir. Bunun sonucu olarak da ağda bozulmalar meydana gelmiştir. Ancak TUD54 'ün temel yatay kontrol ağlarından beklenen 1 – 2 ppm doğruluğu sağladığı belirlenmiştir. Bulgaristan ve Yunanistan' da bulunan ve ED50 sisteminde koordinatları bilinen 8 ortak noktanın bağlantı ölçüleri kullanılarak hesaplanan TUD54 koordinatlarından yararlanarak TUD54' ün ED50 sistemine dönüşümü tamamlanmıştır [Çelik, 2000]. TUD54 ile ED50 arasındaki dönüşümün doğasına bağlı olarak sistematik bozulmalar beklenmektedir (Ayhan,vd., 2001c). ED50 datumunda; referans elipsoidi olarak Uluslararası 1924 Elipsoidi ($a=6378388m$; $b=6356911.9461m$; $f=1/297$; $e=0.08199188998$), başlangıç meridyeni olarak Greenwich Meridyeni alınmıştır. Bu sistemde elipsoit ile geoidin çakışık, jeodezik ve astronomik koordinatlarının aynı varsayıldığı temel nokta Postdam/Almanya' daki Helmertturn noktasıdır. Bu sistemde kullanılan referans elipsoidi ile yerin ağırlık merkezi arasında birkaç yüz metreye varan bir kayıklık söz konusudur (Fırat ve Lenk, 2002).

TUD54 27 poligon halkasından oluşmaktadır Şekil 6.1. de görüldüğü gibi, Datumu: ED50; Elipsoidi: Uluslararası Hayford; Dengeleme yılı: 1954; Avrupa ağıyla ortak nokta sayısı: 8; I. Derece poligon sayısı: 27; Astronomik nokta sayısı: 99; I. ve II. Derece Nokta sayısı: 904 + 3320; I.ve II. Derece nokta sıklığı: 185 km²/nokta; III.

Derece nokta sayısı: yaklaşık 55000; I., II. ve III. Derece nokta sıklığı: 13 km²/noktadır.



Şekil 3.1 : Türkiye Ulusal Nirengi Ağı (Ayan vd., 2003).

3.2 Türkiye Ulusal Temel GPS Ağı –TUTGA

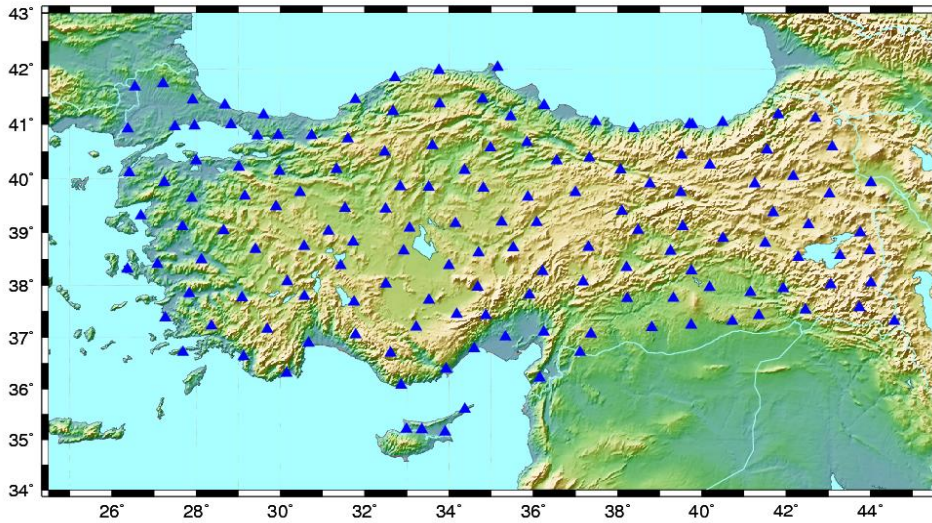
Kadastradan beklenen duyarlılık isteklerine cevap verebilecek, ülke yüzeyindeki tüm duyarlı jeodezik fotogrametrik uygulamaların dayandırılabilmesi, her tarafta aynı duyarlılığa sahip, mutlak konum duyarlılığı yüksek, homojen dağılımlı noktalardan oluşan, dünya ölçeğinde geçerli ve uluslararası standartlarda bir yersel referans sisteminde 3 boyutlu bir ulusal kontrol ağının oluşturulması amaçları ile “Ulusal Temel GPS Ağı”, Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü ile Harita Genel komutanlığı’nın işbirliğiyle 1997 ve 1998 yıllarında oluşturulmuştur (Erdoğan ve Ercan,1998).



Şekil 3.2 : TUTGA-99A Nokta dağılımı.

Proje ile ayrıca, WGS-84 ve ED50 koordinat sistemleri arasındaki dönüşüm parametrelerinin tüm Türkiye için doğru ve duyarlı olarak belirlenmesi, başta haritacılık olmak üzere, jeodezik uygulamaların daha kolay gerçekleştirilmesi hedeflenmektedir (HGK).

TUSAGA-Aktif sisteminin işletilmesi ve düzeltme parametrelerinin hesaplanması TKGM ve HGK'da kurulan kontrol merkezlerinden yapılmaktadır. Tüm istasyonlardan toplanan veriler ADSL ve GPRS/EDGE yolu ile veri merkezine aktarılmakta ve bu merkezlerde düzeltme parametreleri hesaplanarak arazideki kullanıcılara aktarılmaktadır. Gerçek Zamanlı Kinematik düzeltme verileri RTCM 3.1 ve CMR iletişim formatlarında olup, GPRS ve NTRIP (Network Transport of RTCM through Internet Protocol) vasıtaları ile gezici alıcılara gönderilmektedir. TUSAGA-Aktif istasyon yerlerinin seçiminde zemin yapısı, elektrik, telefon, İnternet ve güvenlik hususları dikkate alınmış ve tüm Türkiye'de gerçekleştirilen arazi keşifleri neticesinde Meteoroloji Genel Müdürlüğü Meteoroloji İstasyonları, Üniversiteler, Belediyeler ile Kamu Kurum ve Kuruluşlarına ait bina ve araziler seçilmiştir (HGK).

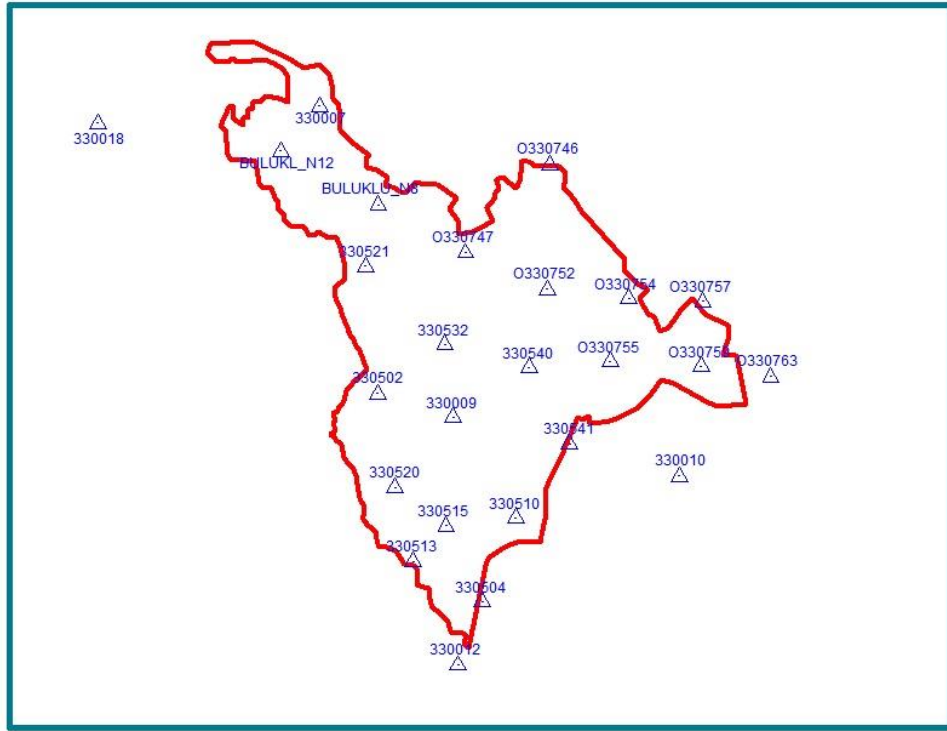


Şekil 3.4 : 146 Adet GNSS istasyonlarının dağılımı (HGK).

4. ÇALIŞMA ALANININ JEODEZİK ALTYAPISI VE SORUNLAR

4.1 Bölgenin Ulusal Yatay Kontrol Ağı Altyapısı

Bölgenin ulusal yatay kontrol ağı altyapısı olarak Şekil 4.1’ de dağılımı görülen nirengilerden bölge sınırları içerisinde gösterilmiştir.



Şekil 4.1 : Bölgedeki ülke nirengi (ED50) noktaları dağılımı.

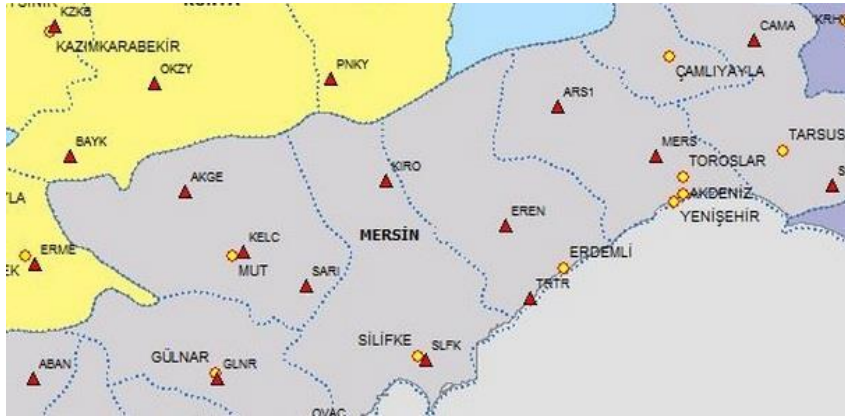
4.2 Bölgenin Kadastral Altyapısı

Bölgedeki kadastral alt yapıya bakıldığında zaman, kadastral verilerin çeşitli koordinat sistemlerinde bulunduğu görülmektedir. Bunlar bazı bölgelerde lokal koordinatlarda, bazı bölgelerde ED50 koordinatlarında bazı bölgelerde ise ITRF 96 koordinatlarında tutulmaktadır. Bunun sonucu olarakta koordinatlar arasındaki dönüşümlerde bütün olarak tek bir dönüşüm parametresi yerine parça parça farklı bölge parçaları için farklı dönüşüm parametreleri hesaplanmıştır. Bu durumda özellikle belediyeler ve kadastro arasında birçok veri uyumsuzluğuna sebep olabilmektedir. Bununla ilgili olarak son

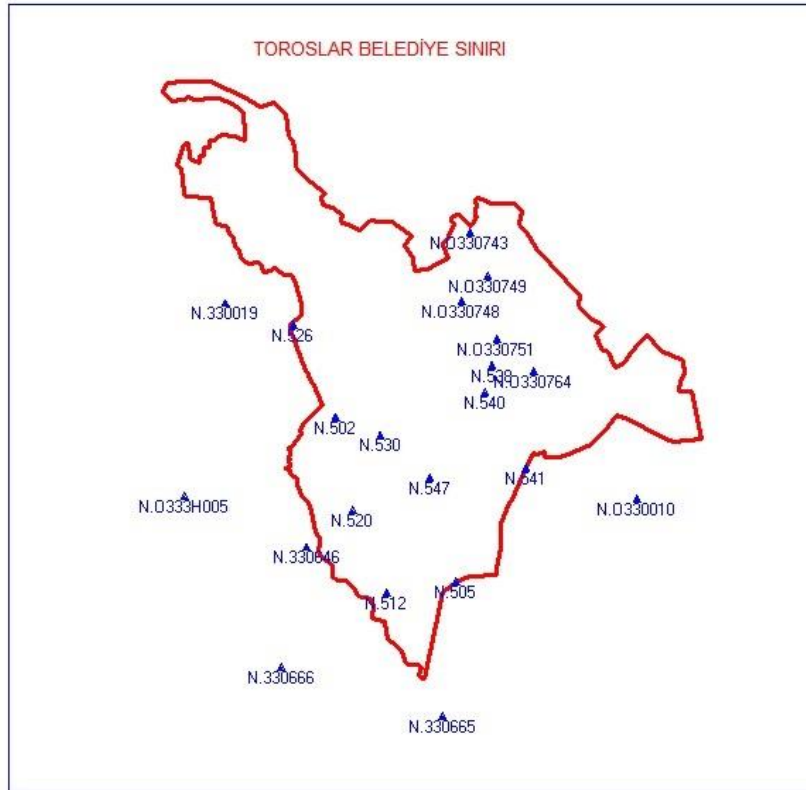
zamanlarda tek bir koordinat sistemine geçmek için bazı çalışmalar başlamakla birlikte bunun yapılmasının uzun zaman alacağı görülmektedir.

4.3 Bölgenin TUTGA Altyapısı

Çalışma bölgesine yakın olarak bir adet TUTGA noktası bulunmaktadır. Şekil 4.2’den de görüleceği gibi MERS adlı TUTGA noktası çalışma bölgesine en yakın konumdadır.



Şekil 4.2 : Bölgenin TUTGA nokta dağılımı (HGK).



Şekil 4.3 : Bölgedeki C2,C3 nokta dağılımı.

Şekil 4.3’de dağılımı görülen ITRF 96 koordinat sistemindeki nirengi noktaları görülmektedir.

4.4 Bölgenin Jeodezik Altyapısı Sorunları

Bu çalışmanın amacı mevcutta yaşanan belediye ile kadastro koordinat sistemleri dönüşüm problemleri için bölgeye ve veri yapısına uygun olacak şekilde bir datum dönüşüm yöntemini tespit etmek ve belediyenin kullanmakta olduğu imar koordinat sistemini BÖHKBÜY’ne uygun bir biçime getirmek. Tez çalışması Mersin ili Toroslar ilçesi Belediyesi’ni kapsamaktadır. Belediye imar koordinat istemine yani lokal bir koordinat sistemini kullanmaktadır. Her ne kadar imar sistemide olsa poligon ve nirengilerin büyük bir bölümü ED50 sisteminden imara dönüştürülmüş noktalardır. Yani kullanılan tek bir ED50-imar dönüşüm parametreleri olmayıp tamamen eski kullanılmakta olan sistemin içerisinde kontrolsüz bir şekilde dönüştürülmüş bir yapıda olmaktadır.

Bundan dolayı belediyede imar koordinat sistemi bir bütünlük arz etmemekte bölümler halinde parça parça kendi içerisinde uyumlu olabilmektedir. Bu sebeple imar’dan diğer bir sisteme dönüştürmek için kullanılan bir dönüşüm dosyası bulunmamaktadır.

5. UYGULAMA: Bölgesel Dönüşüm Parametrelerinin Belirlenmesi

Önceki bölümlerde anlatıldığı üzere uygulama alanı olarak Mersin ili Toroslar ilçesi sınırları seçilmiştir. Bu çalışmanın amacı mevcutta kullanılan imar koordinat sisteminin, Kadastronun kullandığı ED50 koordinat sistemine dönüşümü için uygun bir datum dönüşüm yöntemi belirlenip sağlıklı bir dönüşüm parametreleri hesaplamaktır. Bu çalışma kapsamında İki Boyutlu Helmert Benzerlik Dönüşümü ve Polinomlarla Dönüşüm yöntemleri kullanılıp sonuçlar karşılaştırılmıştır.

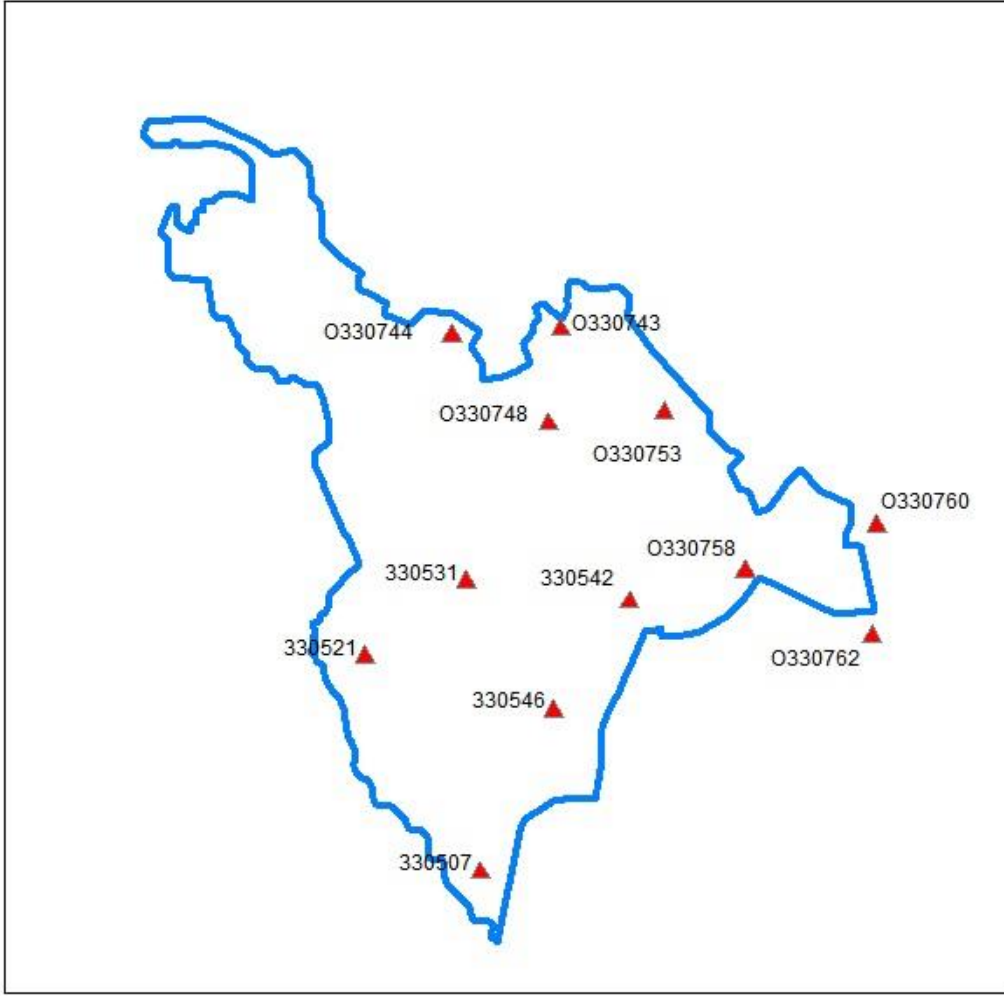
Yapılan çalışmalarda Helmert dönüşüm için nokta dağılımına bakıldığında bölgenin orta kısmında bir boşluk oluşmaktadır. Bundan dolayı orta kısım için de ayrı olarak Helmert dönüşüm yöntemi uygulanmış ve orta kısım içinde dönüşüm parametreleri elde edilmiştir. Orta kısım içinde yine genel Helmert dönüşümünde kullanılan tüm işlemler yapılmıştır. Sonuç olarak 3 farklı dönüşüm parametreleri bulunmuştur. Bunlar;

1-Helmert tüm bölge için tek bir dönüşüm parametresi

2-Helmert tüm bölge için iki adet dönüşüm parametresi (bir adet tüm bölge için, bir adet orta kısım için)

3-Polinomlarla dönüşüm parametreleri

Daha sonra bulunan 3 adet dönüşüm parametrelerinin hangisinin daha güvenilir olduğunu belirlemek için dağılımı Şekil 5.1’de gösterilen ve her iki sistemde koordinatları bulunan 12 adet nirengi noktaları belirlenmiştir. Bu kontrol amaçlı kullanılan bu noktalar her 3 yöntem ile dönüştürülüp dönüşüm hata değerleri hesaplanmıştır. Bu değerler Çizelge 5.14’ de belirtilmiştir.



Şekil 5.1 : Kontrol noktaları dağılımı.

5.1 İki Boyutlu Helmert Benzerlik Dönüşümü

Çalışmada ilk olarak iki boyutlu benzerlik dönüşümü kullanılmıştır. Bölgenin sınırlarına uygun olacak şekilde 25 adet ortak nokta seçilmiştir. Bu noktalar Çizelge 5.1’de gösterilmiştir. Dönüşüm işlemlerine geçmeden, noktalar içinde uyuşumsuz olan noktaların tespit edilmesi amacıyla Pope (Tau) istatistiklik uyuşum testi uygulanmıştır. Burada güven aralığı olarak 0.05 seçilmiştir. Bununla ilgili ayrıntılı işlem adımları Ek A ve Ek B’de verilmiştir. Noktaların Uyuşumluluk sonuçları Çizelge 5.2’de verilmiştir. Uyuşum testi ile tespit edilen noktalar dönüşüm işleminden çıkartılıp dönüşüm, önceki bölümlerden “Benzerlik Dönüşümü” konusunda belirtilen eşitlikler ile hesaplanmıştır. Bu hesap ile ilgili ayrıntılar Ek A ve Ek B’de gösterilmiştir.

Bu dönüşüm sonrası 4 adet dönüşüm parametresi hesaplanmıştır.

Bu parametreler :

2 adet öteleme

1 adet dönüklük açısı

1 adet ölçek faktörü

dir.

x, y: 1. Sistemin koordinatları

X, Y : 2. Sistemin koordinatları

ε : İki koordinat sistemi arasındaki dönüklük açısı

c, d : Öteleme elemanları

m: Ölçekfaktörü

olmak üzere bu noktanın her iki sistemdeki koordinatları arasında,

$$\begin{aligned} X &= x.m.\cos\varepsilon - y.m.\sin\varepsilon + c \\ Y &= m.\sin\varepsilon + y.\cos\varepsilon + d \end{aligned} \quad (5.1)$$

(5.1) eşitlikleri ile hesaplanmaktadır.

Uyuşum testi sonrası uyuşumsuz çıkan noktalar dönüşüm dışı bırakılarak yeniden dönüşüm yapılmıştır, bu işlem sonrası da düzeltme değerleri gözönüne alınmış ve Çizelge 5.3’de gösterilen düzeltme sınır değeri olan 14 cm’ yi aşanlar dönüşüm dışı bırakılmıştır. Bunlara bağlı olarak da çalışma bölgesi için iki boyutlu Helmert dönüşüm parametreleri elde edilmiştir. Dönüşüm parametreleri Çizelge 5.4’de verilmiştir.

Çizelge 5.1 : İmar-ED50 Datum dönüşümünde kullanılacak olan ortak noktalar.

İmar Koordinat Sistemi			ED50 Koordinat Sistemi	
N No	Sağa	Yukarı	Sağa	Yukarı
BULUK_N12	24292.150	38579.060	372437.970	4084434.390
BULUK_N8	26029.170	38072.290	374168.040	4083902.830
N.330007	24963.885	39533.844	373122.447	4085378.931
N.330009	27786.196	33615.748	375862.122	4079420.450
N.330010	32583.627	32474.330	380643.846	4078211.719

Çizelge 5.1 : İmar-ED50 Datum dönüşümünde kullanılacak olan ortak noktalar.
(Devam)

İmar Koordinat Sistemi			ED50 Koordinat Sistemi	
N No	Sağa	Yukarı	Sağa	Yukarı
N.330012	27936.898	28445.646	375939.974	4074247.985
N.330018	20309.108	39039.257	368460.281	4084949.610
N.330502	26227.742	34105.889	374310.502	4079932.575
N.330504	28431.582	29765.712	376453.283	4075561.141
N.330510	29133.887	31509.643	377180.196	4077295.256
N.330513	26984.656	30585.712	375017.846	4076401.569
N.330515	27642.781	31339.874	375686.629	4077146.492
N.330520	26610.558	32144.446	374665.696	4077965.647
N.330021	25874.306	36713.396	373993.379	4082545.399
N.330532	27585.921	35137.206	375683.278	4080944.801
N.330540	29359.979	34670.726	377450.844	4080453.300
N.330541	30245.707	33094.837	378314.406	4078864.856
N.O330746	29723.603	38958.791	377874.556	4084737.024
N.O330747	27981.247	37085.221	376105.741	4082887.699
N.O330752	29702.498	36336.414	377816.650	4082114.656
N.O330754	31409.450	36150.393	379521.157	4081904.661
N.O330755	31055.867	34829.987	379149.011	4080589.072
N.O330757	32967.920	36123.316	381079.398	4081855.712
N.O330759	32962.440	34742.774	381054.545	4080475.095
N.O330763	34396.495	34579.692	382486.450	4080291.872

Yapılan Pope (Tau) istatistik uyum testinde 5 adet nokta uyumsuz çıkmıştır.

Çizelge 5.2 : Pope (Tau) istatistik uyum testi sonuçları.

N NO	POPE TEST SONUCU	N NO	POPE TEST SONUCU
BULUK_N12	UYUŞUMSUZ	N.330021	UYUŞUMLU
BULUK_N8	UYUŞUMSUZ	N.330532	UYUŞUMLU
N.330007	UYUŞUMLU	N.330540	UYUŞUMLU
N.330009	UYUŞUMLU	N.330541	UYUŞUMLU
N.330010	UYUŞUMLU	N.O330746	UYUŞUMLU
N.330012	UYUŞUMLU	N.O330747	UYUŞUMLU
N.330018	UYUŞUMLU	N.O330752	UYUŞUMLU
N.330502	UYUŞUMLU	N.O330754	UYUŞUMLU
N.330504	UYUŞUMSUZ	N.O330755	UYUŞUMLU
N.330510	UYUŞUMSUZ	N.O330757	UYUŞUMLU
N.330513	UYUŞUMLU	N.O330759	UYUŞUMLU
N.330515	UYUŞUMLU	N.O330763	UYUŞUMLU
N.330520	UYUŞUMSUZ		

Çizelge 5.3 : Dönüşüm sonrası düzeltme değerleri.

N No	Vx (m)	Vy (m)	N No	Vx (m)	Vy (m)
N.330007	-0.020	0.004	N.O330746	-0.029	0.012
N.330009	0.122	-0.121	N.O330747	-0.004	0.002
N.330010	0.032	0.013	N.O330752	-0.001	0.003
N.330012	-0.128	0.161	N.O330754	-0.004	0.006
N.330018	0.000	-0.008	N.O330755	0.012	0.001
N.330502	0.064	-0.224	N.O330757	-0.009	0.008
N.330513	-0.036	-0.019	N.O330759	0.007	0.004
N.330515	0.040	-0.027	N.O330763	0.003	0.006
N.330021	0.008	-0.004			
N.330532	0.187	-0.212			
N.330540	0.257	-0.098			
N.330541	0.226	0.029			

Çizelge 5.4 : İki boyutlu helmert dönüşüm parametreleri.

Dönüşüm Parametreleri	
X yönünde Öteleme (m)	4046191.557
Y yönünde Öteleme (m)	347601.2102
Ölçek Faktörü	1.000098674
Dönüklük (radyan)	0.014035896
m0 karesel ortalama hata	0.017297257

Orta kısım içinde İki Boyutlu Helmert Benzerlik Dönüşüm yöntemi uygulanmıştır. Bu sebeple yukarıda Helmert dönüşüm yöntemi ile ilgili anlatılan tüm işlemler orta kısım içinde yapılmıştır. Orta kısımda dönüşüm için kullanılan noktaların listesi ve koordinat bilgileri Çizelge 5.5’ de verilmiştir.

Çizelge 5.5 : Orta bölüm için kullanılacak olan ortak noktalar.

İmar Koordinat Sistemi			ED50 Koordinat Sistemi	
N No	Sağa	Yukarı	Sağa	Yukarı
N.330021	25874.306	36713.396	373993.379	4082545.399
N.330532	27585.921	35137.206	375683.278	4080944.801
N.330540	29359.979	34670.726	377450.844	4080453.300
N.330541	30245.707	33094.837	378314.406	4078864.856
N.330009	27786.196	33615.748	375862.122	4079420.450
N.330502	26227.742	34105.889	374310.502	4079932.575
N.O330747	27981.247	37085.221	376105.741	4082887.699
N.330520	26610.558	32144.446	374665.696	4077965.647
N.330510	29133.887	31509.643	377180.196	4077295.256

Uyuşum testi sonrası uyuşumsuz çıkan ve düzeltme değerleri 14 cm'yi aşan noktalar dönüşüm dışı bırakılarak yeniden dönüşüm yapılmıştır, bu işlemler iteratif olarak uyuşumsuz ve düzeltme değeri 14 cm'yi aşan nokta kalmayıncaya kadar tekrarlanmıştır. Düzeltmeler ile ilgili değerler Çizelge 5.7'de gösterilmiştir.

Çizelge 5.6 : Orta bölümde kullanılan noktaların uyuşum testi sonuçları.

N NO	POPE TEST SONUCU
N.330021	UYUŞUMLU
N.330532	UYUŞUMLU
N.330540	UYUŞUMLU
N.330541	UYUŞUMLU
N.330009	UYUŞUMLU
N.330502	UYUŞUMLU
N.O330747	UYUŞUMLU
N.330520	UYUŞUMLU
N.330510	UYUŞUMLU

Çizelge 5.7 : Orta bölüm için dönüşüm sonrası düzeltme değerleri.

N No	Vx (m)	Vy (m)
N.330021	-0.093	0.147
N.330532	0.101	-0.129
N.330540	0.137	-0.022
N.330541	0.088	0.076
N.330009	0.031	-0.066
N.330502	0.002	-0.162
N.O330747	-0.151	0.157
N.330520	-0.085	-0.076
N.330510	-0.030	0.074

Sonuç olarak orta kısım için de iki boyutlu helmert dönüşüm parametreleri elde edilmiştir. Elde edilen dönüşüm parametreleri Çizelge 5.8'de verilmiştir.

Çizelge 5.8 : Orta bölüm için iki boyutlu helmert dönüşüm parametreleri.

Dönüşüm Parametreleri	
X yönünde Öteleme (m)	4046194.7
Y yönünde Öteleme (m)	347600.93
Ölçek Faktörü	1.0000463
Dönüklük (radyan)	0.0140918
m0 karesel ortalama hata	0.00027

5.2 Polinomlarla Dönüşüm

Çalışmada kullanılan ikinci dönüşüm yöntemi polinomlarla yöntemdir. Burada 2 katsayılı polinomlarla dönüşüm tercih edilmiştir. Önceki bölümlerde daha ayrıntılı değinildiği gibi, bu yöntemde noktaların coğrafi koordinatları kullanılmaktadır, bu nedenle ortak noktalar düzlem koordinatından coğrafi koordinatlara çevrilmiştir. Noktaların coğrafi koordinatları Çizelge 5.9’da gösterilmiştir.

Çizelge 5.9 : Dönüşümde kullanılacak olan ortak noktaların coğrafi koordinatları.

İmar Koordinat Sistemi			ED50 Koordinat Sistemi	
N No	Enlem (derece)	Boylam (derece)	Enlem (derece)	Boylam (derece)
BULUK_N12	0.34791876	31.73071627	36.88196534	34.56922104
BULUK_N8	0.34335553	31.74627846	36.87740907	34.58870883
N.330007	0.35653212	31.73672969	36.89056592	34.57673826
N.330009	0.30317037	31.76203484	36.83725527	34.60843632
N.330010	0.29289258	31.80501626	36.82698183	34.66221471
N.330012	0.25654323	31.76340161	36.79067082	34.61015154
N.330018	0.35205242	31.69503564	36.88606084	34.52452986
N.330502	0.30758521	31.74807229	36.8416637	34.59096304
N.330504	0.26845008	31.76782908	36.80256712	34.61568775
N.330510	0.28418051	31.77411496	36.81828302	34.62355083
N.330513	0.27584081	31.7548647	36.80994957	34.59947045
N.330515	0.28264448	31.76075782	36.816748	34.60684109
N.330520	0.28989716	31.75150838	36.82399249	34.5952679
N.330021	0.33109973	31.74489651	36.865158	34.5869757
N.330532	0.31689121	31.76023527	36.85096337	34.60618281
N.330540	0.31269063	31.77612947	36.84676652	34.62607447
N.330541	0.29848098	31.78406974	36.83256888	34.63600773
N.O330746	0.35136559	31.77937053	36.88541001	34.63013473
N.O330747	0.33446127	31.76376933	36.86852072	34.61060127
N.O330752	0.32771455	31.77919173	36.86177972	34.62990742
N.O330754	0.3260433	31.79448417	36.86010679	34.6490492
N.O330755	0.31413317	31.79132143	36.84820809	34.64508654
N.O330757	0.32580496	31.8084461	36.85986313	34.66652537
N.O330759	0.3133535	31.80840206	36.84742291	34.66646286
N.O330763	0.31188777	31.82125008	36.84595134	34.68254087

İlk olarak nokta kümesindeki uyuşumsuz ölçülerin tespiti için Pope uyuşum testi yapılmıştır, iteratif şekilde her defasında uyuşumsuz nokta çıkartılıp tekrar test edilmiştir, ikinci iterasyondan sonra uyuşumsuz nokta kalmadığı görülmüştür. Uyuşumsuz noktaların listesi Çizelge 5.10’da gösterilmiştir.

Çizelge 5.10 : Pope (Tau) istatistik uyumu testi sonuçları.

N NO	POPE TEST SONUCU	N NO	POPE TEST SONUCU
BULUK_N12	UYUŞUMSUZ	N.330021	UYUŞUMLU
BULUK_N8	UYUŞUMSUZ	N.330532	UYUŞUMLU
N.330007	UYUŞUMLU	N.330540	UYUŞUMLU
N.330009	UYUŞUMLU	N.330541	UYUŞUMLU
N.330010	UYUŞUMLU	N.O330746	UYUŞUMLU
N.330012	UYUŞUMLU	N.O330747	UYUŞUMLU
N.330018	UYUŞUMLU	N.O330752	UYUŞUMLU
N.330502	UYUŞUMLU	N.O330754	UYUŞUMLU
N.330504	UYUŞUMLU	N.O330755	UYUŞUMLU
N.330510	UYUŞUMLU	N.O330757	UYUŞUMLU
N.330513	UYUŞUMLU	N.O330759	UYUŞUMLU
N.330515	UYUŞUMLU	N.O330763	UYUŞUMLU
N.330520	UYUŞUMLU		

Önceki bölümlerde “Polinomal dönüşüm” başlığı ile anlatılan polinomlarla dönüşüm konusunda bahsi geçen eşitlikler kullanılarak gerekli hesaplamalar yapılmıştır. Ayrıntılı hesaplar Ek A, Ek B, Ek C ve Ek D’de gösterilmiştir.

Bu hesaplamalar neticesinde dönüşüm işlemleri yapılmıştır. Dönüşüm sonucunda hesaplanan nokta koordinatları ve düzeltme değerleri Çizelge 5.11’de verilmiştir.

Polinomlarla dönüşüm yönteminde dönüşüm parametreleri olarak polinom katsayıları hesaplanmaktadır. Çizelge 5.12’de yer alan bu katsayılar enlem ve boylam için ayrı ayrı hesaplanmaktadır. Böylelikle imar koordinat sisteminden ED50 koordinat sistemine dönüştürülecek olan noktalar bu katsayıları kullanarak aşağıdaki eşitlikler ile ikinci sistemdeki koordinatları hesaplanmış olacaktır.

$$\Delta\varphi_i = a_{00} + a_{10}U_i + a_{01}V_i + a_{20}U_i^2 + a_{11}U_iV_i + a_{02}V_i^2$$

$$\Delta\lambda_i = b_{00} + b_{10}U_i + b_{01}V_i + b_{20}U_i^2 + b_{11}U_iV_i + b_{02}V_i^2$$

$$U_i = (\varphi_i - \varphi_0) * k ; \quad V_i = (\lambda_i - \lambda_0) * k$$

$$\varphi_0 = [\varphi]/n , \quad \lambda_0 = [\lambda]/n \quad n = \text{ortak nokta sayısı}$$

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

k= derece-radyan dönüşümünü de içeren keyfi bir ölçek katsayısıdır.

Çizelge 5.11 : Polinomlarla dönüşüm sonrası hesaplanan koordinatlar ve düzeltme değerleri.

N NO	Hesaplanan Enlem (Derece)	V " (Saniye)	V (m)	Hesaplanan Boylam (Derece)	V " (saniye)	V (m)
N.330007	36.89056587	0.000172761	0.005	34.57673771	0.001962124	0.061
N.330009	36.83725599	-0.002576603	-0.080	34.60843587	0.0016052	0.050
N.330010	36.82698161	0.000781722	0.024	34.66221411	0.002149593	0.067
N.330012	36.79067073	0.000334696	0.010	34.61015141	0.000460053	0.014
N.330018	36.88606085	-5.23583E-05	-0.002	34.52453024	-0.001367939	-0.042
N.330502	36.84166389	-0.000687277	-0.021	34.59096191	0.004052751	0.126
N.330504	36.8025672	-0.000298623	-0.009	34.61568802	-0.000977315	-0.030
N.330510	36.81828368	-0.002373138	-0.074	34.62355129	-0.001671233	-0.052
N.330513	36.80994919	0.001359159	0.042	34.59947062	-0.000627416	-0.019
N.330515	36.81674798	7.32776E-05	0.002	34.6068413	-0.00076623	-0.024
N.330520	36.82399222	0.000980971	0.030	34.59526777	0.000473973	0.015
N.330021	36.86515728	0.00258769	0.080	34.58697688	-0.00426359	-0.132
N.330532	36.85096445	-0.00388426	-0.120	34.60618136	0.00521440	0.162
N.330540	36.84676809	-0.00565655	-0.175	34.62607396	0.001820306	0.056
N.330541	36.83257027	-0.00502082	-0.156	34.63600811	-0.00137915	-0.043
N.O330746	36.88541043	-0.001497601	-0.046	34.63013429	0.001600713	0.050
N.O330747	36.86852031	0.00147052	0.046	34.61060196	-0.002498296	-0.077
N.O330752	36.86177936	0.001311678	0.041	34.62990805	-0.002277178	-0.071
N.O330754	36.86010665	0.000491487	0.015	34.64904958	-0.001351667	-0.042
N.O330755	36.84820771	0.001366728	0.042	34.64508697	-0.001539968	-0.048
N.O330757	36.85986331	-0.000652956	-0.020	34.6665255	-0.000465259	-0.014
N.O330759	36.8474228	0.000380112	0.012	34.66646286	1.37368E-05	0.000
N.O330763	36.8459515	-0.000584555	-0.018	34.68254053	0.001224356	0.038

Başlangıç noktası (ϕ_0 veya B0, λ_0 veya L0) olarak sistemin ağırlık noktası (verilen koordinatların ortalaması ile bulunacak nokta) veya koordinatları en küçük olan noktanın koordinatlarından daha küçük olan ve enlemi, boylamı tam derece olan bir nokta da alınabilir.

Çizelge 5.12 : İmar koordinat sisteminden ED50'koordinat sistemine dönüşüm için polinom katsayıları.

İmar'dan ED50'ye Dönüştürmek İçin Hesaplanan Polinom Katsayıları			
	Enlem için		Boylam için
a00	131522.6919	b00	10255.94671
a10	-1.794109508	b10	0.007728462
a01	0.018365483	b01	518.6447021
a20	0.583381437	b20	-0.51443897
a11	-0.597881973	b11	19.70837363
a02	-7.458851695	b02	-0.65832073

Tüm bu dönüşüm çalışmalarından elde edilen dönüşüm parametrelerinin hangisinin daha güvenilir olduğunu belirlemek için, dağılımı Şekil 5.1'de gösterilen ve her iki sistemde koordinatları bulunan 12 adet nirengi noktaları belirlenmiştir. Bu noktaların koordinatları Çizelge 5.13'de verilmiştir.

Çizelge 5.13 : Kontrol için kullanılan noktaların koordinatları.

İmar Koordinat Sistemi			ED50 Koordinat Sistemi	
N No	Sağa	Yukarı	Sağa	Yukarı
N.330507	27890.856	29679.334	375911.315	4075482.379
N.330521	26062.627	32978.833	374129.497	4078807.794
N.330531	27611.111	34146.627	375694.510	4079953.821
N.330542	30129.280	33884.075	378209.096	4079655.771
N.330546	28987.597	32192.023	377043.515	4077979.729
N.O330743	29004.269	38058.479	377142.519	4083846.707
N.O330744	27336.032	37935.697	375472.398	4083747.322
N.O330748	28838.576	36604.417	376956.406	4082394.811
N.O330753	30621.019	36797.638	378741.732	4082563.041
N.O330758	31900.160	34375.823	379987.013	4080123.011
N.O330760	33915.660	35109.532	382013.003	4080828.517
N.O330762	33872.791	33409.236	381946.271	4079128.637

Kontrol amaçlı kullanılan bu noktalar her 3 yöntem ile dönüştürülüp dönüşüm düzeltme değerleri hesaplanmıştır. Bu değerler Çizelge 5.14' de belirtilmiştir.

Çizelge 5.14 : Kontrol noktalarının düzeltme değerleri.

N No	Helmert (Bütün)		Helmert (2 Kısım)		Polinomal	
	Vy(m)	Vx(m)	Vy(m)	Vx(m)	Vy(m)	Vx(m)
N.330507	0.0794	-0.0140	0.0004	-0.0001	0.0185	-0.0140
N.330521	-0.2006	-0.0292	-0.0004	0.0001	-0.0496	-0.0292
N.330531	-0.1858	0.0961	-0.0005	0.0003	-0.0692	0.0961
N.330542	-0.0395	0.2353	0.0004	0.0002	0.0085	0.2353
N.330546	-0.0036	0.0875	0.0794	-0.0326	0.0312	0.0875
N.O330743	0.0070	-0.0041	0.0070	-0.0165	0.0113	-0.0041
N.O330744	0.0031	-0.0328	0.0031	-0.0105	0.0327	-0.0328
N.O330748	0.0016	-0.0463	0.0016	-0.0004	0.0631	-0.0463
N.O330753	0.0065	-0.0142	0.0065	-0.0085	0.0346	-0.0142
N.O330758	0.0004	-0.0362	0.0004	0.0136	0.0133	-0.0362
N.O330760	0.0076	0.0186	0.0076	-0.0003	-0.0093	0.0186
N.O330762	0.0011	-0.0079	0.0011	0.0176	-0.0594	-0.0079

Hesaplamalar sonrası elde edilen Çizelge 5.14'de gösterilen düzeltme değerleri kullanılarak dönüşüm yöntemlerinin ortalama hataları hesaplanmıştır.

Buna göre hata miktarları aşağıda belirtilmiştir;

Çizelge 5.15 : Dönüşüm yöntemlerinin ortalama hata miktarı

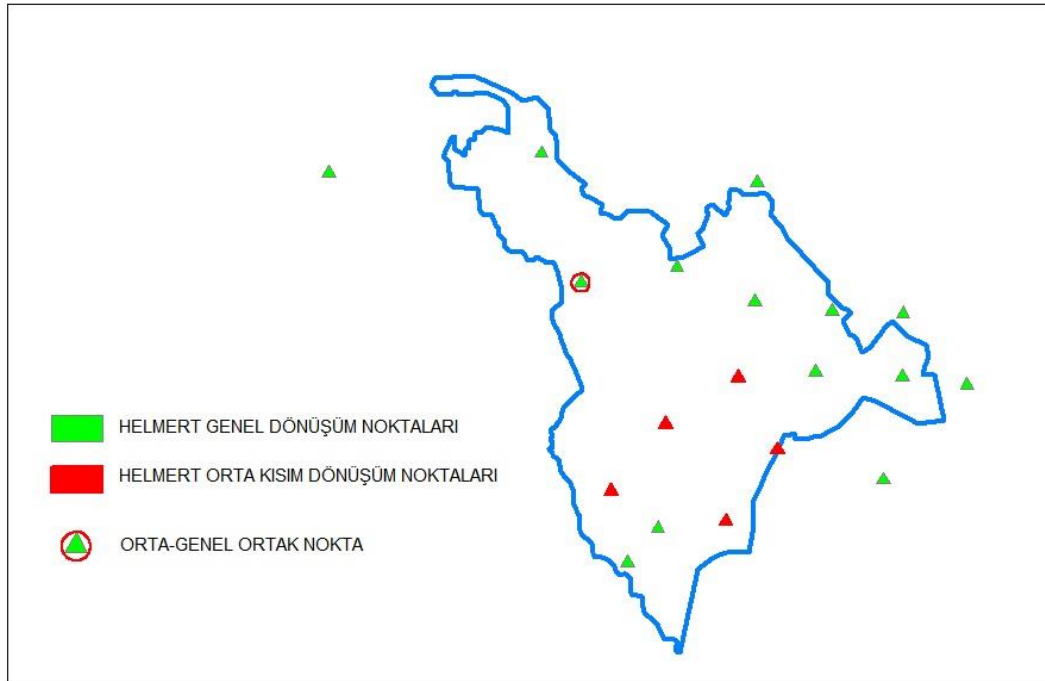
DÖNÜŞÜM YÖNTEMİ	m₀ hatamiktarı
Helmert Benzerlik Dönüşümü (Bütün)	0.1009
Helmert Benzerlik Dönüşümü (2 Kısım)	0.0188
Polinomal dönüşüm	0.0637

5.3 Dönüşüm Sonuçlarının Karşılaştırılması

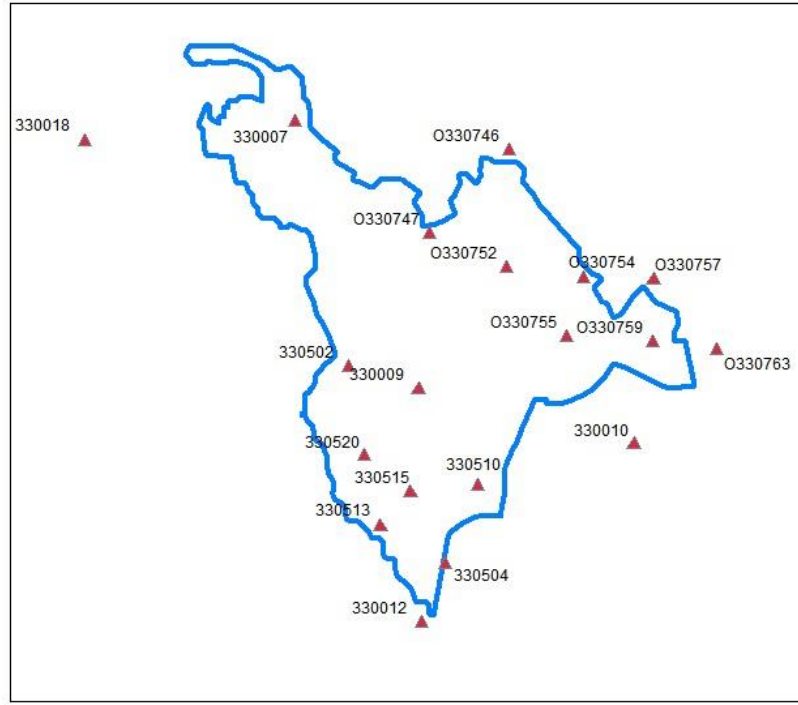
Çalışma bölgesinde İki Boyutlu Helmert Benzerlik Dönüşümü ve Polinomlarla Dönüşüm yapılmış, yapılan dönüşümlerin sonuçları neticesinde dönüşüm parametreleri hesaplanmıştır. Bu çalışmalar sonucunda önümüze 3 tane dönüşüm yolu çıkmıştır. Bunlardan birincisi tüm bölge için tek bir dönüşüm parametresi olan Helmert benzerlik dönüşümü, ikincisi iki kısımdan oluşan ve her bir bölge için birer tane olmak üzere toplamda 2 tane dönüşüm parametresi olan Helmert benzerlik dönüşümü, sonuncusu ise polinomlarla dönüşüm.

Tüm bu dönüşüm parametresi hesaplama çalışmalarından elde edilen dönüşüm parametrelerinin hangisinin daha güvenilir ve hassas olduğunu belirlemek için, dağılımı Şekil 5.1’de gösterilen ve her iki sistemde koordinatları bulunan 12 adet nirengi noktaları belirlenmiştir. Koordinatları Çizelge 5.13’de verilen kontrol amaçlı kullanılan bu noktalar her 3 yöntem ile dönüştürülüp dönüşüm düzeltme değerleri hesaplanmıştır ve bu değerler Çizelge 5.14’ de verilmiştir.

Polinomal dönüşümde bütün bölge için tek bir dönüşüm parametresi olsa ve dönüşüm noktalarının bütünsel bir dağılım gösterebilse, polinomal dönüşüm yönteminin karakteristik özelliği olan elastik yapısından dolayı dönüşüm hataları çok net olarak görülemeyebilir, bundan dolayı kontrol noktaları kullanılarak dönüşüm hata miktarları hesaplanmıştır. Çizelge 5.14’deki verilere ve Çizelge 5.15’deki ortalama hata miktarlarına bakılırsa iki kısımdan oluşan Helmert Benzerlik Dönüşüm yönteminin diğer iki yöntemden daha hassas ve sağlıklı sonuçlar verdiği görülmüştür.



Şekil 5.2 : İki kısımdan oluşan Helmert Benzerlik dönüşümü nokta dağılımı.



Şekil 5.3 : Polinomal dönüşüm noktalarının dağılımı.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Ülkemizdeki önemli hukuksal sorunlardan birisi de vatandaşların mülkiyetlerinde ki yaşanan problemlerdir. Bu sorunların temeline inildikçe asıl sebebin kurumların, özellikle kadastro ve belediyelerin kullanmış oldukları harita ve buna bağlı mülkiyet verilerinin sağlıklı olmaması ve bununla beraber aralarında ortak bir koordinat sisteminin bulunmamasıdır.

Bu çalışmanın amacı yukarıda bahsi geçen konu ile ilgili olarak Mersin ili Toroslar Belediyesi sınırları içerisindeki kullanılan imar koordinat sisteminden, kadastronun kullandığı ED50 koordinat sistemine sağlıklı bir biçimde dönüşümü sağlayan datum dönüşüm yöntemi belirlemek ve buna bağlı olarak datum dönüşüm parametreleri hesaplamaktır.

Bu kapsamda çalışma sınırları içinde dönüşüm için uygun dağılımlı ortak noktalar belirlenmiştir. Bunoktaların belirlenmesinde BÖHHBÜY’de datum dönüşümleri konusunda belirtilen, noktaların bölgeye dağılımda ki homojenlik ve ortak nokta sayıları gibi kriterlere uyulmaya çalışılmıştır.

İki çeşit datum dönüşüm yöntemi uygulanmıştır. Bunlar İki Boyutlu Helmert Benzerlik Dönüşümü ve 2 katsayılı Polinomlarla Dönüşüm yöntemleridir.

Noktaların uyşumluğunu belirlemek için pope (Tau) testi uygulandı ve uyşumsuz çıkan noktalar ile birlikte düzeltme sınır değeri olan 14 cm’yi aşan noktalar dönüşüm işleminin dışında tutularak dönüşüm işlemleri iteratif olarak tekrar yapılmıştır. Bu işlemler uyşumsuz ölçü ve düzeltme sınır değerini aşan nokta kalmayınca kadar iteratif olarak tekrarlanmıştır. Bu işlem için Helmert dönüşümü için 6. hesaplamada, polinomlarla dönüşüm için 5. hesaplamada, orta kısım Helmert dönüşümünde 3. hesaplamada uyşumsuz ve düzeltme değerini (14 cm) aşan nokta kalmamıştır.

Helmert Benzerlik dönüşümün işlemlerinden sonra elde edilen dönüşüm noktalarının dağılımına bakıldığında bölgenin orta kısmında boşluk olduğu görülmüş, bundan dolayı bu orta kısım için ayrı bir Helmert dönüşüm parametreleri hesaplamak için orta kısımdaki elenen noktaların kendi aralarındaki uyşuma bakılmış ve bu noktaların

kendi içinde uyumlu olduğu tespit edilmiştir. Bundan dolayı Helmert benzerlik dönüşümü için orta kısım ve genel olmak üzere iki adet Helmert dönüşüm parametreleri elde edilmiştir.

Tüm bu dönüşüm parametresi hesaplama çalışmalarından elde edilen dönüşüm parametrelerinin hangisinin daha hassas ve güvenilir olduğunu belirlemek için, dağılımı Şekil 3.9’da gösterilen ve her iki sistemde koordinatları bulunan 12 adet nirengi noktaları belirlenmiştir. Koordinatları Çizelge 5.13’de verilen kontrol amaçlı kullanılan bu noktalar her 3 yöntem ile dönüştürölüp dönüşüm düzeltme değeri hesaplanmıştır. Bu değeri Çizelge 5.14’ de belirtilmiştir.

Çizelge 5.14 ve Çizelge 5.15’deki değeriye bakılıp değeriendirildiğinde polinomal dönüşüm ve iki lıısından oluşarı Helmert Benzerlik dönüşümünün çalışma bölgesi için kullanılabileceği görölmüştür. Ancak burada iki kısımdan oluşarı Helmert dönüşümünün polinomal dönüşüme kıyasla daha hassas sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir. Bundan dolayı bu iki dönüşüm yönteminin bölgede kullanım amacına göre kullanılabileceği örneğinin dönüşümde hassasiyet gerektiren çalışmalarda iki kısımdan oluşarı Helmert dönüşümü, eğer bölgede bütünsellik gerektiren çalışmalarda ise polinomal dönüşümün kullanılabileceği kanaatine varılmıştır.

Bunlara ek olarak dönüşümde kullanılacak noktaların uyumlu olmaları ve gerek sayı gerekse çalışma alanına dağılımının sağlıklı bir dönüşümde önemli rol oynadığı belirlenmiştir.

KAYNAKLAR

- Alkan, M ve Can, E.** (2009). Tapu ve Kadastro Bilgi Sisteminin (TAKBİS) Geçmişi ve Gelişim Sürecinin Dünya Perspektifi Bazında İrdelenmesi, TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 12. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, Ankara.
- Abrahart, R. J. ve See, L.**(2000).Comparing neural network and autoregressive moving average techniques for the provision of continuous river flow forecasts in two contrasting catchments, *Hydrolog.Process.*,**14**, 2157–2172.
- Arslan, E.** (1997). GPS Koordinatlarından Ülke Koordinatlarına Dönüşüm, *Türkiye 6. Bilimsel ve Teknik Harita Kurultayı*, 303 – 319, Ankara.
- Ayan, T., Deniz, R., Gürkan, O., Öztürk, E., Çelik, R. N.**(2003). Ulusal Jeodezik Referans Sistemleri ve CBS, *TUJK 2003 Yılı Bilimsel Toplantısı, Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Jeodezik Ağlar Çalıştayı*, Konya.
- Ayan T., Çelik R.N., Deniz R., Arslan E., Özşamlı C., Denli H., Akyılmaz O.,Erol S.,Özlüdemir M.T., Erol B., Acar M., Mercan H., Tekdal E.** (2005). İstanbul GPS Nirengi Ağı 2005-2006 Yenileme Ölçü ve Değerlendirmesi, *İTÜİnsaat Fakültesi Jeodezi Anabilim Dalı, Teknik Rapor*, İstanbul.
- Ayan T.** (2009). Referans Sistemler , *TUJK*, Konya.
- Ayhan, M. E.,Lenk, O., Demir, C., Kılıçoğlu, A., Kahveci, M., Türkezer, A., Ocak, M., Açıkgöz, M., Yıldırım, A., Aktug, B., Sengün, Y.S., Kurt, A. _., Fırat, O.** (2001). Türkiye Ulusal Temel GPS Ağı – 1999 (TUTGA – 99), *Hrt. Gn. K.lığı, Teknik Rapor*, Ankara.
- Başçiftçi, F., İnal, C., Başçiftçi, F.** (2004) Programming of TwoDimensionalCoordinateTransformation, *2nd International Symposium on Electrical, Electronic andComputerEngineering, Near East University, Lefkoşa, KKTC*.
- Bıyık, C ve Karataş K.** (2002). Yüzyılımızda Kadastroda İçerik ve Kapsam, *Selçuk Üniversitesi Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Öğretiminde 30. Yıl Sempozyumu*, Konya.
- BÖHHBUY** (2011). Büyük Ölçekli Harita ve Harita Bilgileri Üretim Yönetmeliği.
- Çelik, R. N.**(2000). GPS ve Ülke Nirengi Ağı, *TMMOB HKMO İstanbul Şubesi Bülteni*, 12 – 13, İstanbul.
- Çelik, R.N. ve diğerleri.** (2005). Mekansal Veri Toplama Teknolojileri ve Büyük Ölçekli Harita ve Harita Bilgileri Üretim Yönetmeliği, *HKMO 10. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı*, Ankara.

- Demir, O ve Çoruhlu Y.E.**(2007). Grafik Kadaastro Sorunu ve Çözüm Olanaklarının Araştırılması: Trabzon-Akçaabat Örneği, *TMMOB Harita ve Kadaastro Mühendisleri Odası 11. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı*, Ankara.
- Demirkol, E.Ö, Yıldırım A, Gürdal M.A.** (2002). Avrupa Datumu 1950 (ED-50) ile Dünya JeodezikSistemi 1984 (World GeodeticSystem 1984: WGS84) Arasında DatumDönüşümü ve Askeri Uygulamaları, *Hrt. Gn. K.lığı*, Ankara.
- Demirtaş, M.Ü.** (2006). Bölgesel Koordinat Dönüşümleri, *YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü*,(Yüksek Lisans Tezi)
- DPT** (2001), Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı, Harita, Tapu Kadaastro, Coğrafi Bilgi Sistemleri, Uzaktan Algılama Sistemleri (Arazi ve Arsa Politikaları, Arazi Topplulaştırması, Arazi Kullanımı) Özel İhtisas Komisyonu Raporu, Ankara.
- Erkan, H.** (2010) Kadaastro Bilgisi, *Güncellenmiş Yeni Baskı, TMMOB Harita ve Kadaastro Mühendisleri Odası Yayını*, Ankara.
- Fırat, O. ve Lenk, O.** (2002). Avrupa Datumu 1950 (ED-50) ile Türkiye Ulusal Temel GPS Ağı 1999 (TUTGA-99) Arasında Datum Dönüşümü, *Hrt. Gn. K.lığı*, Ankara.
- Fiala, F.** (1976) Matematiksel Kartoğrafya, *İstanbul Teknik Üniversitesi Yayını*, İstanbul.
- İnal, C., Turgut, B.** (2001). Nokta Konum Duyarlılıkları İle Koordinat Dönüşümü, *S.Ü. Müh. Mim. Fak. Derg.* 16, 2, 39-46.
- Kılıçoğlu, A.** (1995). *Jeodezi'de Dönüşümler*,İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, (Yüksek Lisans Tezi), İstanbul.
- Köktürk, E.**(2009).Türkiye Kadaastrosunun Gerçekleri, *İstanbul Bülteni, TMMOB Harita ve Kadaastro Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi Yayın Organı*, Mayıs 2009, s: 30-33, İstanbul.
- Köktürk, E. ve Bakırtaş, T.** (2009).Türkiye Ekonomisi-Türkiye Kadaastrosu İlişkisi Üzerine, *TMMOB Harita ve Kadaastro Mühendisleri Odası 12. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı*, Ankara
- Kumar, M.** (1993). World Geodetic System 1984, *A Reference FrameFor Global Mapping, Chartingand Geodetic Applications, Surveyingand Land Information Systems*, Vol.53, No:1, 53 – 56.
- Leick, A.** (1990). GPS Satellite Surveying, *A. Wiley – Interscience Publication John Wiley&Sons*.
- Mikhail, M.E.,Weerawong, K.** (1997). Exploitationof Linear Featuresin Surveying and Photogrammetry, *Journal of SurveyingEngineering*, 23, 1, 32-47.
- Mitsakaki, C.** (2004). Coordinate Transformations, *FIG WorkingWeek*, May 22-27, Athens, Greece.
- Pektekin, A.** (1989). Dönüşümler ve Seçmeli Noktalara Göre Programlanması, *Türkiye II. Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı*, 6-10 Ocak, Ankara.
- Şerbetçi, M.** (1996). Haritacılık Bilimi Tarihi, *Harita Dergisi*, Özel Sayı 15.

- Şişman, Y. ve Dilaver, A.** (2005).Datum Dönüşümünde Kalite Kontrol, *Türkiye 10.Bilimsel ve Teknik Harita Kurultayı*, Ankara.
- Tanık, A.** (2003). *Dönüşümler ve Uygulamaları*, Yıldız Teknik Üniversitesi FenBilimleri Enstitüsü , (Yüksek Lisans Tezi), İstanbul.
- Turgut, B., İnal, C.** (2003). Nokta Konum Duyarlıklarının İki ve Üç Boyutlu Koordinat Dönüşümüne Etkisi, Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Jeodezik Ağlar Çalıştayı, 24-26 Eylül, Konya.
- Üstün, A.** (1996). *Datum Dönüşümleri*, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Yüksek Lisans Tezi), İstanbul.
- Wolf, P.R., and Ghilani, C.D.** (1997). Adjustment Computations, Static and Least Squares In Surveying And GIS, *JOHN WILEY & SONS, INC.*
- Wolf, P.R., Dewitt, B.A.** (2000). Elements of Photogrammetry with Applications in GIS, Third Edition, McGraw-HillCompanies.
- Yaşayan, A.** (1978). (1989).Hava Fotogrametrisinde İki Boyutlu Doğrusal Dönüşümler ve Uygulamaları, *K.T.Ü.Yayın* No:102, YBF Yayın No: 19, Trabzon.

EKLER

EK A: İki boyutlu helmert benzerlik dönüşümü için sonuncu hesaplamalar.

EK B. Orta kısım için iki boyutlu helmert benzerlik dönüşümü sonuncu hesaplamalar.

EK C. 2.derece katsayılı polinomlarla dönüşümü sonuncu hesaplamalar (Enlem için hesaplamalar).

EK D. 2.derece katsayılı polinomlarla dönüşümü sonuncu hesaplamalar (Boylam için hesaplamalar).

EK A. İki boyutlu helmert benzerlik dönüşümü için sonuncu hesaplamalar.

A	1	0	39533.844	-24963.885
	0	1	24963.885	39533.844
	1	0	32474.330	-32583.627
	0	1	32583.627	32474.330
	1	0	39039.257	-20309.108
	0	1	20309.108	39039.257
	1	0	30585.712	-26984.656
	0	1	26984.656	30585.712
	1	0	31339.874	-27642.781
	0	1	27642.781	31339.874
	1	0	36713.396	-25874.306
	0	1	25874.306	36713.396
	1	0	38958.791	-29723.603
	0	1	29723.603	38958.791
	1	0	37085.221	-27981.247
	0	1	27981.247	37085.221
	1	0	36336.414	-29702.498
	0	1	29702.498	36336.414
	1	0	36150.393	-31409.450
	0	1	31409.450	36150.393
	1	0	34829.987	-31055.867
	0	1	31055.867	34829.987
	1	0	36123.316	-32967.920
	0	1	32967.920	36123.316
	1	0	34742.774	-32962.440
	0	1	32962.440	34742.774
	1	0	34579.692	-34396.495
	0	1	34396.495	34579.692

$$Q_{xx} = \begin{vmatrix} 7.35219498 & 7.28628E-14 & -0.000122316 & 0.000100248 \\ 1.17346E-14 & 7.35219498 & -0.000100248 & -0.000122316 \\ -0.000122316 & -0.000100248 & 3.43519E-09 & -5.54238E-24 \\ 0.000100248 & -0.000122316 & -3.39826E-23 & 3.43519E-09 \end{vmatrix}$$

L=	4085378.931	X =		
	373122.447			
	4078211.719			
	380643.846			
	4084949.610			
	368460.281			
	4076401.569			
	375017.846			
	4077146.492			
	375686.629			
	4082545.399			
	373993.379		4046192	tx
	4084737.024		347601.2	ty
	377874.556		1.000099	a yardımcı parametre
	4082887.699		0.014036	b yardımcı parametre
	376105.741			
	4082114.656			
	377816.650			
	4081904.661			
	379521.157			
	4080589.072			
	379149.011			
	4081855.712			
	381079.398			
	4080475.095			
381054.545				
4080291.872				
382486.450				

V	-0.020	V*V	0.0004
	0.004		0.0000
	0.032		0.0010
	0.013		0.0002
	0.000		0.0000
	-0.008		0.0001
	-0.036		0.0013
	-0.019		0.0004
	0.040		0.0016
	-0.027		0.0007
	0.008		0.0001
	-0.004		0.0000
	-0.029		0.0009
	0.012		0.0001
	-0.004		0.0000
	0.002		0.0000
	-0.001		0.0000
	0.003		0.0000
	-0.004		0.0000
	0.006		0.0000
	0.012		0.0001
	0.001		0.0000
	-0.009		0.0001
	0.008		0.0001
	0.007		0.0000
	0.004		0.0000
	0.003		0.0000
	0.006		0.0000
[VV]			0.0072
m ₀			0.0172973

Çizelge A.1 : İstatistik güven aralığı 0.05' e göre Pope uyum testi.

N No	V _x	T _x	V _y	T _y	Pope (Tau) Sınır Değeri	Sonuç
N.330007	-0.020	1.0202	0.004	0.2309	2.9	uyuşumlu
N.330010	0.032	1.7079	0.013	0.6786	2.9	uyuşumlu
N.330018	0.000	0.0177	-0.008	0.3568	2.9	uyuşumlu
N.330513	-0.036	1.8822	-0.019	1.0099	2.9	uyuşumlu
N.330515	0.040	2.1529	-0.027	1.4430	2.9	uyuşumlu
N.330021	0.008	0.4119	-0.004	0.2316	2.9	uyuşumlu
N.O330746	-0.029	1.5919	0.012	0.6380	2.9	uyuşumlu
N.O330747	-0.004	0.1964	0.002	0.0854	2.9	uyuşumlu
N.O330752	-0.001	0.0410	0.003	0.1785	2.9	uyuşumlu
N.O330754	-0.004	0.2038	0.006	0.3128	2.9	uyuşumlu
N.O330755	0.012	0.6562	0.001	0.0387	2.9	uyuşumlu
N.O330757	-0.009	0.4817	0.008	0.4552	2.9	uyuşumlu
N.O330759	0.007	0.3683	0.004	0.2012	2.9	uyuşumlu
N.O330763	0.003	0.1826	0.006	0.3279	2.9	uyuşumlu

EK B. Orta kısım için iki boyutlu helmert benzerlik dönüşümü sonuncu hesaplamalar.

A	1	0	34670.726	-29359.979
	0	1	29359.979	34670.726
	1	0	33094.837	-30245.707
	0	1	30245.707	33094.837
	1	0	33615.748	-27786.196
	0	1	27786.196	33615.748
	1	0	32144.446	-26610.558
	0	1	26610.558	32144.446
	1	0	31509.643	-29133.887
	0	1	29133.887	31509.643

L	4080453.300
	377450.844
	4078864.856
	378314.406
	4079420.450
	375862.122
	4077965.647
	374665.696
	4077295.256
	377180.196

Q _{xx}	133.5115642	-9.93198E-13	-0.002305005	0.001999146
	1.38098E-11	133.5115642	-0.001999146	-0.002305005
	-0.002305005	-0.001999146	6.98336E-08	-2.54527E-21
	0.001999146	-0.002305005	5.19733E-21	6.98336E-08

	4046194.703	tx
X	347600.9309	ty
	1.000046326	a yardımcı parametre
	0.014091833	b yardımcı parametre

V	-0.0004	V*V	1.67E-07
	0.0002		2.74E-08
	0.0001		3.14E-09
	0.0000		1.04E-09
	0.0002		4.28E-08
	-0.0003		9.97E-08
	-0.0001		3.3E-09
	-0.0001		1.46E-08
	0.0002		4.11E-08
	0.0002		5.59E-08

[VV] 4.56E-07

m₀ 0.000276

EK C. 2.derece katsayılı polinomlarla dönüşümü sonuncu hesaplamalar (Enlem için hesaplamalar).

A	1	0.082633	-0.06134	0.006828	-0.00507	0.003762
	1	-0.0105	-0.01717	0.00011	0.00018	0.000295
	1	-0.02844	0.057845	0.000809	-0.00165	0.003346
	1	-0.09188	-0.01479	0.008442	0.001359	0.000219
	1	0.074814	-0.13411	0.005597	-0.01003	0.017985
	1	-0.0028	-0.04154	7.82E-06	0.000116	0.001726
	1	-0.0711	-0.00706	0.005055	0.000502	4.98E-05
	1	-0.04364	0.003912	0.001905	-0.00017	1.53E-05
	1	-0.0582	-0.02969	0.003387	0.001728	0.000881
	1	-0.04633	-0.0194	0.002146	0.000899	0.000376
	1	-0.03367	-0.03554	0.001133	0.001197	0.001263
	1	0.073616	0.013084	0.005419	0.000963	0.000171
	1	0.044112	-0.01414	0.001946	-0.00062	0.0002
	1	0.032337	0.012772	0.001046	0.000413	0.000163
	1	0.02942	0.039463	0.000866	0.001161	0.001557
	1	0.008633	0.033943	7.45E-05	0.000293	0.001152
	1	0.029004	0.063831	0.000841	0.001851	0.004074
	1	0.007272	0.063754	5.29E-05	0.000464	0.004065
	1	0.004714	0.086178	2.22E-05	0.000406	0.007427

	131522.5215		10224.03
	131522.7082		10247.04
	131522.7205		10285.91
	131522.859		10248.3
	131522.4304		10186.18
	131522.6833		10234.4
	131522.8216		10252.29
	131522.7714		10257.97
	131522.7902		10240.58
$\Delta\phi (\phi_{ED50}-\phi_{imar})$		$\Delta\lambda (\lambda_{ED50}-\lambda_{imar})$	
(saniye)	131522.7726	(saniye)	10245.9
	131522.7422		10237.53
	131522.5614		10262.75
	131522.6125		10248.6
	131522.6333		10262.58
	131522.6281		10276.44
	131522.6683		10273.56
	131522.6101		10289.09
	131522.6495		10289.02
	131522.6294		10300.65

$U=$	0.082632816	$V=$	-0.061337905
	-0.010501008		-0.017172087
	-0.028439135		0.057844643
	-0.091880719		-0.014786623
	0.074814264		-0.134107751
	-0.002795658		-0.041541334
	-0.071099345		-0.00705923
	-0.043644566		0.0039117
	-0.058200088		-0.029686342
	-0.046325444		-0.019400907
	-0.033667129		-0.035544225
	0.07361552		0.0130844
	0.044111915		-0.014144831
	0.032336668		0.012772335
	0.029419786		0.039462678
	0.008632688		0.033942655
	0.029003804		0.063830843
	0.007271907		0.063753978
	0.004713726		0.086178004

L=	131522.5217	Q _{xx} =	0.184889383	-0.207533245	-0.262879411	-32.22501882	-39.12148681	-26.1802355
	131522.7056		-0.207533245	33.84772503	-10.25512189	94.84408788	538.2071179	58.37377845
	131522.7213		-0.262879411	-10.25512189	49.73997503	233.8531359	-881.2014546	-225.4456832
	131522.8593		-32.22501882	94.84408788	233.8531359	12016.65108	4377.861755	1838.100417
	131522.4303		-39.12148681	538.2071179	-881.2014546	4377.861755	44111.46428	16589.96143
	131522.6826		-26.1802355	58.37377845	-225.4456832	1838.100417	16589.96143	10530.86983
	131522.8213							
	131522.769							
	131522.7915							
	131522.7727							
	131522.7432							
	131522.5599		131522.6919	a00				
	131522.614		-1.794109508	a10				
	131522.6346	X=	0.018365483	a01				
	131522.6286		0.583381437	a20				
	131522.6697		-0.597881973	a11				
	131522.6094		-7.458851695	a02				
	131522.6499							
	131522.6289							

$\Delta\phi \text{ (A*X)}=$	131522.5215	$V'' =$	0.000172761	$V^*V=$	2.98462E-08
	131522.7082		-0.002576603		6.63888E-06
	131522.7205		0.000781722		6.11089E-07
	131522.859		0.000334696		1.12021E-07
	131522.4304		-5.23583E-05		2.74139E-09
	131522.6833		-0.000687277		4.7235E-07
	131522.8216		-0.000298623		8.91757E-08
	131522.7714		-0.002373138		5.63178E-06
	131522.7902		0.001359159		1.84731E-06
	131522.7726		7.32776E-05		5.36961E-09
	131522.7422		0.000980971		9.62305E-07
	131522.5614		-0.001497601		2.24281E-06
	131522.6125		0.00147052		2.16243E-06
	131522.6333		0.001311678		1.7205E-06
	131522.6281		0.000491487		2.4156E-07
	131522.6683		0.001366728		1.86794E-06
	131522.6101		-0.000652956		4.26352E-07
	131522.6495		0.000380112	$[VV]=$ $m_0=$	1.44485E-07
	131522.6294		-0.000584555		3.41705E-07
					2.55507E-05
					0.00140194

EK D. 2.derece katsayılı polinomlarla dönüşümü sonuncu hesaplamalar (Boylam için hesaplamalar).

$$L = \begin{vmatrix} 10224.03085 \\ 10247.04533 \\ 10285.91442 \\ 10248.29975 \\ 10186.17919 \\ 10234.4067 \\ 10252.29121 \\ 10257.96913 \\ 10240.5807 \\ 10245.89977 \\ 10237.53427 \\ 10262.75112 \\ 10248.59498 \\ 10262.57648 \\ 10276.43411 \\ 10273.5544 \\ 10289.08537 \\ 10289.01888 \\ 10300.64684 \end{vmatrix}$$

$$x = \begin{vmatrix} 10255.9467 \\ 0.00772846 \\ 518.644702 \\ -0.514439 \\ 19.7083736 \\ -0.6583207 \end{vmatrix} \quad \begin{matrix} \mathbf{b00} \\ \mathbf{b10} \\ \mathbf{b01} \\ \mathbf{b20} \\ \mathbf{b11} \\ \mathbf{b02} \end{matrix}$$

$\Delta\lambda \text{ (A*X)}=$	10224.0289	Dönüşmüş Boylam Değerleri (derece)	34.576738
	10247.0437		34.608436
	10285.9123		34.662214
	10248.2993		34.610151
	10186.1806		34.52453
	10234.4026		34.590962
	10252.2922		34.615688
	10257.9708		34.623551
	10240.5813		34.599471
	10245.9005		34.606841
	10237.5338		34.595268
	10262.7495		34.630134
	10248.5975		34.610602
	10262.5788		34.629908
	10276.4355		34.649050
	10273.5559		34.645087
	10289.0858		34.666525
	10289.0189		34.666463
	10300.6456		34.682541

V''=	0.001962124	V*V	3.84993E-06
	0.0016052		2.57667E-06
	0.002149593		4.62075E-06
	0.000460053		2.11648E-07
	-0.001367939		1.87126E-06
	0.004052751		1.64248E-05
	-0.000977315		9.55144E-07
	-0.001671233		2.79302E-06
	-0.000627416		3.93651E-07
	-0.00076623		5.87108E-07
	0.000473973		2.24651E-07
	0.001600713		2.56228E-06
	-0.002498296		6.24148E-06
	-0.002277178		5.18554E-06
	-0.001351667		1.827E-06
	-0.001539968		2.3715E-06
	-0.000465259		2.16466E-07
	1.37368E-05		1.887E-10
	0.001224356		1.49905E-06

$$[VV] = 5.44121E-05$$

$$m_0 = 0.002045861$$

ÖZGEÇMİŞ



Ad-Soyad : Ahmet İLVAN

Doğum Tarihi ve Yeri: 01.01.1978 Mersin

E-posta : ahmetilvan@yahoo.com

ÖĞRENİM DURUMU:

- **Lisans** : 2002 İstanbul Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği

MESLEKİ DENEYİM VE ÖDÜLLER:

GPS ölçmeleri ve Endüstriyel ölçmeler.