



**ED-50 İLE ITRF96 ARASINDA DÖNÜŞÜM
PARAMETRELERİNİN BELİRLENMESİ:
KAHRAMANMARAŞ ÖRNEĞİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Yunus Emre KOPAR

Danışman

Prof. Dr. Mustafa YILMAZ

HARİTA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

KASIM 2021

**AFYON KOCATEPE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**ED-50 İLE ITRF96 SİSTEMLERİ ARASINDA DÖNÜŞÜM
PARAMETRELERİNİN BELİRLENMESİ:
KAHRAMANMARAŞ ÖRNEĞİ**

Yunus Emre KOPAR

Danışman

Prof. Dr. Mustafa YILMAZ

HARİTA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

KASIM 2021

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ED-50 İLE ITRF96 SİSTEMLERİ ARASINDA DÖNÜŞÜM PARAMETRELERİNİN BELİRLENMESİ: KAHRAMANMARAŞ ÖRNEĞİ

Yunus Emre KOPAR

Afyon Kocatepe Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Harita Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Mustafa YILMAZ

Bu tez çalışmasında, Kahramanmaraş ili, merkez ilçelerinde geçmişte klasik ölçme yöntemleriyle oluşturulan kadastral altlıkların gelişen teknoloji ile beraber bir bütün olarak değerlendirilmeleri için kullanılan dönüşüm parametreleri incelenmiştir. İnceleme sonucunda Kahramanmaraş ilinde hali hazırda kullanılan dönüşüm parametrelerinin hesabında şehrin güney ve doğu yönünde mevcut nokta bulunmadığı görülmüştür. Yapılan istikşaf sonucu 7 adet nokta da minimum 4 saat olacak şekilde statik GNSS oturumları gerçekleştirilmiş ve bu noktaların ITRF96 2005.00 epoğundaki koordinatları tespit edilmiştir. Bu noktalar ile beraber güncel kullanımda olan 4 adet noktanın da ilave edilmesiyle 11 noktadan hesaplanan bir parametre seti oluşturulmuş ve bu parametreler iki boyutlu benzerlik ve afin dönüşüm yöntemleri kullanılarak test edilmiştir. Kadastro çalışmalarında kullanılan ED50 ve ITRF96 koordinatları bilinen onaylı noktalar aracılığı ili mesafe farkları test edilmiştir. Güncelde kullanılan parametre setinde mesafe farkları 38 santimetreye kadar çıkarken yeni oluşturulan parametre seti ile 16 santimetreye kadar düşürülmüştür. Fakat bu farklar da kentsel yaşamın getirdiği mülkiyet temelli sosyal problemlerin önüne geçmesi açısından hala yeterli değildir. Daha yüksek konum doğruluğuna sahip dönüşüm parametre setinin, homojen coğrafi dağılıma sahip daha fazla sayıda noktanın kullanımıyla mümkün olacağı öngörülmektedir.

2021, x + 43 sayfa

Anahtar Kelimeler: Dönüşüm Parametreleri, ED50, ITRF96, Datum Dönüşümleri



ABSTRACT

M.Sc.Thesis

THE DETERMINATION OF TRANSFORMATION PARAMETERS BETWEEN ED-50 AND ITRF96: THE CASE OF KAHRAMANMARAŞ

Yunus Emre KOPAR

Afyon Kocatepe University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Geomatics Engineering

Supervisor: Prof. Mustafa YILMAZ

In this thesis study, the transformation parameters used to evaluate the cadastral pads created by classical measurement methods in the past in Kahramanmaraş province, central districts, together with the developing technology, were examined. As a result of the examination, it was seen that there is no current point in the south and east direction of the city in the calculation of the transformation parameters already used in Kahramanmaraş province. As a result of the consultation, static GNSS sessions were performed with a minimum of 4 hours in 7 points and the coordinates of these points in ITRF96 2005.00 were determined. With the addition of 4 points in current use with these points, a set of parameters calculated from 11 points was created and these parameters were tested using two-dimensional similarity and affinity conversion methods. Distance differences were tested through approved points with known coordinates of ED50 and ITRF96 used in cadastral studies. In the parameter set used in the current, the distance differences are reduced to 38 centimeters and the newly created parameter set is reduced to 16 centimeters. However, these differences are still not enough to prevent the property-based social problems brought about by urban life. It is predicted that the conversion parameter set with higher position accuracy will be possible with the use of a larger number of points with homogeneous geographical distribution.

2021, x + 43 pages

Keywords: Transformation Parameters, ED50, ITRF96, Datum Transformations



TEŞEKKÜR

Bu araştırmanın konusu, deneysel alışmaların ynlendirilmesi, sonuların değerlendirilmesi, yazımı aşamasında ve her zaman bana mhendisliğin değerini hissettiren, her Őeyden nce iyi bir insan olmak gerektiğini ğreten, vizyonu ve misyonuyla kendime rehber edindiğim değerli danışmanım Prof. Dr. Mustafa YILMAZ'a, lisans hayatımın başladığı günden bugüne kendisiyle farklı projelerde çalışma fırsatı bulduğum ve mühendislik disiplini anlamında gece gündüz demeden sürekli bilgilerini aktaran, yaptığımız ölçümlerde maddi ve manevi desteğini esirgemeyen, her zaman beni büyük bir sabırla dinleyip yol gösteren Sayın Hocam Prof. Dr. İbrahim TIRYAKIOğLU'na, Lisans eğitimim boyunca gururla taşıdığım diplomamda bana emek veren bütün hocalarıma ayrı ayrı teşekkür ederim.

Evlatları olmaktan her zaman gurur duyduğum beni bugünlere getiren ve onlara yakışır bir evlat olma gayreti içerisinde olduğum babam Sait KOPAR'a, annem Belgin KOPAR'a ve kardeşlerim Sevde Nur, Merve Gl, Ahmet Esat, Yusuf İhsan KOPAR'a saygılarımı ve teŐekkürlerimi sunarım.

Gerek gerçekleştirdiğimiz ölçüler sırasında gerekse de sabahlara kadar sabırla bana eşlik eden manevi kardeşlerim Bizim ocuklar'a ve destek olan bütün meslektaşlarıma teşekkür ederim.

Yunus Emre KOPAR
Afyonkarahisar 2021

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

	Sayfa
ÖZET	i
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜR	v
İÇİNDEKİLER DİZİNİ.....	vi
KISALTMALAR DİZİNİ	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	x
1. GİRİŞ.....	1
2. KOORDİNAT SİSTEMLERİ	2
2.1 Kartezyen Koordinat Sistemi.....	3
2.2 Coğrafi Koordinat Sistemi	4
2.3 Projeksiyon Koordinat Sistemi	5
2.4 Jeodezide Koordinat Sistemleri	6
2.4.1 Konvansiyonel Yersel Referans Sistemi.....	7
2.4.2 Lokal Kartezyen Referans Sistemleri.....	7
2.5 Datum.....	8
2.5.1 ED50 Datumu	9
2.5.2 WGS84 Datumu	10
2.5.3 ITRF96 Datumu	10
2.6 Datum Dönüşümleri.....	11
2.6.1 İki Boyutlu Benzerlik Dönüşümü	12
2.6.2 Afın Dönüşümü	14
3. UYGULAMA.....	18
3.1 Yapılan Uygulamanın Amacı	23
3.2 GNSS Oturumları ve Değerlendirilmesi.....	24
3.2.1 Epok Hesabı ve Noktaların Konum Değişimleri	27
3.3 İki Boyutlu Benzerlik Dönüşümü	31
3.4 Afın Dönüşümü.....	34
3.5 Sonuçların Karşılaştırılması.....	36
4. SONUÇ VE ÖNERİLER	38

5. KAYNAKLAR.....	40
ÖZGEÇMİŞ.....	43



KISALTMALAR DİZİNİ

Kısaltmalar

CTRS	Conventional Terrestrial Reference System
ED50	European Datum 1950
GNSS	Global NavigationSatelliteSystem
GRS80	Geodetic Reference System 1980
ITRF	International Terrestrial Reference Frame
ITRF96	International Terrestrial Reference Frame 1996
TUSAGA AKTİF	Türkiye Ulusal Sabit GNSS Ağı-Aktif
UTM	Universal Transversal Mercator
WGS84	World Geodetic System 1984



ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 2.1	Dünyanın paralel ve meridyenlerle oluşturulan grid ağı. 2
Şekil 2.2	Dik koordinat sisteminde P noktasının belirlenmesi. 3
Şekil 2.3	Coğrafi koordinat sisteminin gösterimi 4
Şekil 2.4	Projeksiyon koordinat sisteminin uygulanma prensibi. 6
Şekil 2.5	Lokal kartezyen referans sistemi. 8
Şekil 2.6	Global ve bölgesel datum örnekleri. 9
Şekil 2.7	Afın dönüşümü uygulaması 15
Şekil 3.1	Uygulama bölgesi: Kahramanmaraş 18
Şekil 3.2	Test noktalarına ait arazi istikşafı. 19
Şekil 3.3	Test noktalarına ait arazi istikşafı. 20
Şekil 3.4	Test noktalarına ait arazi istikşafı. 20
Şekil 3.5	Test noktalarına ait arazi istikşafı. 21
Şekil 3.6	Test noktalarına ait arazi istikşafı. 21
Şekil 3.7	Test noktalarına ait arazi istikşafı. 22
Şekil 3.8	Test noktalarının coğrafi dağılımı Google Earth Görüntüsü. 22
Şekil 3.9	Kahramanmaraş ilinde güncelde kullanılan dönüşüm parametrelerine ait noktaların coğrafi dağılımı Google Earth Görüntüsü. 23
Şekil 3.10	ZM31 noktası. 25
Şekil 3.11	ZM63 noktası. 25
Şekil 3.12	ZM33 noktası. 26
Şekil 3.13	ZEX1 noktası. 26
Şekil 3.14	ZM62 noktası. 27
Şekil 3.15	Yeni oluşturulan parametreye ait noktaların coğrafi dağılımı Google Earth Görüntüsü. 31

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 3.1	Elde edilen verilerin ITRF96 2014 epoğundaki sonuçları. 28
Çizelge 3.2	ZM31 noktasına ait değerlendirme..... 28
Çizelge 3.3	ZM62 noktasına ait değerlendirme..... 29
Çizelge 3.4	ZEX1 noktasına ait değerlendirme..... 29
Çizelge 3.5	ZM32 noktasına ait değerlendirme..... 29
Çizelge 3.6	ZM43 noktasına ait değerlendirme..... 29
Çizelge 3.7	ZM63 noktasına ait değerlendirme..... 30
Çizelge 3.8	ZM33 noktasına ait değerlendirme..... 30
Çizelge 3.9	Güncel durumda kullanılan ve yeni üretilen parametreye ait Helmert Dönüşümü kontrol sonucu..... 32
Çizelge 3.10	Güncelde kullanılan noktalar ile Helmert Dönüşümü'nün test noktaları üzerinde uygulanması sonucu mesafe farkları 33
Çizelge 3.11	Yeni noktalar ile Helmert Dönüşümü'nün test noktaları üzerinde uygulanması sonucu mesafe farkları 33
Çizelge 3.12	Test noktalarının onaylı koordinatları ile parametre ile elde edilen koordinatları üzerinde mesafe farklarının karşılaştırılması..... 34
Çizelge 3.13	Güncel durumda kullanılan ve yeni üretilen parametreye ait Afin Dönüşümü kontrol sonucu..... 35
Çizelge 3.14	Güncelde kullanılan noktalar ile Afin Dönüşümü'nün test noktaları üzerinde uygulanması sonucu mesafe farkları 35
Çizelge 3.15	Yeni noktalar ile Afin Dönüşümü'nün test noktaları üzerinde uygulanması sonucu mesafe farkları 36

1. GİRİŞ

Tarihten bugüne insanoğlu üzerinde yaşadığı yeryüzünü tanımak ve kendisi için önem arz eden nesnelere konumlarını tanımlamak istemiştir. Doğal varlıkların veya insan tarafından üretilen yapıların konumlarının belirlenmesi devletler içinde büyük önem taşımaktadır. Bu tür ihtiyaçlardan yola çıkarak ortaya koordinat kavramı çıkmıştır. Bir nesnenin yeryüzü üzerinde ki konumunu belirlemek amacıyla mesafe, açı gibi kavramlardan yararlanılmış ve zamanla bunun bir bütünsellik anlamı taşıması amaçlanmıştır. Buradan hareketle bu koordinat kavramının yanına bir de sistem ifadesi getirilerek koordinat sistemleri oluşturulmuştur.

Koordinat sistemleri bir nesnenin veya noktanın konumu belirlemek amacıyla oluşturulur ve genellikle “Yersel Koordinat Sistemleri” veya “Coğrafi Koordinat Sistemleri” olarak adlandırılırlar. Bu sistemlerin tanımlanması ise orijin ve eksenlerin yönelmelerinin belirlenmesi yoluyla gerçekleştirilir. Ancak klasik ölçme yöntemleri kullanılır iken yeryüzünün ağırlık merkezine ulaşım olanaksız olduğu için koordinat sistemleri yer yüzünde belirlenen bir “datum başlangıç noktası” ile orijinleri ifade edilmiştir (Evsen 2019).

İlk etapta klasik ölçme yöntemleri kullanılarak gerçekleştirilen bu çalışmalar GNSS(Global Navigation Satellite System) teknolojisi ile beraber, çalışmaların başında askeri amaçlı planlanmış ve geliştirilmif, sonrasında ise farklı meslek disiplinleri tarafından da kullanmaya oldukça elverişli olduğu görülmüştür. Teknoloji de yaşanan bu gelişmeler haritacılık faaliyetlerinde de bir geçiş yaşanmasını zorunlu kılmıştır. Klasik ölçme yöntemleriyle oluşturulan datumlar ile GNSS teknolojileriyle oluşturulan datumların bütünsellik sağlamaları isteği “Dönüşüm Parametreleri” kavramını ortaya çıkarmıştır.

2. KOORDİNAT SİSTEMLERİ

Yeryüzündeki herhangi bir noktanın bulunduğu pozisyonunu tanımlamak amacıyla konumundan bahsetmek gerekir. Konumunun ise bir anlam taşıması için referans düzlemde veya koordinat sistemi içerisinde ifade edilmesi gerekmektedir (İlvan 2014). Konumlar GNSS teknolojileri kullanılmadan önce klasik yöntemler kullanılarak ifade edilmişlerdir. GNSS teknolojisi ile bu kavram uydu teknolojileri kullanılarak ifade edilmiştir. Fakat yer yüzünün kendi eksenini etrafındaki hareketi, uzaydaki hareketi ve yer çekiminden kaynaklı homojen olmayan fiziki şeklini birebir karşılayan bir teknoloji henüz üretilmediği için gerçeğe en yakın olarak anlamlandırılmak istenmiştir. Bu anlamlandırma çalışmalarında da matematiksel ifadeler tercih edilmiştir.

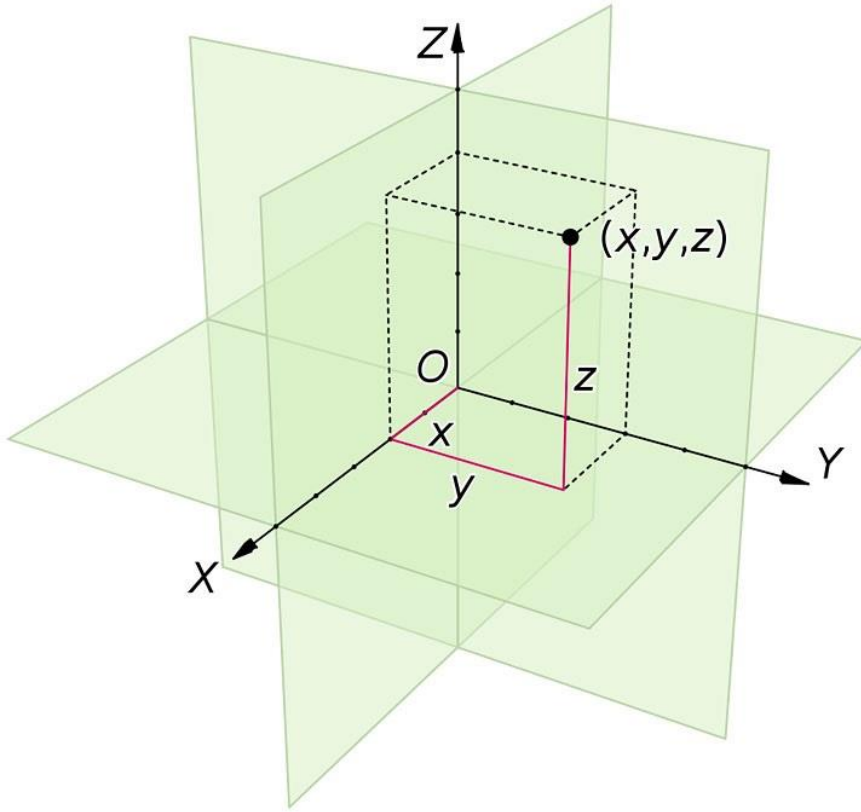
Bir koordinat sistemi, bahsedilen sistemin orijini yani başlangıç noktası, eksenlerin dönüklüklerinin ve konum belirleme parametrelerinin (doğrusal, açısal) yolu ile tanımlanmalıdır (Evsen 2019).



Şekil 2.1 Dünyanın paralel ve meridyenlerle oluşturulan grid ağı (İnt. Kyn. 1).

2.1 Kartezyen Koordinat Sistemi

Kartezyen koordinat sistemi öklid uzayında üç boyutlu olarak tanımlanan ve kolay anlaşılabilir oluşundan dolayı yaygın olarak tercih edilen, yapı itibariyle ortogonal olan bir koordinat sistemidir. Başlangıç noktası olarak orijini sıfır kabul edilen bu sistemde doğruların 3 tanesinin birbirlerini dik kesmesiyle oluşa üç boyutlu uzayda x,y,z değerleri ile herhangi bir noktanın tanımını yapan sistemdir (Dilaver 1997, Konuksever 2020)



Şekil 2.2 Dik koordinat sisteminde P noktasının belirlenmesi (İlvan 2014).

$$OP = \vec{P} = \sqrt{P_x^2 + P_y^2 + P_z^2} \quad (2.1)$$

$$\cos A = \frac{P_x}{P} \quad (2.2)$$

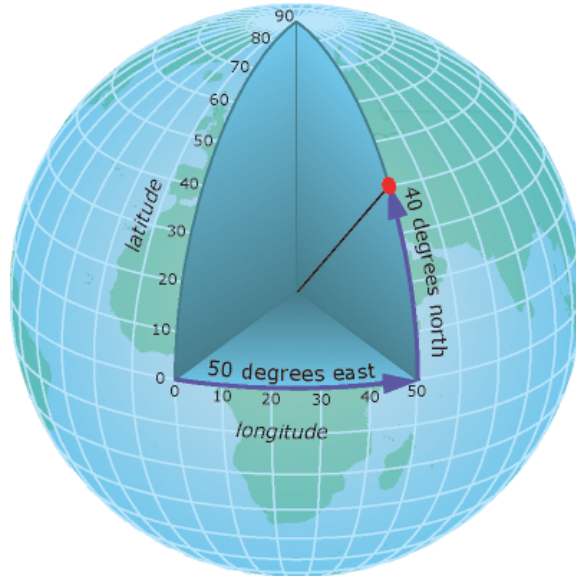
$$\cos B = \frac{P_y}{P} \quad (2.3)$$

$$\cos C = \frac{P_z}{\bar{P}} \quad (2.4)$$

2.2 Coğrafi Koordinat Sistemi

Jeodezide farklı koordinat sistemleri kullanılabilir. Bunlardan bir diğeri koordinat sistemi de coğrafi koordinat sistemidir. Bu sistemin kartezyen koordinat sistemiyle doğrudan bir ilişkisi vardır. Kartezyen koordinat sisteminin orijini ile çakışık ve büyük yarı eksenleri X ve Y düzleminde tanımlanan yüzeyler ile coğrafi (elipsoidal) koordinat sistemi tanımlanabilir (İlvan 2014).

Bir koordinat sistemindeki λ (jeodezik boylam) parametresi yeryuvarındaki herhangi bir noktanın coğrafi meridyen yüzeyi ile başlangıç jeodezik meridyenle arasındaki açıyı ifade eder. φ (jeodezik enlem) parametresi yeryuvarındaki herhangi bir noktadan geçen yüzey elipsoidinin jeodezik ekvator düzlemi ile yaptığı açı ve h yükseklik parametresi de herhangi bir noktanın elipsoidal anomalinin yüzeyi deldiği nokta arasındaki boy veya elipsoidal yükseklik olarak tanımlanabilir (Dilaver 1997, İlvan 2014).

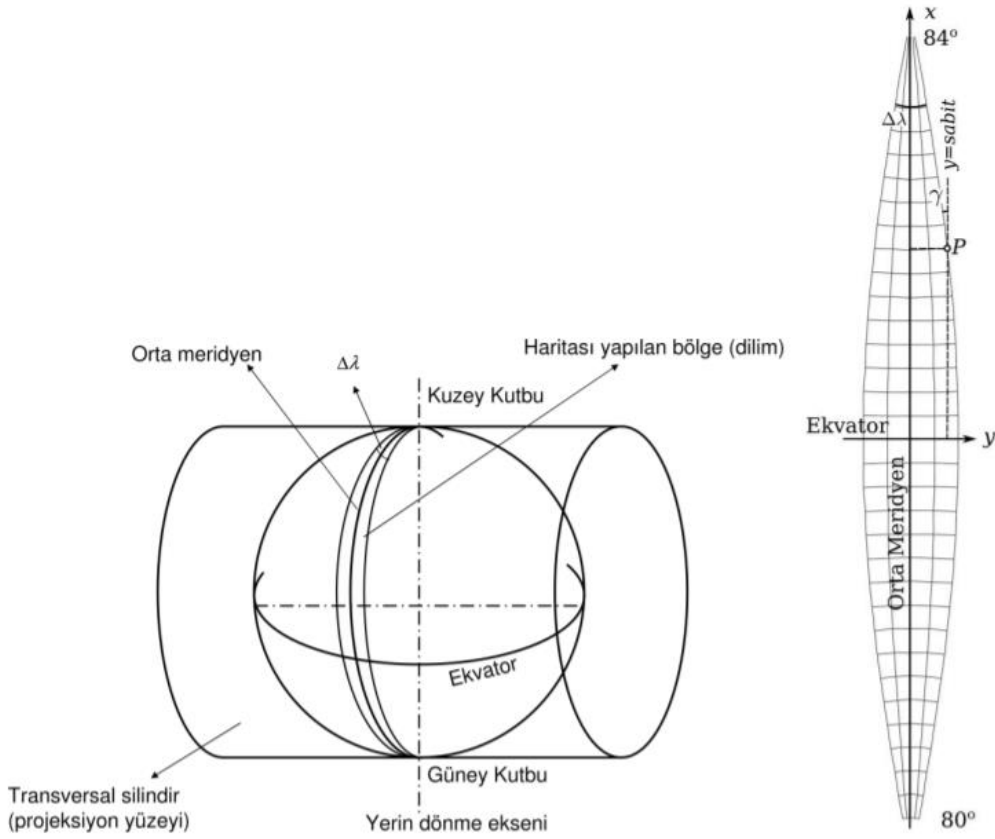


Şekil 2.3 Coğrafi koordinat sisteminin gösterimi (İnt. Kyn. 2).

2.3 Projeksiyon Koordinat Sistemi

Jeodin matematiksel anlamda ifadesi güç bir kavram olduğu için, elipsoid buna en yakın şekil olarak ifade edilebilir. Silindir, koni gibi izdüşüm yüzeyleri ise düzlem yüzeylerdir. Yerkürenin, merkezsiz olarak üzerine geçirildiği varsayılan bu düzlemler ile ifade edilmeleri amaçlanmıştır. UTM (Universal Transversal Mercator) projeksiyonu da bu şekilde oluşturulan sistemler kümesinden bir tanesidir. UTM projeksiyonu 6° farklarla 60 dilime ayrılmıştır. Yani bölümlenen bu 60 meridyenden 60 adet silindir bu meridyenlere teğet olacak şekilde yerkürenin üzerine geçirilmiştir. Düzlem bu geçirilen silindirlerin taban noktalarından diğer tabanına doğru kesilip açılarak elde edilebilirler. Bu sayede oluşan her bir dilime sistem adı verilir. Bu 6° lik farklarla oluşturulan dilimlerin sağında ve solunda 3° er derecelik meridyenler olacak şekilde dilim orta meridyeninin sağ ve solu olarak tanımlanır. Bu yapılırken de düzleme aktarılan iz düşümlerde elipsoidin şekli nedeniyle deformasyonlar meydana gelmektedir. Silindirin elipsoide teğet olduğu dilim orta meridyeninde deformasyon yoktur. Fakat dilim orta meridyeninden uzaklaştıkça bu deformasyonlar da artışlar görülür. Bu deformasyonları da minimuma düşürmek için her bir koordinat değeri 0.9996 ile çarpılır. Bu sayede deformasyonların düşürülmesi hedeflenir (Güzel 2007, Ürüşan 2010).

Oluşturulan bu $27^\circ 33' 39'' 5''$ lik dilim orta meridyenleri Türkiye Cumhuriyeti sınırları içerisinde yer almaktadır. Bu dilimler ise 1 den başlayarak doğu yönünde numaralandırılmıştır (Ürüşan 2010). Bu dilimlemeler ile amaçlanan yerküreye ait verilerin anlamlandırılmasını kolaylaştırmaktır. Kolay, anlaşılabilir çözümler ile yapılması planlanan proje veya haritaların bütünlük göstermesi amaçlanır.



Şekil 2.4 Projeksiyon koordinat sisteminin uygulanma prensibi (Bildirici 2017).

2.4 Jeodezide Koordinat Sistemleri

Yerküre üzerindeki noktaların koordinatları, yerkürenin şekli ve boyutu üzerine çalışmalar yapan bilim dalının adı jeodezidir. Bir noktaya ait koordinat bilgileri istasyonlar yardımıyla belirlenir. Bu belirlemelerin yapılabilmesi için ise yön, mesafe, mesafeler arasındaki farklara ve yükseklik bilgilerine ihtiyaç duyulur. Yersel ölçümlerle yani iki istasyon arasındaki yatay ve düşey açı ölçümleri bu teknik ile belirlenebilir. Bu teknikler teodolit veya totalstation yardımı ile gerçekleştirilebilir. Yerküre üzerindeki bir istasyon ve gözlemlenen bir yıldız arasındaki açısal ölçümler olarak ifade edilebilirler (Solar vd., 1988, Mustafa 2017). Yerküre üzerindeki istasyon ve uydulara ait konum mesafelerine uydu mesafeleri adı verilir. Yersel mesafe farkları da yerküre üzerindeki bir istasyon ile iki diğer istasyon arasındaki mesafe farkının ölçümü olarak adlandırılır. Uydu mesafe farkları belirlenir. Gerçekleştirilen bütün bu ölçümler istasyonların geometrik ilişkilerinin de belirlenebilmeleri için yapılır ve jeodezi

bilimiyle doğrudan ilişkilidirler (Bamford 1962, Mustafa 2017). Üç kategori şeklinde gruplandırılan bu sistemler küresel kartezyen referans sistemi, Eğrisel referans sistemi ve yerel kartezyen referans sistemi olarak adlandırılır (Mustafa 2017).

2.4.1 Konvansiyonel Yersel Referans Sistemi

Uluslararası Saat Bürosu (BIH) tarafından, yersabit bir koordinat sisteminin tanımı, 1900-19005 yılları arasında yerin dönme ekseninin ortalama konumu Konvansiyonel Uluslararası Orijin'in (CIO), Konvansiyonel Yersel Kutup (CTP) olarak benimsenmesiyle gerçekleştirilmiş ve bu sistem Konvansiyonel Yersel Referans Sistemi (CTRS) adını almıştır. Bu ortalama kutup noktası (CIO) ve Greenwich ortalama astronomik merdienen doğrultusu, Konvansiyonel Yersel Koordinat Sistemi CTRS'yi tanımlar. İdeal dünya jeodezik sistemi olan konvansiyonel yersel sistemin;

- Başlangıcı dünyanın ağırlık merkezindedir.
- Yeryuvarının ortalama dönme eksenini ve Z eksenini çakışiktır ve CIO'ya doğru yönelmiştir.
- X eksenini Greenwich ortalama astronomik merdienen düzlemi ile ortalama ekvator düzleminin arakesitinde uzanır.
- Y eksenini sağ-el sistemini tanımlar.

Noktaların uzaydaki konumlarının belirlenmesi, konvansiyonel yersel sistem ile sağlanır (Kutoğlu 2001, Ürüşan 2010).

2.4.2 Lokal Kartezyen Referans Sistemleri

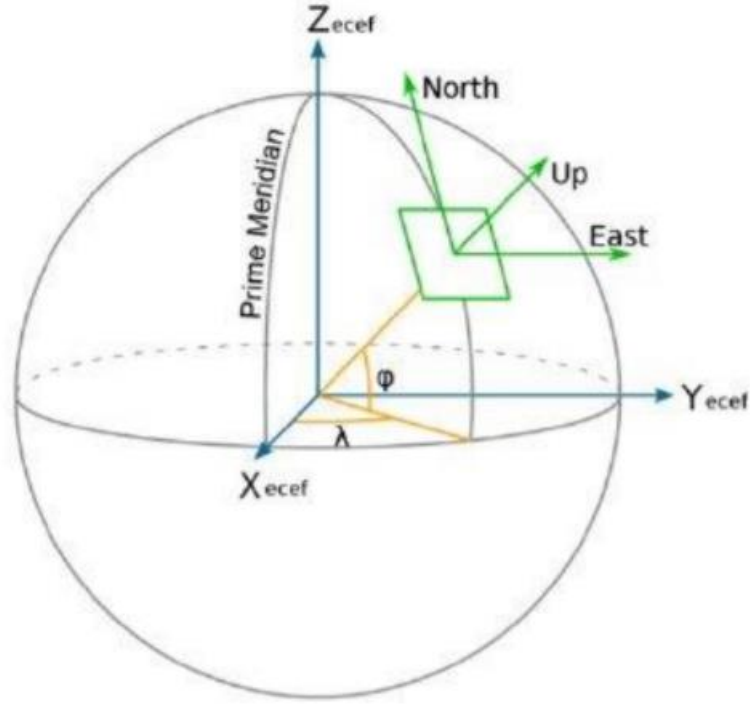
Küresel kartezyen referans sisteminden farklı olarak orijinleri P gözlem noktasında bulunan kartezyen sistemlerdir. Aynı zamanda yerel jeodezik koordinat sistemi veya Toposentrik koordinat sistemi diye de ifade edilebilir. Bu sistemin başlangıç noktası bir P noktası yani GNSS alıcı anteninin bulunduğu nokta şeklinde de ifade edilebilir (Mustafa 2017).

Koordinat eksenleri;

n : Jeodezik kuzeyi göstermektedir. e ve u 'ya diktir. Artan kuzey yönünde pozitiftir.

e : Doğuyu göstermektedir. Jeodezik meridyen düzlemine ve u eksenine dik olan doğru şeklinde ifade edilir. Doğu yönünde pozitiftir.

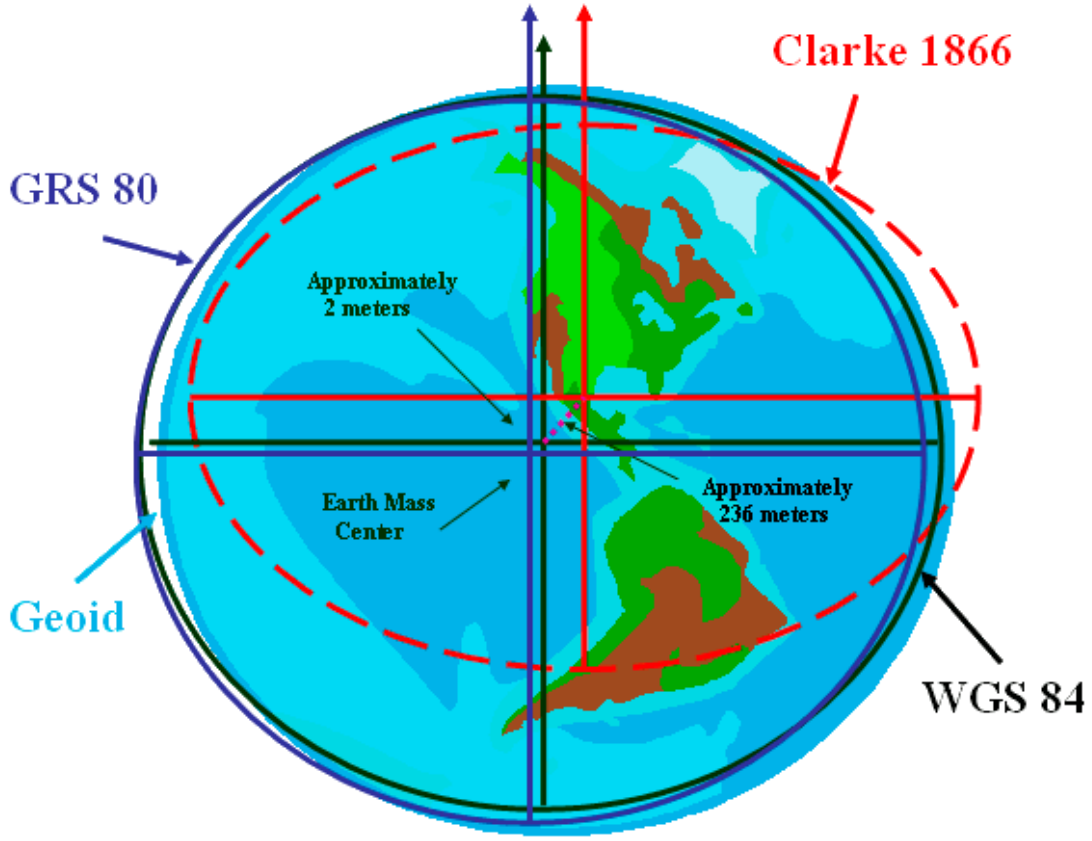
u : GNSS anteninin P noktası ile elipsoid normali ile çakışık durumdadır. "Başucu" yönünde pozitiftir.



Şekil 2.5 Lokal kartezyen referans sistemi.

2.5 Datum

Datum kelime itibarı ile sözlükte kendisine şöyle yer bulmuştur 'Diğer niceliklerin hesaplarının yapılabilmesi için temel veya referans oluşturan bir grup ya da herhangi bir niceliktir. Kullanılmakta olan bir koordinat sisteminin belirlenmesi için ihtiyaç duyulan tüm nicelikleri içeren bir referanstır. Jeodezik kontrol için kullanılan koordinat sistemini belirten bir sabitler setidir' (Hüsrevoğlu ve Tuşat 2018, Evsen 2019).



Şekil 2.6 Global ve bölgesel datum örnekleri (İnt Kyn. 3).

2.5.1 ED50 Datumu

ED50 datumu kelime anlamıyla Avrupa Datum 1950 anlamını taşımaktadır. Avrupanın batı kısmının çoğunu göstermesi amacıyla kullanılan datumdur. 2. Dünya Savaşı'nın sona ermesiyle sınırların haritalarını güvenli bir şekilde oluşturmak için geliştirilmiştir. İlk etapta uluslararası elipsoide dayanan ED50 datumu, WGS84 ve GRS80 datumlarının kullanıma sunulmalarıyla yerel datum şeklinde kullanılmaya başlandı (Konuksever 2020, İnt. Kyn. 5).

Türkiye ise ED50 datumunu referans sistemi olarak 1950 yılından itibaren kullanmaya başlamıştır. Bu datum ABD'de 1909'da John Fillmore Hayford'un hesapladığı Hayford Elipsoidini kullanmaktadır (İlvan 2014). Türkiye ED50 datumu tercihinde ilk etapta tektonik yapısı göz ardı edilmiştir. Bu da noktaların zamana bağlı değişikliklerini de değiştirilemez kabul edildiği için ihtiyaca cevap verememe durumunu ortaya çıkarmıştır.

Konum belirleme sistemlerinin uzay tabanlı ve bununla birlikte referans çerçevelerinin de gelişmelerinden önce, jeodezik noktalar ve kadastral çalışmalarda kullanılan paftalar ED50 datumunda tanımlanmıştır (Aktuğ vd, 2011). Türkiye'deki tektonik aktivitelerin yoğunluğu sonucu meydana gelen deformasyon ve ağın günümüz teknolojileri ile kullanılan modern ağlara göre düşük duyarlılığı ve geometrik bozulmaların yersel ağlardaki etkilerinden dolayı ED50 yersel datumu günümüz problemlerine çözüm üretme konusunda ihtiyaçları karşılayamaz duruma gelmiştir. Bu nedenle bu problemlere çözüm üretebilecek yeni bir ağa gereksinim duyulmuş ve bunun çözümünün de GNSS teknolojisine dayalı olması öngörülmüştür (Ayhan vd., 2002 Aktuğ vd., 2011).

2.5.2 WGS84 Datumu

Konum belirleme çalışmaları, GNSS yani Küresel Konum Belirleme Sistemleri gelişen teknoloji ile birlikte farklı bir boyut kazanmıştır. WGS84 sistemi, başta Amerika'da askeri amaçlı kullanılması planlanan ve uydu navigasyon sistemlerinin temelini oluşturan yersel üç boyutlu bir sistemdir ve uluslararası yersel koordinat sistemi olarak kabul görmüştür. Bu uydulardan alınan tüm veriler WGS84 Dünya Jeodezik Sistemi 84 referans elipsoidinde hesaplanmaktadır (Arslan 1997, İlvan 2014). Bu sistemin birçok bölgesel ve yerel datuma bağlanması sisteme ek olarak hesaplanan dönüşüm katsayıları yardımıyla mümkün olmuştur (Kumar 1993, İlvan 2014).

2.5.3 ITRF96 Datumu

Uluslararası Jeodezi ve Jeofizik Birliği tarafından referans elipsoidi olarak 1979 yılında kabul edilen GRS80 elipsoidi temel referans elipsoidi olarak kullanılmaya başlanmıştır. Bu elipsoid Uluslararası Yersel Koordinat Sistemi kısaca ITRF (International Terrestrial Reference Frame) içinde referans elipsoidi olarak seçilmiştir (Demirtaş 2006, İlvan 2014).

Yerkabuğu üzerindeki levhalar sürekli hareket halindedir. Dünya üzerindeki noktalara ait koordinatları, bu noktalara ait hareket hızlarını ve hareket eden tüm levhaları

varsayan model dinamik bir ađ içerisinde yer alır. ITRF datumu da bütün bu kriterleri dikkate alan bir datum modelidir. Bu referans ağı ile oldukça hassas sonuçlar elde etmeyi mümkün kılmaktadır. Ayrıca ulusal bazda kullanılmakta olan nirengi ve nivelman ağlarında meydana gelen hataları ve kayıklıkları ortadan kaldırmak ve GPS(Global Positioning System) teknolojisi aracılığı ile elde edilen verileri analiz ederek bu verilerden maksimum fayda sağlamak için kullanılır (Konuksever 2020, Kısa vd., 2021). ITRF96 datumu ise bu datumun 1996 yılında güncellenmiş sürümüdür (Konuksever 2020). Bu datumun resmi datum olarak kullanılmaya başlanması ise Türkiye’de 2005 yılı itibarı ile gerçekleşmiştir (İlvan 2014).

2.6 Datum Dönüşümleri

Ülkelerin kendi jeodezik çalışmalarını yapabilmeleri, farklı datumlu koordinat sistemlerinin oluşmasına sebep olmuştur (Demirtaş 2006). Datuamlar ülkeden ülkeye farklılık gösterdikleri gibi ülkelerin kendi içerisinde farklı referans sistemlerine ihtiyaç duyarak yaptıkları çalışmalarda değişiklik göstermektedir. Belediyeler vb. kurumlar veya farklı mühendislik uygulamalarında yapılacak çalışmalar içinde farklı datuamlar tanımlanmak zorunda kalınmıştır (İlvan 2014). Avrupa ülkelerinin birçoğu aynı elipsoidi kullanmalarına rağmen başlangıç olarak tercih edilen referans noktalarının farklılığından dolayı “Türkiye Ulusal Datumu” ve “Avrupa Datumu” tanımlamaları kullanılmaktadır. Uydu teknolojilerinin jeodezik ölçümlerde yerini almasından sonra, öncesinde yersel olarak hesaplanan dayalı koordinat sistemleri arasında bütünlük olması açısından koordinat sistemleri arasında dönüşüm yapılması kaçınılmaz olmuştur (Demirtaş 2006).

Koordinat sistemlerinin birisinde yapılan ölçülerin diğer koordinat sisteminde de anlamlı hale getirilmesi için yapılacak işleme koordinat dönüşümü adı verilir. Bu dönüşümün yapılabilmesi için ise her iki sistemde de koordinatı bilinen ortak noktalara ihtiyaç vardır. Bu sayede geçmiş yıllarda farklı datuamlarda kullanılan koordinatlar gelişen uydu teknolojisi ile birlikte farklı bir referansa ait datumda da anlamlı hale getirilmesi amaçlanmıştır.

Bu anlamda, ülkemizin ITRF tabanlı modern jeodezik datumu TUREF ile ED50 datumu arasındaki dönüşüm ilişkilerinin yüksek duyarlıklılı belirlenmesi, geçmiş yıllarda ED50 datumunda üretilen jeodezik noktaların ve haritaların kullanılabilirliği, yeni yapılan çalışmalar ile uyumlu hale getirilmesi anlamında büyük önem arz etmektedir (Aktuğ vd., 2011).

2.6.1 İki Boyutlu Benzerlik Dönüşümü

İki boyutlu benzerlik dönüşümünün bir diğer adı da Helmert dönüşümüdür. Adından da anlaşılacağı üzere bu dönüşüm tercih edildikten sonra dönüşümü yapılacak bölgenin veya alanın şeklinin korunması amaçlanmaktadır ve farklı referans sistemlerine ait ölçümlerin dönüşümden sonra ortak bir referans sisteminde ifade edilmeleri amaçlanmaktadır (Ghilani 2011, Hüsrevoğlu ve Tuşat 2018). Hesaplanan değerlere göre elde edilen koordinatlar (X, Y) farklıdır. Fakat kırılma açıları korunduğu için şekiller önceki şeklin benzeridir (Tanık 2003, Başçiftçi ve İnal 2008).

Benzerlik dönüşümü işlemi üç ayrı adımda açıklanmaktadır. Bu adımlardan ilki ölçekleme; eşit boyutlar oluşturma için, döndürme; sistemdeki eksenlerin paralel olmaları için ve öteleme; oluşturulan orijinin ortak olması içindir. Ölçek faktörü için ölçekleme ve döndürme için (m), dönüklük açısı (\mathcal{E}) olmak üzere iki parametre belirlenmiştir. Öteleme işlemi için ise bunlara ek yukarı ve sağa yönde iki ayrı parametre belirlenir. Bu dört parametrenin hesaplanmasına ihtiyaç ise benzerlik işlemi için gereklidir. Koordinatları bilinen en az iki ortak noktaya, dört parametrenin çözümü sebebiyle ihtiyaç vardır (Başçiftçi ve İnal 2008, Hüsrevoğlu ve Tuşat 2018).

Birinci sistem koordinatları (x, y) ve ikinci sistem koordinatları (X, Y) olmak üzere uygulanacak bağıntı iki koordinat sistemi arasında denklem ve dönüşüm matrisleri (Ghilani2011, Hüsrevoğlu ve Tuşat 2018):

$$X = ax - by + c \quad (2.5)$$

$$Y = ay + bx + d \quad (2.6)$$

Olmak üzere ;

$$a = m \cdot \cos \varepsilon$$

$$b = m \cdot \sin \varepsilon$$

m : ölçek faktörü

ε : iki sistem arasındaki dönüklük açısı.

$$m = \sqrt{a^2 + b^2} \quad (2.7)$$

$$\tan \varepsilon = \frac{a}{b} \quad (2.8)$$

Koordinatların düzeltme denklemleri;

$$ax_1 - by_1 + c = X_1 + V_{X1}$$

$$ay_1 - bx_1 + d = Y_1 + V_{Y1}$$

$$ax_2 - by_2 + c = X_2 + V_{X2}$$

$$ay_2 + bx_2 + d = Y_2 + V_{Y2}$$

...

$$ax_n - by_n + c = X_n + V_{Xn}$$

$$ay_n - bx_n + d = Y_n + V_{Yn} \quad (2.9)$$

Parametrelerin hesabı için kullanılacak dönüşüm matrisleri;

$$A = \begin{bmatrix} x_1 & -y_1 & 1 & 0 \\ y_1 & x_1 & 0 & 1 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_a & -y_a & 1 & 0 \\ y_a & x_a & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (2.10)$$

$$X = \begin{bmatrix} a \\ b \\ c \\ d \end{bmatrix} \quad L = \begin{bmatrix} X_1 \\ Y_1 \\ \dots \\ X_a \\ Y_a \end{bmatrix} \quad V = \begin{bmatrix} V_{X1} \\ V_{Y1} \\ \dots \\ V_{Xa} \\ V_{Ya} \end{bmatrix} \quad (2.11)$$

$$V = AX - L \quad (2.12)$$

X matrisi a,b,c ve d bilinmeyenlerinin bulunması için hesaplanır;

$$N = A^T P A, N = A^T P L, X = N^{-1} n \quad (2.13)$$

eşitliği ile bulunur. Koordinatların ortalama hatası;

$$m_0 = m_x = m_y = \pm \sqrt{\frac{V_x^2 + V_y^2}{2n-4}} \quad (2.14)$$

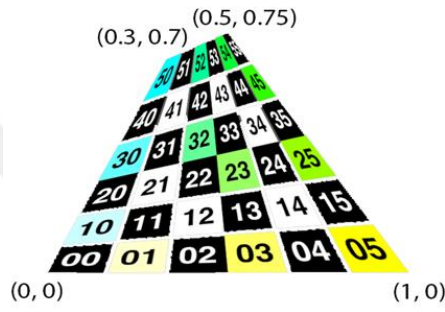
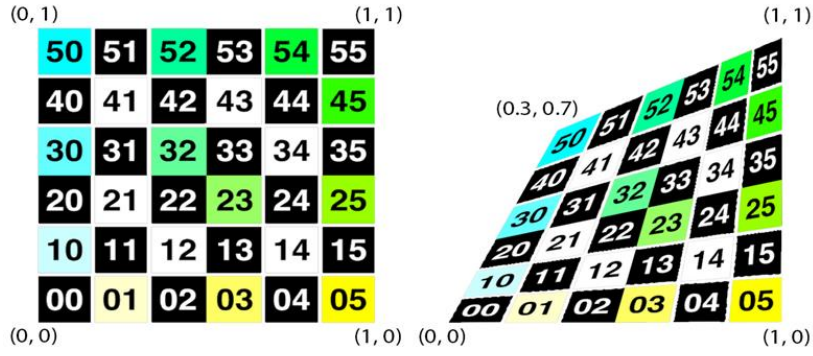
bir P noktasının konum hatası;

$$m_p = m_0 \sqrt{2} = \pm \sqrt{\frac{V_x^2 + V_y^2}{n-2}} \quad (2.15)$$

xy sisteminde bir şekil örneğin kare Helmert benzerlik dönüşümünden sonra da şeklini koruyarak kare olarak kalır, ancak öteleme, dönüklük ve ölçek olarak değişmiştir (Kraus 2007, Hüsrevoğlu ve Tuşat 2018).

2.6.2 Afin Dönüşümü

Jeodezi de dönüşüm yöntemleri tercih edilirken genellikle benzerlik dönüşümü kullanılır. Fakat kartoğrafya ve fotogrametri de durum aynı değildir. Deformasyona uğramış olan kağıt, film veya benzeri maddeler de her iki ekseninde bozulmalar aynı olmaz yani bu durum jeodeziden farklı olarak değişkenlik göstermektedir. Bu gibi durumlar da ise genellikle afin dönüşümü tercih edilmektedir (Kılıçoğlu 1995, Başçiftçi ve İnal 2008). Ölçek belirli bir yönde sabittir. Fakat yönün değişmesi durumunda ölçekte değişecektir. Doğruların paralel olanları dönüşüm sonrasında yine paralellliğini korur. Açılar ise değişirler (Yaşayan 1978, Başçiftçi ve İnal 2008).



Şekil 2.7 Afin dönüşümü uygulaması (İnt. Kyn. 4).

Hesaplamalarında altı parametre kullanılan afin dönüşümünde kullanılan bu parametreler, ölçek faktörü yukarı ve sağa ayrı ayrı olmak üzere, dönüklük ve öteleme parametreleri de ikişer tane olmak üzere toplam altı parametreden oluşmaktadır. Bunların çözümü için ise ortak olan en az üç noktaya ihtiyaç vardır (Hüsrevoğlu ve Tuşat 2018).

Birinci sistem koordinatları (x, y) ve ikinci sistem koordinatları (X, Y) olmak üzere uygulanacak bağıntı iki koordinat sistemi arasında denklem ve dönüşüm matrisleri (Ghilani 2011, Hüsrevoğlu ve Tuşat 2018):

$$X = ax + by + c \quad (2.16)$$

$$Y = dx + ey + f \quad (2.17)$$

olmak üzere, koordinatlara ait düzeltme denklemleri;

$$\begin{aligned}
 ax_1 + by_1 + c &= X_1 + V_{X1} \\
 dx_1 + ey_1 + f &= Y_1 + V_{Y1} \\
 ax_2 + by_2 + c &= X_2 + V_{X2} \\
 dx_2 + ey_2 + f &= Y_2 + V_{Y2} \\
 &\dots \\
 ax_n + by_n + c &= X_a + V_{Xa} \\
 dx_a + ey_a + f &= Y_a + V_{Ya}
 \end{aligned} \tag{2.18}$$

Parametrelerinin hesabı için kullanılacak dönüşüm matrisleri;

$$A = \begin{bmatrix} x_1 & y_1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & x_1 & y_1 & 1 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_n & y_n & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & x_n & y_n & 1 \end{bmatrix} \tag{2.19}$$

$$X = \begin{bmatrix} a \\ b \\ c \\ d \\ e \\ f \end{bmatrix} L = \begin{bmatrix} X_1 \\ Y_1 \\ \dots \\ X_a \\ Y_a \end{bmatrix} V = \begin{bmatrix} V_{X1} \\ V_{Y1} \\ \dots \\ V_{Xa} \\ V_{Ya} \end{bmatrix} \tag{2.20}$$

$$V = AX - L \tag{2.21}$$

X matrisi a,b,c,d,e,f bilinmeyenlerinin bulunması için hesaplanır;

$$N = A^T P A, n = A^T P L, X = N^{-1} n \tag{2.22}$$

Koordinatların ortalama hatası;

$$m_0 = m_X = m_Y = \pm \sqrt{\frac{V_X^2 + V_Y^2}{2n-6}} \tag{2.23}$$

bir P noktasının konum hatası;

$$m_p = m_0 \sqrt{2} = \pm \sqrt{\frac{v_x^2 + v_y^2}{n-3}} \quad (2.24)$$

Formülleri ile elde edilir.



3. UYGULAMA



Şekil 3.1. Uygulama bölgesi: Kahramanmaraş.

Geçmiş yıllarda klasik ölçme yöntemleri kullanılarak hazırlanan paftalar uydu teknolojisinin gelişimiyle birlikte yerini GNSS teknolojisi kullanılarak elde edilen haritalara bırakmıştır. Kahramanmaraş ilinde klasik ölçme yöntemleriyle elde edilen haritaların bulunduğu datum ED50 datumudur ve hazırlanan paftaların çoğu bu datum referans alınarak üretilmiştir. Teknolojik gelişmeler ile birlikte ülkemizde kullanılmaya başlanan datuma ise ITRF96 datumu adı verilmiştir.

ED50 datumunda elde edilen verilerin ITRF96 datumunda da anlamlı olabilmeleri için bu iki datum arasında bir dönüşümü zorunlu kılmıştır. Bu araştırma da Kahramanmaraş'ta uygulanan dönüşüm parametreleri incelendi ve daha hassas konum doğruluğuna erişmek için yeni statik oturumlar gerçekleştirilmiştir. Ülkemiz genel itibarı ile tektonik faaliyetlerin aktif olduğu bir yapıya sahip olmasından dolayı bu statik oturumları Kahramanmaraş ili için TUSAGA AKTİF sisteminde yer kontrol noktası olarak kullanılan MARA noktasının hız hareketlerinden faydalanarak ITRF96 2005.00

epoğunda tanımlandı. Elde edilen bu verileri J-Trans programı yardımıyla kartezyen koordinatlarından UTM sistemine dönüşümü sağlandı ve bütün veriler tek bir ortak payda da anlamlı hale gelmiş oldu. Sonrasında ise bizim için anlam ifade etmeyen noktaları bu dönüşüm parametrelerinden çıkartarak en yakın konum doğruluğuna erişilen parametrelerin elde edilmesi amaçlandı. Konum doğrulukları için ise kadastro tarafından uygulamalarda kullanılan onaylı noktalar referans alındı. Referans alınan bu noktaların değerleri ise zeminde tahrip olmayan noktalar ile minimum 20 ölçü epoğu uygulanarak kontrol edildi.



Şekil 3.2 Test noktalarına ait arazi istikşafi.



Şekil 3.3 Test noktalarına ait arazi istikşafı.



Şekil 3.4 Test noktalarına ait arazi istikşafı.



Şekil 3.5 Test noktalarına ait arazi istikşafı.

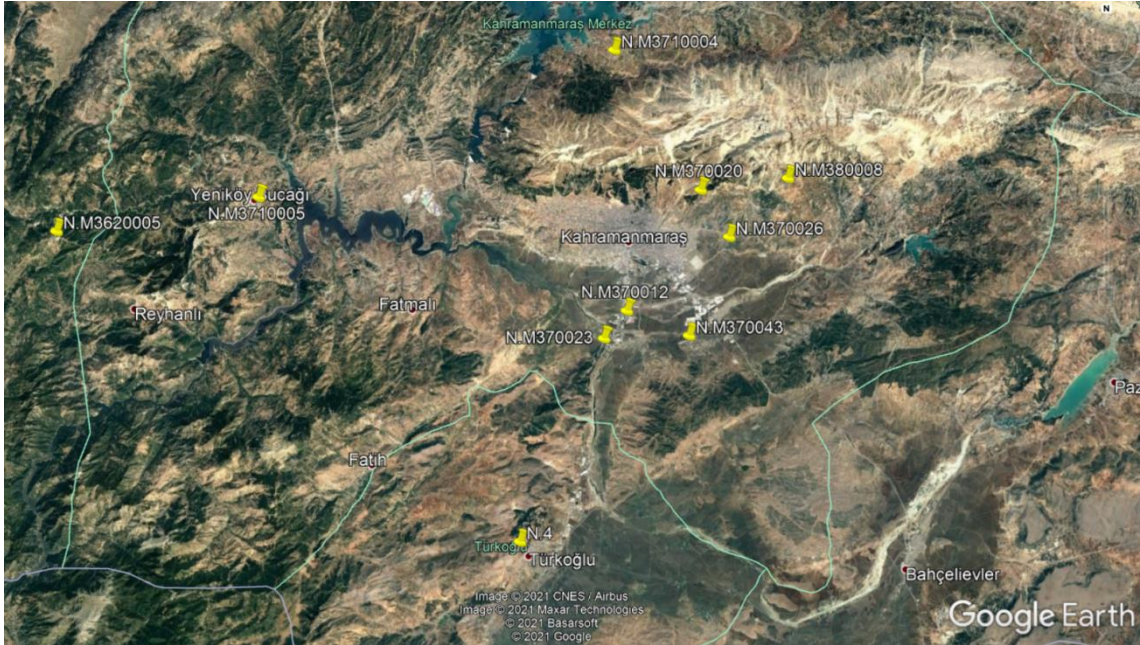


Şekil 3.6 Test noktalarına ait arazi istikşafı.



Şekil 3.7 Test noktalarına ait arazi istikşafı.

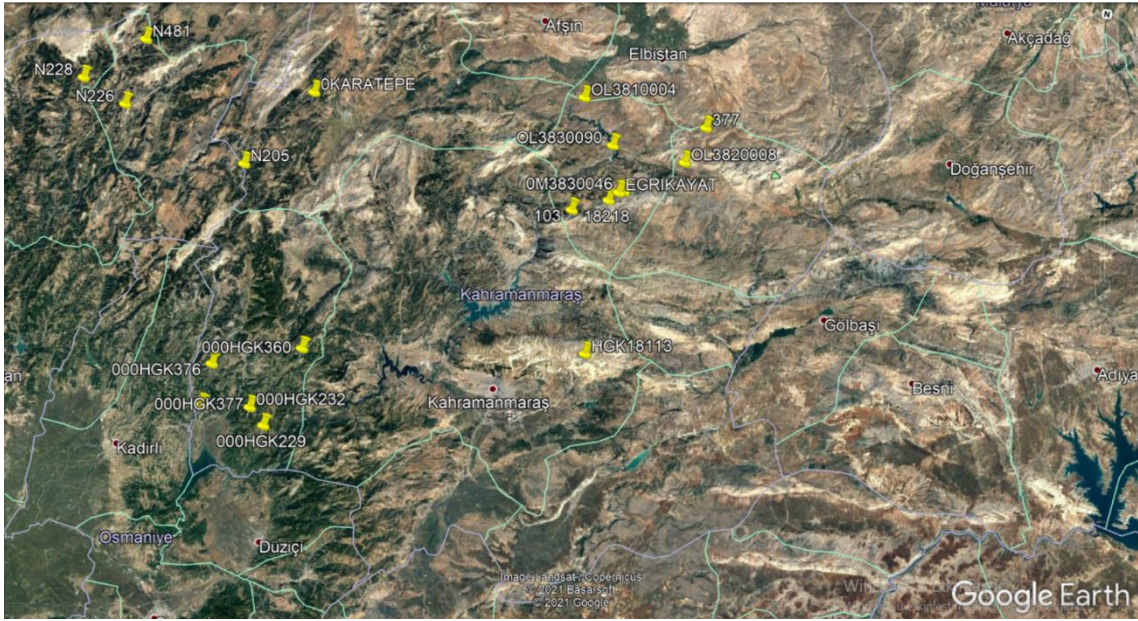
Daha sonra elde edilen bu parametreler test noktaları üzerinde Afin ve Helmert Benzerlik dönüşümleri uygulanarak karşılaştırıldı.



Şekil 3.8 Test noktalarının coğrafi dağılımı Google Earth Görüntüsü.

3.1 Yapılan Uygulamanın Amacı

Uygulama ile Kahramanmaraş merkez ilçelerinde kullanılan dönüşüm parametreleri incelenmiştir. Hali hazırda 19 nokta ile gerçekleştirilen bu dönüşüm parametreleri kadastro tarafından onaylı, ED50 koordinatları ve ITRF96 koordinatları bilinen noktalar üzerinde test edildiğinde ortaya çıkan sonuca göre yeni bir dönüşüm parametresi üzerinde çalışılmıştır.



Şekil 3.9 Kahramanmaraş ilinde güncelde kullanılan dönüşüm parametrelerine ait noktaların coğrafi dağılımı Google Earth Görüntüsü.

Kullanılan dönüşüm parametrelerine ait noktaların Kahramanmaraş ili merkez ilçelerini tam anlamıyla çevrelemediği görülmüş ve oluşturulacak yeni dönüşüm parametresinin merkez ilçelerin etrafını çevrelemesine özen gösterilmiştir. Oluşturulacak yeni parametre ile daha hassas bir konum doğruluğu elde edilmesi amaçlanmıştır. Belirlenen noktaların bir çoğu geçmiş yıllarda tesis edilmelerinden ötürü çeşitli tahribatlara ve deformelere maruz kaldığı gözlemlendi. Buna rağmen alanın birçok bölgesi taranarak istenilen seviyede bir nokta topluluğu oluşturulması amaçlandı. Kahramanmaraş iline ait kadastral altlıkların maksimum konum doğruluğunu sağlaması için yapılan bu çalışmayla geçmişte klasik yöntemlerle oluşturulan paftaların günümüzde de verimli şekilde kullanılması amaçlandı.

Güncelde kullanılan dönüşüm parametreleri incelendiğinde konum doğrulukları kadastro tarafından kullanılan test noktaları ile karşılaştırıldığında nokta konum değerleri arasındaki mesafe farklarının 38 santimetrelere kadar çıktığı gözlemlenmiştir. Bu uygulama ile bu farkların daha az mesafelere çekilmesi amaçlanmıştır. Yani Kahramanmaraş ili için daha fazla konum doğruluğuna sahip bir dönüşüm parametresi oluşturulması amaçlanmıştır. Bu sayede kadastral çalışmalarda klasik ölçme teknikleri kullanılarak oluşturulan verilerin günümüzde de sağlıklı bir şekilde kullanılmaya devam edilmesi hedeflenmiştir.

Kadastral çalışmalar ve mühendislik çalışmalarında bu altlıkların maksimum konum doğruluğunu sağlamaları hedeflenmiştir. Geçmişte gerçekleştirilen ölçümlerin günümüzde de kullanılarak bir bütünlük sağlamaları meydana gelebilecek sosyal problemlerin önüne geçmesi açısından önem arz etmektedir.

3.2 GNSS Oturumları ve Değerlendirilmesi

GNSS oturumlarının yapılması amacıyla belirlenen noktaların istikşafı esnasında bir çok noktanın tahrip olduğu görülmüş ve günümüzde yaşayan sağlıklı noktaların tespit edilmesiyle GNSS oturumlarına başlanmıştır. Nokta belirlemede güçlük yaşanan bölgelerde Harita Genel Müdürlüğü'ne ait ve güncelde kullanılan parametrenin verilerinden faydalanılmıştır.

Yapılan GNSS oturumlarının konum doğruluklarının hassasiyeti maksadıyla belirlenen noktalarda minimum 4 saat olacak şekilde oturumlar gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.10-3.14).



Şekil 3.10 ZM31 noktası.



Şekil 3.11 ZM63 noktası.



Şekil 3.12 ZM33 noktası.



Şekil 3.13 ZEX1 noktası.



Şekil 3.14 ZM62 noktası.

3.2.1 Epok Hesabı ve Noktaların Konum Değişimleri

Epok kelime anlamı olarak belirli bir datanın elde edildiği belirli bir an anlamını taşımaktadır. Ülkemiz tektonik faaliyetlerin aktif olduğu levhalar üzerinde yer almasından dolayı ölçüm işlerinde kullanılacak verilerin anlamlı olabilmeleri belirli bir zamanda ifade edilmelerini zorunlu kılmıştır.

Türkiye de Tapu Kadastro Genel Müdürlüğü TUSAGA-AKTİF sistemi ile ölçüm işleri için verileri kullanıcılara ITRF96 2005.00 epoğunda yer kontrol noktaları aracılığı ile gerekli düzeltmeleri getirerek sağlamaktadır.

Yapılan statik oturumlarından elde edilen veriler ITRF2014 2019.67 epoğunda olmasından dolayı ITRF96 2005.00epoğuna dönüşümleri hız verilerine göre hesaplanabilir. Hız verilerine ise yine Kadastro Müdürlüğü'nün yer kontrol noktalarındaki belirlenen hız verileri kullanılarak yapılabilir.

Bu tez çalışmasında Kahramanmaraş iline en yakın TUTGA noktası MARA noktasının hız verilerinden yararlanılmıştır. MARA noktasına ait hız verileri

$$V_x = -0.182$$

$$V_y = 0.0021$$

$$V_z = 0.0121 \text{ şeklindedir.}$$

Verilerin ITRF96 2014 2019.67 epoğundaki sonuçları Çizelge 3.1 deki gibidir.

Çizelge 3.1 Elde edilen verilerin ITRF96 2014 epoğundaki sonuçları.

ITRF2014				
NN	X	Y	Z	EPOK
ZM31	4013164.606	3027074.877	3914877.125	2019.673
ZM62	4023074.627	3073065.487	3868171.884	2019.675
ZEX1	4014970.680	3064117.194	3883793.807	2019.675
ZM32	4024136.041	3070101.472	3869699.173	2019.675
ZM43	4046517.614	3064520.170	3850086.793	2019.678
ZM63	4058953.632	3044591.491	3852635.559	2019.678
ZM33	4062299.196	3042690.991	3850726.536	2019.678

Bu verilerin ITRF96 2005.00 epoğundaki dönüşümleri için https://www.epncb.oma.be/_productsservices/coord_trans/index.php sitesinden faydalanılmıştır. Alınan sonuçlar ise her bir nokta için aşama aşama Şekil 3.15-3.21 de gösterilmiştir.

Çizelge 3.2 ZM31 noktasına ait değerlendirme.

Nokta Adı	Çerçeve	Epok	X	Y	Z	V_x	V_y	V_z
ZM31	ITRF2014	2019.7	4013164.6060	3027074.8770	391487.1250	-0.018200	0.002100	0.012100
	ITRF2008	2019.7	4013164.6087	3027074.8797	3914877.1275	-0.018080	0.002191	0.012117
	ITRF2005	2019.7	4013164.6164	3027074.8817	3914877.1265	-0.017780	0.002191	0.012117
	ITRF2000	2019.7	4013164.6204	327074.8888	3914877.0930	-0.017659	0.002533	0.010631
	ITRF96	2019.7	4013164.6276	3027074.8955	3914877.0497	-0.017912	0.002352	0.009270
	ITRF96	2005.0	4013164.8904	3027074.8610	3914876.9137	0.017912	0.002352	0.009270

Çizelge 3.3 ZM62 noktasına ait değerlendirme.

Nokta Adı	Çerçeve	Epok	X	Y	Z	V_x	V_y	V_z
ZM62	ITRF2014	2019.7	4023074.6270	3073065.4870	3868171.8840	-0.018200	0.002100	0.012100
	ITRF2008	2019.7	4023074.6297	3073065.4897	3868171.8865	-0.018079	0.002192	0.012116
	ITRF2005	2019.7	4023074.6374	3073065.4917	3868171.8854	-0.017779	0.002192	0.012116
	ITRF2000	2019.7	4023074.6415	3073065.4990	3868171.8518	-0.017657	0.002538	0.010625
	ITRF96	2019.7	4023074.6486	3073065.5058	3868171.8085	-0.017915	0.002359	0.009264
	ITRF96	2005.0	4023074.9114	3073065.4711	3868171.6726	-0.017915	0.002359	0.009264

Çizelge 3.4 ZEX1 noktasına ait değerlendirme.

Nokta Adı	Çerçeve	Epok	X	Y	Z	V_x	V_y	V_z
ZEX1	ITRF2014	2019.7	4014970.6800	3064117.1940	3883793.8070	-0.018200	0.002100	0.012100
	ITRF2008	2019.7	4014970.6827	3064117.1967	3883793.8095	-0.018080	0.002192	0.012117
	ITRF2005	2019.7	4014970.6904	3064117.1987	3883793.8084	-0.017780	0.002192	0.012117
	ITRF2000	2019.7	4014970.6944	3064117.2059	3883793.7749	-0.017658	0.002537	0.010627
	ITRF96	2019.7	4014970.7015	3064117.2127	3883793.7316	-0.017915	0.002357	0.009266
	ITRF96	2005.0	4014970.9644	3064117.1781	3883793.5956	-0.017915	0.002357	0.009266

Çizelge 3.5 ZM32 noktasına ait değerlendirme.

Nokta Adı	Çerçeve	Epok	X	Y	Z	V_x	V_y	V_z
ZM32	ITRF2014	2019.7	4024136.0410	3070101.4720	3869699.1730	-0.018200	0.002100	0.012100
	ITRF2008	2019.7	4024136.0437	3070101.4747	3869699.1755	-0.018079	0.002192	0.012116
	ITRF2005	2019.7	4024136.0514	3070101.4767	3869699.1744	-0.017779	0.002192	0.012116
	ITRF2000	2019.7	4024136.0555	3070101.4839	3869699.1408	-0.017657	0.002538	0.010626
	ITRF96	2019.7	4024136.0626	3070101.4907	3869699.0975	-0.017915	0.002359	0.009264
	ITRF96	2005.0	4024136.3254	3070101.4561	3869698.9616	-0.017915	0.002359	0.009264

Çizelge 3.6 ZM43 noktasına ait değerlendirme.

Nokta Adı	Çerçeve	Epok	X	Y	Z	V_x	V_y	V_z
ZM43	ITRF2014	2019.7	4046517.6140	3064520.1700	3850086.7930	-0.018200	0.002100	0.012100
	ITRF2008	2019.7	4046517.6167	3064520.1727	3850086.7955	-0.018079	0.002192	0.012116
	ITRF2005	2019.7	4046517.6244	3064520.1747	3850086.7944	-0.017779	0.002192	0.012116
	ITRF2000	2019.7	4046517.6285	3064520.1819	3850086.7608	-0.017655	0.002537	0.010624
	ITRF96	2019.7	4046517.6357	3064520.1888	3850086.7174	-0.017912	0.002360	0.009262
	ITRF96	2005.0	4046517.8985	3064520.1541	3850086.5815	-0.017912	0.002360	0.009262

Çizelge 3.7 ZM63 noktasına ait değerlendirme.

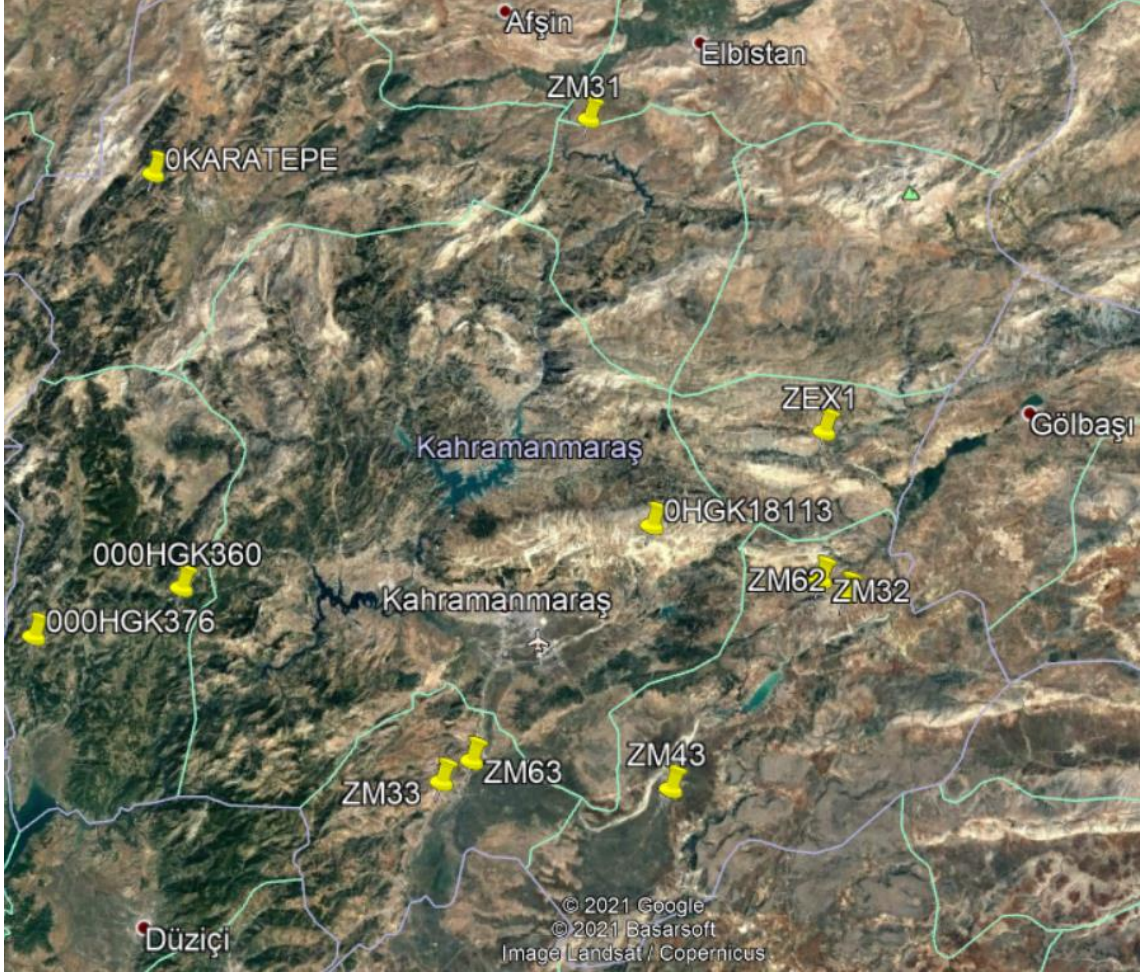
Nokta Adı	Çerçeve	Epok	X	Y	Z	V_x	V_y	V_z
ZM63	ITRF2014	2019.7	4058953.6320	3044591.4910	3852635.5590	-0.018200	0.002100	0.012100
	ITRF2008	2019.7	4058953.6347	3044591.4937	3852635.5615	-0.018078	0.002191	0.012116
	ITRF2005	2019.7	4058953.6424	3044591.4957	3852635.5604	-0.017778	0.002191	0.012116
	ITRF2000	2019.7	4058953.6466	3044591.5029	3852635.5268	-0.017654	0.002535	0.010624
	ITRF96	2019.7	4058953.6538	3044591.5097	3852635.4834	-0.017908	0.002359	0.009262
	ITRF96	2005.0	4058953.9165	3044591.4751	3852635.3475	-0.017908	0.002359	0.009262

Çizelge 3.8 ZM33 noktasına ait değerlendirme.

Nokta Adı	Çerçeve	Epok	X	Y	Z	V_x	V_y	V_z
ZM33	ITRF2014	2019.7	4062299.1960	3042690.9910	3850726.5360	-0.018200	0.002100	0.012100
	ITRF2008	2019.7	4062299.1987	3042690.9937	3850726.5385	-0.018078	0.002191	0.012116
	ITRF2005	2019.7	4062299.2064	3042690.9957	3850726.5374	-0.017778	0.002191	0.012116
	ITRF2000	2019.7	4062299.2106	3042691.0029	3850726.5038	-0.017653	0.002535	0.010624
	ITRF96	2019.7	4062299.2178	3042691.0097	3850726.4604	-0.017908	0.002359	0.009262
	ITRF96	2005.0	4062299.4805	3042691.9751	3850726.3245	-0.017908	0.002359	0.009262

Oturumu gerçekleştirilen noktaların istenilen datum ve epoktaki koordinatları şekillerde gösterildiği gibi hesaplanarak noktaların kartezyen koordinatları belirlenmiştir. Kartezyen koordinatları sonrasında ise J-Trans programı yardımıyla noktaların UTM 3 derecedeki koordinatları belirlenerek dönüşümde kullanılabilir hale getirilmiştir.

Yeni uygulanacak olan dönüşüm parametrelerinin dağılımı statik oturumu gerçekleştirilen ve sonrasında kullanılabilir hale getirilen noktalarla birlikte önceki dönüşümde Harita Genel Müdürlüğü'ne ait noktaların da kullanılmasıyla şekildeki gibi olmuştur.



Şekil 3.15 Yeni oluşturulan parametreye ait noktaların coğrafi dağılımı Google Earth Görüntüsü.

3.3 İki Boyutlu Benzerlik Dönüşümü

Helmert benzerlik dönüşümü diğer adıyla iki boyutlu dönüşümü şekil ve alan koruyan dönüşüm modeli olması sebebiyle dönüşüm parametreleri arasında en çok tercih edilen dönüşüm yöntemidir. Kahramanmaraş ili için iki boyutlu benzerlik diğer adıyla Helmert benzerlik dönüşümü bu uygulamada kullanılmıştır. Merkez ilçelerin etrafını çevreleyecek şekilde toplamda 11 noktadan oluşan noktalar ile dönüşüm parametresi hesaplanmıştır. Dönüşüm sonrası 4 adet parametre hesaplanmıştır.

Bu parametreler, iki adet öteleme, bir adet dönüklük açısı, bir adet ölçek faktöründen oluşmaktadır.

x, y : 1. Sisteme ait koordinatlar

X, Y : 2. Sisteme ait koordinatlar

ε : İki koordinat sistemi arasındaki dönüklük açısı

c, d : Öteleme elemanları

m : Ölçek faktörü

olmak üzere bu noktanın her iki sistemdeki koordinatları arasında,

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

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

İlişkisi vardır.

Güncelde kullanılan ve yeni üretilen parametrenin Helmert Dönüşümü sonrası değerleri Çizelge 3.7 deki gibidir.

Çizelge 3.9 Güncel durumda kullanılan ve yeni üretilen parametreye ait Helmert Dönüşümü kontrol sonucu

Helmert Dönüşümü Kontrol Sonucu				
	Kadastro Parametresi		Üretilen Parametre	
a	0.99999320	0.99999320	0.99999643	0.99999643
b	-0.00000048	-0.00000048	-0.00000340	-0.00000340
cy	-20.57936	-20.57936	-6.06063	-6.06063
cx	-152.90127	-152.90127	-168.43527	-168.43527
m0	0.06740874	0.06740874	0.21347272	0.21347272

Test noktalarına ait ED50 koordinatları üzerinde güncelde kullanılan dönüşüm parametrelerine ait sonuçlar Çizelge 3.8 deki gibidir.

Çizelge 3.10 Güncelde kullanılan noktalar ile Helmert Dönüşümü'nün test noktaları üzerinde uygulanması sonucu mesafe farkları

Kahramanmaraş için Kullanılan Dönüşüm Parametresinin Helmert Dönüşümü							
$m_0=0.06740874$	Onaylı ITRF		Üretilen		Fark		Mesafe
Nokta Adı	X	Y	X	Y	X(m)	Y(m)	cm
N.M370012	4155412.621	581249.148	4155412.602	581248.782	0.019	0.366	37
N.M370020	4163565.934	586130.790	4163565.883	586130.491	0.051	0.299	30
N.M370023	4153529.237	579711.730	4153529.215	579711.352	0.022	0.378	38
N.M370026	4160449.822	588112.244	4160449.765	588111.912	0.057	0.332	34
N.M370043	4153770.906	585463.371	4153770.846	585462.999	0.060	0.372	38
N.M380008	4164351.656	591921.578	4164351.565	591921.295	0.091	0.283	30
N.M3710004	4172888.310	580218.475	4172888.204	580218.373	0.106	0.102	15
N.4.	4139804.579	574149.334	4139804.433	574149.047	0.146	0.287	32
N.M3620005	4160385.055	542782.753	4160384.952	542782.638	0.103	0.115	16
N.M3710005	4162809.447	556339.215	4162809.340	556339.120	0.107	0.095	14

Çizelge 3.3 ten anlaşılacağı üzere güncel parametresinin uygulanmasıyla test noktalarına ait değerlerin Helmert Dönüşümü uygulandıktan sonra mesafe farkları 14 santimetre ile 38 santimetre arasında değişmektedir.

Test noktalarına ait ED50 koordinatları üzerinde yeni oluşturulan parametrenin uygulanmasıyla elde edilen sonuçlar ise aşağıdaki gibidir.

Çizelge 3.11 Yeni noktalar ile Helmert Dönüşümü'nün test noktaları üzerinde uygulanması sonucu mesafe farkları

Kahramanmaraş için Yeni Üretilen Dönüşüm Parametresinin Helmert Dönüşümü							
$m_0=0.21347272$	Onaylı ITRF		Üretilen		Fark		Mesafe
Nokta Adı	X	Y	X	Y	X(m)	Y(m)	cm
N.M370012	4155412.621	581249.148	4155412.752	581249.063	-0.131	0.085	16
N.M370020	4163565.934	586130.790	4163566.078	586130.755	-0.144	0.035	15
N.M370023	4153529.237	579711.730	4153529.353	579711.634	-0.116	0.096	15
N.M370026	4160449.822	588112.244	4160449.958	588112.195	-0.136	0.049	14
N.M370043	4153770.906	585463.371	4153771.007	585463.299	-0.101	0.072	12
N.M380008	4164351.656	591921.578	4164351.786	591921.575	-0.130	0.003	13
N.M3710004	4172888.310	580218.475	4172888.407	580218.582	-0.097	-0.107	14
N.4.	4139804.579	574149.334	4139804.505	574149.365	0.074	-0.031	8
N.M3620005	4160385.055	542782.753	4160384.968	542782.774	0.087	-0.021	9
N.M3710005	4162809.447	556339.215	4162809.417	556339.291	0.030	-0.076	8

Çizelge 3.9 incelendiğinde yeni oluşturulan dönüşüm parametresinin uygulanmasıyla test noktalarına ait değerlerin Helmert Dönüşümü uygulandıktan sonra mesafe farkları 8 santimetre ile 16 santimetreye kadar indirilebildiği görülmektedir.

Noktalara ait kadastro tarafından onaylı ve parametreler ile elde edilen koordinatlarının her biri için sağlanan fayda miktarları Çizelge 3.10 da gösterildiği gibidir.

Çizelge 3.12 Test noktalarının onaylı koordinatları ile parametre ile elde edilen koordinatları üzerinde mesafe farklarının karşılaştırılması

Nokta Adı	Güncel Kullanılan(cm)	Yeni üretilen(cm)	Sağlanan Fayda (cm)
N.M370012	37	16	21
N.M370020	30	15	15
N.M370023	38	15	23
N.M370026	34	14	20
N.M370043	38	12	26
N.M380008	30	13	17
N.M3710004	15	14	1
N.4.	32	8	24
N.M3620005	16	9	7
N.M3710005	14	8	6

3.4 Afın Dönüşümü

Afın dönüşümü genellikle kartoğrafya ve fotogrametri alanında tercih edilen bir dönüşüm yöntemidir. Ölçek değişkenlik gösterebilir. Bu nedenle jeodezik konularda genellikle tercih edilmez. Afın dönüşümü altı parametreden oluşmaktadır.

Bu parametreler:

X yönünde kayma

X yönünde dönme

X yönünde ölçek

Y yönünde kayma

Y yönünde dönme

Y yönünde ölçektir.

Çizelge 3.13 Güncel durumda kullanılan ve yeni üretilen parametreye ait Afin Dönüşümü kontrol sonucu

Afin Dönüşümü Kontrol Sonucu		
	Kadastro Parametresi	Üretilen Parametre
a1	0.99999261	0.99999386
b1	0.00000012	0.00000188
a2	-0.00000046	-0.00000408
b2	0.99999349	0.99999819
cy	-19.24636	-13.43242
cx	-150.43434	-158.11173
m0	0.06777962	0.21107003

Güncelde kullanılan ve yeni üretilen parametrenin Afin dönüşümü sonrası değerleri Çizelge 3.11 deki gibidir.

Test noktalarına ait ED50 koordinatları üzerinde güncelde kullanılan dönüşüm parametrelerine ait sonuçlar Çizelge 3.12 deki gibidir.

Çizelge 3.14 Güncelde kullanılan noktalar ile Afin Dönüşümü'nün test noktaları üzerinde uygulanması sonucu mesafe farkları

Kahramanmaraş için Kullanılan Dönüşüm Parametresinin Afin Dönüşümü							
m0=0.06740874	Onaylı ITRF		Üretilen		Fark		Mesafe
Nokta Adı	X	Y	X	Y	X(m)	Y(m)	cm
N.M370012	4155412.621	581249.148	4155412.623	581248.801	0.002	0.347	35
N.M370020	4163565.934	586130.790	4163565.899	586130.509	0.035	0.281	28
N.M370023	4153529.237	579711.730	4153529.237	579711.371	0.000	0.359	36
N.M370026	4160449.822	588112.244	4160449.783	588111.931	0.039	0.313	32
N.M370043	4153770.906	585463.371	4153770.867	585463.020	0.039	0.351	35
N.M380008	4164351.656	591921.578	4164351.581	591921.314	0.075	0.264	30
N.M3710004	4172888.310	580218.475	4172888.215	580218.385	0.095	0.090	13
N.4.	4139804.579	574149.334	4139804.463	574149.070	0.116	0.264	29
N.M3620005	4160385.055	542782.753	4160384.969	542782.643	0.086	0.211	14
N.M3710005	4162809.447	556339.215	4162809.356	556339.129	0.091	0.086	13

Test noktalarına ait ED50 koordinatları üzerinde yeni üretilen dönüşüm parametrelerine ait sonuçlar Çizelge 3.13 deki gibidir.

Çizelge 3.15 Yeni noktalar ile Afin Dönüşümü'nün test noktaları üzerinde uygulanması sonucu mesafe farkları

Kahramanmaraş için Yeni Üretilen Dönüşüm Parametresinin Afin Dönüşümü							
m0=0.21347272	Onaylı ITRF		Üretilen		Fark		Mesafe
Nokta Adı	X	Y	X	Y	X(m)	Y(m)	cm
N.M370012	4155412.621	581249.148	4155412.781	581249.044	-0.160	0.104	19
N.M370020	4163565.934	586130.790	4163566.089	586130.758	-0.155	0.032	16
N.M370023	4153529.237	579711.730	4153529.385	579711.610	-0.148	0.120	19
N.M370026	4160449.822	588112.244	4160449.978	588112.196	-0.156	0.048	16
N.M370043	4153770.906	585463.371	4153771.042	585463.285	-0.136	0.086	16
N.M380008	4164351.656	591921.578	4164351.798	591921.589	-0.142	-0.011	14
N.M3710004	4172888.310	580218.475	4172888.389	580218.588	-0.079	-0.113	14
N.4.	4139804.579	574149.334	4139804.569	574149.310	0.010	0.024	3
N.M3620005	4160385.055	542782.753	4160384.958	542782.696	0.097	0.057	11
N.M3710005	4162809.447	556339.215	4162809.409	556339.240	0.038	-0.025	5

Çizelge 3.12 ve 3.13 incelendiğinde güncelde kullanılan dönüşüm parametreleriyle gerçekleştirilen afin dönüşümün de onaylı noktalar ile dönüşüm sonrası elde edilen noktalar arasındaki mesafe farkları 13 santimetre ile 35 santimetre arasında değişmektedir. Yeni üretilen dönüşüm parametrelerinde yapılan uygulamada ise bu farklar 3 santimetre ile 19 santimetre arasında değişmektedir.

3.5 Sonuçların Karşılaştırılması

Sonuçlar incelendiğinde jeodezi de kullanılan dönüşüm yöntemlerinden en çok tercih edilen yöntem olan Benzerlik dönüşümünde güncel de kullanılan parametre ile elde edilen sonuçlara bakıldığında noktalar arasındaki mesafe farklarının 38 santimetrelere kadar yükseldiği görülmektedir. Bu yüksek bir fark gibi görünmesede imar alanlarında ciddi sosyal problemler yaratacak kadar büyük bir farktır. Yeni üretilen parametre ile bu farklar 16 santimetrelere kadar indirilmiştir. Fakat yine imar alanları için bu mesafe farkları da sosyal problemlerin önünü açacak miktarda bir farktır. Bu farkların daha da küçültülmesi için coğrafi anlamda homojen dağılımlı ve daha çok noktaya ihtiyaç vardır. Fakat geçmişten bugüne deforme olmuş noktaların sayısı da çok fazla olmasından dolayı noktaların tespitinde güçlükler yaşanabilmektedir.

Afin dönüşümü jeodezik çalışmalarda çok tercih edilen bir yöntem olmamasıyla birlikte güncelde kullanılan parametre ile yapılan uygulama incelendiğinde konumlar arasındaki mesafe farkları 36 santimetrelere kadar çıkmakta, yeni oluşturulan parametre ile bu farklar 19 santimetrelere kadar indirilebilmekte olduğu gözlemlenmektedir. Yaşanabilecek sosyal problemlerin önüne geçmesi açısından bu farkta ciddi sayılabilecek bir farktır.



4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu tez çalışmasında Kahramanmaraş ili merkez ilçeleri olan Dulkadiroğlu ve Onikişubat ilçelerinin çevrelerini kapsayacak şekilde 11 noktadan oluşan bir GNSS ağı kurulmuştur. Ağın kurulmasında alanın tamamının istikşafı özenle yapılmıştır. Geçmişten bugüne deforme olmayan yaşayan noktaların tespit edilmesine özen gösterilmiştir. Belirlenen noktaların 7 tanesinde minimum 4 saat olacak şekilde statik oturumları gerçekleştirilmiştir. Kuzey ve batı kısmında tespit edilemeyen noktalardan ötürü güncelde Harita Genel Müdürlüğü tarafından tesis edilmiş ve kadastro tarafından kullanılan 4 adet nokta ilave edilmiştir. GNSS ölçüleri 2019 yılında tamamlanmıştır.

Belirlenen ve kullanılabilir hale getirilen noktalarla Benzerlik dönüşümü ve Afin dönüşümü kullanılarak karşılaştırılmıştır. Alan ve şekil koruyan dönüşüm yöntemi olarak bilinen Benzerlik dönüşümü jeodezik çalışmalarda en çok tercih edilen iki boyutlu dönüşüm yöntemidir.

Elde edilen verilerle birlikte oluşturulan dönüşüm parametresi kadastro tarafından onaylı ve kadastral çalışmalarda kullanılan ED50 ve ITRF96 koordinatları bilinen 10 adet nokta üzerinde test edilmiş ve konum doğruluğu açısından kadastral çalışmalarda çokça tercih edilen Benzerlik Dönüşümü ile karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma sonucunda güncel de kullanılan dönüşüm parametresinde konum doğrulukları arasında ki mesafe farkları 38 santimetrelere kadar çıkmaktadır. Yeni oluşturulan parametre ile birlikte bu farklar maksimum 16 santimetrelere kadar indirgenmiştir. Fakat özellikle imar alanlarının çoğunlukta olduğu Kahramanmaraş ili, merkez ilçelerinde bu ciddi sosyal problemlere yol açabilecek kadar büyük bir rakamdır. Yapılaşmaların çok fazla olduğu bölgelerde dönüşüm parametreleri ciddi önem arz etmektedir.

Yapılan çalışma ile konum doğruluğu açısından belirli bir iyileştirilme gerçekleştirilmiş fakat sağlanan faydanın hala yeterli seviye de olmadığı düşünülmektedir. Kadastral çalışmalara uygun bir altlık seçilmesi kadastro faaliyetleri açısından en önemli kriterlerin başında gelmektedir. Bu yüzden kullanılacak dönüşüm parametrelerinin

gerçeğe en yakın sonucu vermesi son derece önemlidir.

Konum doğruluğunun daha da artırılması dönüşüm parametrelerinde kullanılacak noktaların istikşafı sırasında daha fazla sayıda ve deformatsyona uğramamış noktaların tespiti ile mümkündür. Daha çok sayıdaki sağlam noktaların tespiti ve noktaların çalışma yapılacak bölgenin etrafını coğrafi olarak çevrelemesiyle alınacak sonuçlar çok daha sağlıklı olacaktır. Daha sağlıklı sonuçlar ile klasik ölçme yöntemleri kullanılarak elde edilen veriler oluşabilecek sosyal problemlerin önüne geçmekle birlikte kadastral çalışmaların çok daha sağlıklı şekilde gerçekleştirilmesine olanak sağlayacaktır.



5. KAYNAKLAR

- Aktuğ B, Lenk O, Özdemir S, Seymen S, Kurt M, Parmaksız E, vd., 2011, Ed-50 (European Datum-1950) ile TUREF(Türkiye Ulusal Referans Çerçevesi) Arasında datum Dönüşümü (Datum transformation between ED-50(Europen Datum-1950) and TUREF (Turkish National Reference Frame), Harita Dergisi, 146, 8-17.
- Arslan E, 1997, GPS Koordinatlarından Ülke Koordinatlarına Dönüşüm, Türkiye 6. Bilimsel ve Teknik Harita Kurultayı, 3-7 Mart 1997, Ankara.
- Ayhan M E, Demir C, Lenk O, Kılıçoğlu A, Aktuğ B, Açıkgöz M, vd., 2002, Türkiye Ulusal Temel GPS Ağı-1999A (TUTGA-99A), Harita Dergisi Özel Sayı.
- Bamford C R, 1962 The application of the ligand field theory to coloured glasses, Physical Chemistry, 3, 189-202.
- Başçiftçi F, İnal C, 2008, Jeodezide Kullanılan Bazı Koordinat Dönüşümlerinin Programlanması, Journal of the Faculty of Engineering and Architecture, 23, 27-40.
- Bildirici İ Ö, Türkiye’de Büyük ve Orta Ölçekli Harita Yapımında Kullanılan Projeksiyon Sistemleri, 3-6 Mayıs 2017, Ankara.
- Cingöz A, Gürdal M A, Kurt A İ, Ocak M, Türkezer A, Yıldız H, vd., 2002, Türkiye Ulusal Temel GPS Ağı-1999A(TUTGA-99A), Harita Dergisi, 164, 1-17.
- Demirtaş M Ü, 2006, Bölgesel Koordinat Dönüşümleri, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 138s, İstanbul.
- Dilaver A, 1997, Jeodezide Temel Koordinat Sistemleri, Karadeniz Teknik Üniversitesi Yayınları, No:47, Trabzon.
- Evsen S, 2019, 2 ve 3 Boyutlu Koordinat Dönüşümleri; Şırnak İli Örneği, Yüksek Lisans Tezi, Aksaray Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 92s, Aksaray.
- Ghilani C D., 2011, Adjustment Computations: Spatial Data Analysis: John Wiley & Sons, 611P, Hoboken, NJ.

- Güzel G, 2007, Coğrafi Bilgi Sistemleri Yönetim Bilgi Sistemleri ve Belediye Uygulamaları, Forart Matbaacılık, İstanbul.
- Hüsrevoğlu M. Tuşat E. 2018, İki boyutlu bazı datum dönüşüm yöntemlerinin incelenmesi, Geomatik Dergisi, 3, 22-34.
- İlvan A, 2014, Mersin İli Toroslar İlçesi Örneğinde Lokal Dönüşüm Parametrelerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Çalışma, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 91s, İstanbul.
- Kılıçoğlu A, 1995, Jeodezi'de Dönüşümler, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Kısa A, Erkek B, Ekin L, 2021, Datum Transformation of Spatial Data and Application in Cadastre, International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, 19, B4
- Konuksever F, 2020, Jeodezik Koordinat Dönüşümleri İçin Android Tabanlı Mobil Uygulama Geliştirilmesi, Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 78s, Sivas.
- Kraus K, 2007, Fotogrametri Cilt 1 (Altan O, Külür S, Toz G, Demirel H, Duran Z, & Çelikoyan M, Trans). İstanbul Teknik Üniversitesi: Nobel Yayın Dağıtım.
- Kumar M, 1993, World Geodetic System 1984, A Reference Frame For Global Mapping, Charting and Geodetic Applications, Surveying and Land Information Systems, 53, 53-56.
- Kutoğlu Ş H, 2001 Gps Ağlarının Ülke Nirengi Ağlarına Entegrasyonu, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 124s, İstanbul.
- Mustafa D S, 2017, Duhok Bölgesi İçin Koordinat Dönüşümü Parametre ve Yöntemlerinin İncelenmesi, Aksaray Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 81s, Aksaray.
- Soler T, Hothem, L.D., 1988, Coordinate Systems used in geodesy; Basic definitions and concepts, Journal of Surveying Engineering, 114, 87-97.
- Şişman Y, Dilaver A, 2005, Datum Dönüşümünde Kalite Kontrol, Türkiye 10. Bilimsel ve Teknik Harita Kurultayı, 28 Mart-1 Nisan 2005, Ankara.

Tanık A, 2003, Dönüşümler ve Uygulamaları, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 89s, İstanbul.

Ürüşan A Y, 2010, Marmara Bölgesi'nde GNSS Tabanlı Koordinat Transformasyonu ve Hücresel Transformasyon Parametrelerinin Belirlenmesi, TC İstanbul Kültür Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 220s, İstanbul.

Üstün A, 1996, Datum Dönüşümleri, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 97s, İstanbul.

Yaşayan A, 1978, Hava Fotogrametrisinde İki Boyutlu Doğrusal Dönüşümler ve Uygulamaları, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Yayın No:102, Trabzon.

İnternet Kaynakları

- 1) https://tr.wikipedia.org/wiki/Co%C4%9Frafik_koordinat_sistemi
- 2) <https://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/guide-books/map-projections/geographic-coordinate-system.htm>
- 3) <https://vdatum.noaa.gov/docs/datums.html>
- 4) <https://answers.unity.com/questions/1554339/apply-an-affine-transformation.html>
- 5) <https://www.thoughtco.com/geotedic-datums-overview-1434909>