

## ÖZET

Türkiye’de 1932 yılında başlayan temel jeodezik ağların öyküsü, 1954’te Hayford elipsoidini esas alan TUD-54 (Türkiye Ulusal Datumu) (ED50-European Datum 50) ve 1997 sonrasında ise GRS-80 elipsoidine, dolayısıyla GNSS teknolojisine dayalı TUTGA-99 ile devam etmiştir.

2000’li yıllara gelindiğinde Dünya’daki 20 kadar gelişmiş ülkede artık koordinat belirleme işlemleri, (Uluslararası Jeodezi ve Jeofizik Birliği’nin 1979 yılında benimsediği) eş potansiyelli elipsoid ile tanımlanan Jeodezik Referans Sistemi 1980’e (GRS80) dayalı, GPS ve GLONASS veya genel adıyla GNSS uydularından alınan ve istasyonlarda biriktirilen statik veriye ilave olarak , sürekli gözlem yapabilen istasyonlardan oluşan RTK (Real Time Kinematik) prensiple çalışan, başka değişle anlık düzeltme verebilen ağlarla da yapılmaya başlanmıştır. Bu maksatla kurulan ağlara CORS (Continuously Operating Reference Stations – sürekli gözlem yapan referans istasyonları) ağı denilmiştir. Ülkemizde de Nisan 2006- Mayıs 2009 arasında yapılan çalışmalarla CORS-TR (TUSAGA-Aktif) ağı kurulumu gerçekleştirilmiştir.

Bir koordinat referans sistemi gerçek dünyaya bir datumla ilişkilendirilmiş koordinat sistemidir. Burada datumu tanımlamak gerekirse, bir koordinat sisteminin eksenlerinin yönünü, ölçeğini ve orjininin yerini tanımlar. Türkiye’de kullanılmış iki farklı datum yani referans sistemi vardır. Bunlardan birisi 1998 yılına kadar kullanılan ED50 diye tanımlanan ve orjininin yeri ülkenin yerkürede bulunduğu yere göre farklılık gösteren Hayford 1910 elipsoidine dayalı datum, diğeri, halen kullanılmakta olan orjini dünyanın ağırlık merkezine en yakın ve GRS80’den üretilen ve orjininin yeri değişmez olduğundan her nokta için tek koordinat değerleri veren ITRF<sub>xx</sub> datumudur.

Bu çalışma, kurulan CORS-TR ağının en temel gereksinimi olan ED50 – ITRF<sub>xx</sub> koordinat transformasyonunu gerçekleştirmek ve hücresel transformasyon parametrelerini belirlemek amacıyla yapılmıştır.

Bu amaçla önce test bölgesi olarak coğrafi, jeolojik, jeofizik ve beşeri yönleri gözönüne alınarak Marmara Bölgesi seçilmiştir. Uygulamalarda kullanılmak üzere 5 yöntem belirlenmiştir. Bunlar Helmert benzerlik, iki değişkenli 2. dereceden polinom, Minimum eğrilik, Kriging ve doğrusal enterpolasyonla üçgenleme yöntemleridir.

Kurumlardan derlenen veriler Lambert konik projeksiyonuna dönüştürülmüştür. 1:5.000 ve 1:25.000’lik köşe noktaları yazılan bir yazılımla belirlenmiş, ED50 referans sisteminde Lambert Konik Projeksiyonuna dönüştürülmüş ve bütün bölgede, tek düzlemde, metre biriminde koordinatlarla hesap yapma olanağı sağlanmıştır.

Verilerdeki kaba ve uyuşumsuz ölçülerin (paralel ve meridyen doğrultusunda  $\pm 15$  cm doğruluk esas alınmıştır) ayıklanması işlemlerinin ardından bütün bölge, pafta-pafta, faylar olmaksızın ve fayların varlığı gözönüne alınarak ön hesaplamalar yapılmış nokta-model ilişkisinin karakteristiği belirlenmeye çalışılmıştır.

Bu hesaplamalarda elde edilen transformasyon parametreleri 1:5.000 ve 1:25.000'lik köşe noktalarına uygulanmış ve sürekli, güvenilir, anlamlı değerlerin oluşturduğu bir grid yüzey elde edilmeye çalışılmıştır. Köşe noktaları için belirlenen transformasyon parametrelerinin kontrol noktalarına uygulamasında elde edilen doğruluklar dayanak noktalarının paralel ve meridyenler doğrultusundaki doğrulukları ile karşılaştırılmıştır. Ancak bölge sınırlarındaki ekstrapolasyonlar, dolayısıyla süreklilik konusu uygulamanın bu aşamasında hala en büyük problemdir.

Tanı hesaplarının ardından hücre ve dinamik hücre tanımları yapılmış ve bu tanımlara uygun araştırmalar yapılmıştır. Bütün bölge üzerinden, pafta-pafta, fay varlığı gözönüne alınmaksızın noktalardan tek tek ekleme ve çıkarma yöntemlerinden hareketle fay tesbiti, tesbit edilen faya göre çalışma bölgesini daha küçük bölgelere ayırarak transformasyon parametrelerinin hesabı, fay varlığı gözönüne alınarak çalışma alanını bölgelere ayırmak ve transformasyon parametrelerinin hesabı gibi çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalar yapılan hücre tanımının, dinamik hücrenin ne şekilde tasarlanması gerektiğinin ve kullanılan yöntem ve dayanak noktalarının, birlikte, karakteristik sonuçlarının belirlenmesinde çok önemli bir referans olmuştur.

Tanı hesaplarında ortaya çıkan sonuç tablosundan mevcut veri yapısına göre tanımlanan hücrenin tek olmaması, iç içe iki ayrı hücre tanımlanması gerektiği, bu hücrelerin sağa-sola, yukarı-aşağı genişleyebilir veya daralabilir nitelikte olması ve nokta nokta hareket ettirilerek aynı köşe noktası için 1'den fazla çözüm elde edilmesi ve bu çözümlerin her defasında 4 yöntem içinde yapılması gerektiği gibi unsurlar belirlenmiştir. Böylece kesin hesaplara, yani hücresel transformasyon parametrelerinin belirlenmesi işlemine sağlam bir birikimle geçiş sağlanmıştır.

Sınırlarda, deniz kenarlarında, veri dağılımının homojen olmadığı bölgelerde ve fay bölgelerinde transformasyonda ortaya çıkan ekstrapolasyon sorununun giderilmesi yolunda ek önerilerde bulunulmuştur.

Çalışma sırasında Helmert benzerlik, kontrol noktası merkezli dinamik hücre ile otomatik ve manuel 2 değişkenli polinomal uygulamalar, sonuç görüntüleme, pope testi vb. pek çok bilgisayar programı yazılmış ve hesaplamaların olurunca otomatize edilmesine dikkat edilmiştir.

Çalışmada 4 yöntemle elde edilen ancak birbiriyle uyumlu olmayan çözümler ekstrapolasyon olma ihtimaline karşılık dikkate alınmamıştır. Dinamik hücre kaydırılarak veya genişletilerek-küçültülerek, ekstrapolasyon görülmeyene kadar tekrarlı işlemler yapılmıştır.

Sonuçta Marmara Bölgesi'nin 39-41.5 enlem ve 29-32 boylam larında 1/25.000'lik pafta köşe noktaları hücresel transformasyon parametreleri yapılan testler sonucunda 4 yöntemle (iki değişkenli polinom, minimum eğrilik, kriging, doğrusal enterpolasyonla üçgenleme) anlamlı olarak belirlenmiştir.

## ABSTRACT

The story of fundamental geodetic networks, which started in 1932 in Turkey, developed in 1954 into TUD-54 (ED50) datum based on Hayford ellipsoid, and then continued with TUTGA-99 which is based on ITRF Datum 1996 with GRS80 ellipsoid..

At the turn of the 21<sup>st</sup> century, in Western countries, coordinate determinations started to be carried out using GNSS techniques, especially network based CORS, which operate on static as well as RTK (Real Time Kinematic) principles based on ITRFxx datum and GRS80 ellipsoid of revolution as defined by the International Geodesy and Geophysics Union. The Networks set up with that purpose are called CORS (Continuously Operating Reference Stations). In our country, the installation of CORS-TR (TUGASA-Aktif) has been realized during May 2006 – May 2009 by Istanbul Kultur University through a research project funded by TUBITAK.

A coordinate reference system is a coordinate system associated with the real world through a geographic definition called a datum. A datum defines the direction, scales and location of origin of the axis of a coordinate system. In Turkey there are two different datum used for this purpose, i.e: reference systems used. One is the datum used until 1998 as defined based on ED50 datum and Hayford 1910 ellipsoid, in which the location of origin varies according to the location of the country on the Earth; the other one being the ITRFxx datum based on GRS80 ellipsoid, the origin being located at the gravity center of the Earth.

This study has been carried out in order to perform the datum transformation (coordinate transformation) between ED50 and ITRFxx, which constitutes the basic requirement of transformation from ED50 datum to ITRFxx and vice versa.

For this purpose, the Marmara region has been chosen as the test area for the geographical, geological, geophysical and social aspects. Five different methods have been selected for the datum transformation. They are a) Helmert transformation , b) 2<sup>nd</sup> degree polynomial with two variables, c) minimum curvature, d) Kriging and e) TIN - triangulation with linear interpolation. The methods of Helmert and 2<sup>nd</sup> degree polynomial with two variables have been chosen for being simple and the other three for being widely used in literature and yielding better fitting.

Data compiled from the mapping institutions have been transformed into Lambert Conical Projection. The map sheet corners have been determined with an in-house developed software and transformed into Lambert Conical Projection based on ED50 reference system. The entire project area was treated as one zone and the coordinates were determined accordingly.

The projectional transformation performed on the data have been realized with diagnosis calculations of the entire region, plate by plate with and without the fault lines, after eliminating blunder and outlier measurements ( $\pm 15$  cm accuracy on the

directions of longitudes and latitudes has been taken as basis) and the characteristics of point- model relation has been tried to be defined.

Transformation parameters obtained from these calculations have been applied to corner points of 1:5.000 and 1: 25.000 scale map sheet and we tried to obtain a grid surface which contains a set of continuous, reliable and significant values. Accuracies, obtained through the application of transformation parameters used for the control points, are also compared against those determined from the grid surface. However, the computations show that extrapolation still poses as the biggest problem at this stage.

Following the fitting of the grid surface, the description of cell and cell dynamics has been made and various applications have been performed. Over the entire region, without considering the presence of faults , a calculation was carried out. Then, one by one , the individual points were first removed and then added in order to determine faults. Then, with the consideration of faults, the area was subdivided into cells and computations were performed accordingly.

So, there is a need to determine the transitions between the cells. This is accomplished by moving, expanding and reducing the cells so that the application of transformation at a particular point (especially corner point) can be carried out using multiple cells.

On the borders, on the coastlines, in fault zones, and in regions where data distribution is not homogenous, the problem of transformation and extrapolation has been studied and suggestions have been drafted accordingly.

Many applications were developed during the course of this study, including the packages for Helmert transformation, prediction by control point-based dynamic cells with automatic and manual 2-variable polynomial applications, displaying results display, statistical tests, etc.

In this study, we avoided direct extrapolation for all four methods considered here. Instead, we used repetitive actions by sliding, , expanding and shrinking the dynamic cell until extrapolation is no longer needed.

As a result, in the Marmara Region with coordinates 39 - 41.5 latitude and 29-32 longitude, corner points of 1/25000 scale map sheet have been determined meaningfully using 4 methods mentioned earlier, i.e. two-variable polynomials, the minimum curvature, Kriging, linear triangulation interpolation,