T.C.
ÇEVRE VE ŞEHİRCİLİK BAKANLIĞI
COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

Türkiye Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemi
Koordinat Referans Sistemleri ve Coğrafi Grid Sistemleri Kayıt Dokümanı
Sürüm 1.0

2020

Koordinat Referans Sistemleri ve Coğrafi Grid Sistemleri Kayıt Dokümanı

Kimlik	TUCBS_CG
Başlık	Koordinat Referans Sistemleri ve Coğrafi Grid Sistemleri Kayıt Dokümanı
Oluşturanlar	Koordinat Referans Sistemleri ve Coğrafi Grid Sistemleri Tema Çalışma Heyeti
Tarih	09-04-2020
Yayınlayan	Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü
Tanım	Koordinat Referans Sistemleri ve Coğrafi Gridlere ilişkin kılavuz ilkeleri içermektedir.
Gizlilik Derecesi	Herkese Açık
Dayanak	1 Numaralı Cumhurbaşkanlığı Kararnamesi Coğrafi Bilgi Sistemleri Hakkında 49 Sayılı Cumhurbaşkanlığı Kararnamesi

İş bu doküman Fikir ve Sanat Eserleri Kanunu'na tabidir ve içeriğine ilişkin her türlü fikri ve sınai haklar ile tüm telif hakları ve diğer fikri ve sınai mülkiyet hakları Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'na aittir. İşbu doküman Fikir ve Sanat Eserleri Kanunu ve Türk Ceza Kanunu kapsamında korunmaktadır.

Dokümanda yer alan bilgilerin çoğaltılması, saklanması veya işleme tutulması da dâhil, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın önceden yazılı iznine tabidir. Bu sebeple işbu dokümanlarda yer alan bilgiler Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın yazılı izni olmadan hiçbir şekilde, çoğaltılamaz, yayınlanamaz, kopyalanamaz, sunulamaz ve aktarılamaz.

Koordinat Referans Sistemleri ve Coğrafi Grid Sistemleri Yönetici Özeti

Bir koordinat referans sistemi bir nesneye bir jeodezik datum ile bağlantılı bir koordinat sistemidir. Koordinat referans sistemleri, jeodezik datumların tanımı için gerekli sabit katsayılar ve parametreleri tanımlar ve konumsal bilgilerin uzayda bir koordinat seti ile (kartezyen koordinatlar - X, Y, Z veya jeodezik koordinatlar - enlem, boylam ve yükseklik) tek anlamlı tanımlanması için gereklidir. Bir jeodezik datum ise koordinat sisteminin başlangıç noktasının konumunu, ölçeğini ve yöneltmesini tanımlayan parametre veya parametre setidir. Belirlenen koordinat referans sistemi yatay koordinatları (enlem, boylam) açıklayan bir yatay jeodezik datum ve yükseklikleri açıklayan bir düşey datum tanımlanarak gerçekleştirilmektedir.

TUCBS Koordinat Referans Sistemleri ve Coğrafi Gridler çalışma heyeti, ülkemizde kullanılan koordinat referans sistemleri ve datum tanımlamalarını belirleyerek,

- Kamu kurum ve kuruluşlarının sorumlu oldukları coğrafi verilerin tüm kullanıcı kurumların ihtiyaçlarına cevap verecek şekilde içerik standartlarının oluşturulmasına,
- Coğrafi verilerin birlikte kullanılabilirliğine,
- Ortak bir kavramsal coğrafi veri tabanı modelinin tasarlamasına katkı sağlamıştır.

TUCBS Koordinat Referans Sistemleri ve Coğrafi Gridler çalışma heyeti temel amacı kapsamında 18 Ekim – 29 Kasım 2018 tarihleri arasında 6 toplantı düzenlemiştir. Bu toplantılara katılarak katkı sağlayan kurumlar Şekil 1'de gösterilmektedir.

Şekil 1. Katkı Sağlayan Kurumlar

 © Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, 2020

İçindekiler

1 Kapsam 9
2 Genel Bakış 9
2.1 Tanım 9
2.2 Açıklama 9
2.3 Kapsam, Kullanım Örnekleri 9
3 Jeodezide Referans Sistemleri 10
3.1 Yeryüzünün Şekli 10
3.2 Referans Yüzeyler 11
3.2.1 Yükseklik için referans yüzey: JEOİT 11
3.2.2 Yatay Konum İçin Referans Yüzey: ELİPSOİT 11
3.2.3 Jeoit ile Elipsoit Arasındaki İlişki 12
3.3 Datum ve Datum Parametreleri 13
3.3.1 Yatay Datum 13
3.3.2 Düşey Datum 15
3.4 Datum Dönüşümleri 16
3.4.1 3-Boyutlu Datum Dönüşüm Modelleri 18
3.4.2 2-Boyutlu Datum Dönüşüm Modelleri 21
3.5 Türkiye'de Kullanılan Datum ve Referans Sistemleri 25
3.5.1 Avrupa Datumu 1950 (ED-50) 25
3.5.2 Dünya Jeodezik Sistemi-1984 (WGS84) Datumu 25
3.5.3 Uluslararası Yersel Referans Çerçeve-ITRF96 Datumu 26
3.6 Türkiye'de Kullanılan Datumlar Arasındaki Dönüşümler 27
3.6.1 Üç Boyutlu Datum Dönüşümü 27
3.6.2 İki Boyutlu Datum Dönüşümü 27
3.6.3 Standart Paftalar için Datum Kayıklık Değerleri: 28
3.7 Koordinat Sistemleri 28
3.7.1 Dik (Kartezyen) Koordinat Sistemi 28
3.7.2 Coğrafi Koordinat Sistemleri 29
3.7.3 Kartezyen Koordinat Sistemi ile Coğrafi Koordinat Sistemi Arasındaki Dönüşüm 30
3.8 Projeksiyon ve Yerel Koordinat Sistemleri 31
3.8.1 Jeodezide Kullanılan Koordinat Sistemleri 32
3.8.2 Projeksiyonlar 35
3.9 Türkiye'de Kullanılan Koordinat Referans Sistemleri 45
4 Yükseklik Sistemleri 49
4.1 Ortometrik Yükseklik 49
4.2 Elipsoidal Yükseklik 49
5 Türkiye'de Jeodezik Ağlar 51
5.1 Türkiye Ulusal Sabit GNSS İstasyonları Ağı-Aktif (TUSAGA-Aktif) 54
5.2 Türkiye Ulusal Düşey Kontrol Ağı (TUDKA) 57
5.3 Türkiye Ulusal Deniz Seviyesi İzleme Sistemi (TUDES) 59
5.4 Türkiye'de Jeoit Belirleme Çalışmaları 60
5.5 Türkiye Yükseklik Sisteminin Modernizasyonu ve TRGravNet 62
5.5.1 TRGravNet: Türkiye Ulusal Gravite Standardizasyon Ağı 62
5.5.2 Mutlak Gravite Ölçüleri: 63
5.5.3 Göreli Gravite Ölçüleri: 64
5.5.4 GNSS/Nivelman Çalışmaları 64

 © Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, 2020

6 Grid Sistemleri 65
6.1 Pafta Bölümlemesi 65
6.1.1 1/250 000 Ölçekli Pafta 66
6.1.2 1/100 000 Ölçekli Pafta 66
6.1.3 1/50 000 Ölçekli Pafta 67
6.1.4 1/25 000 Ölçekli Pafta 67
6.1.5 1/10 000 Ölçekli Pafta 68
6.1.6 1/5 000 Ölçekli Pafta 68
6.1.7 1/2 500 Ölçekli Pafta 68
6.1.8 1/2 000 Ölçekli Pafta 68
6.1.9 1/1 000 Ölçekli Pafta 68
6.1.10 1/500 Ölçekli Pafta 68
6.1.11 Örnek Bölümleme : 69
6.1.12 Komşu Dilimler Arasında Koordinat Dönüşümü 70
6.2 Alan Koruyan Grid 71
6.2.1 Gridin Tanımı 71
7 Veri İçeriği ve Yapısı 73
7.1 Uygulama şemaları – Genel bakış 73
7.1.1 Uygulama Kurallarına Dâhil Edilen Uygulama Şemaları 73
7.2 Temel kavramlar 74
7.2.1 Gösterim 74
7.2.2 “Voidable” Özellikler 74
7.2.3 Değer Listeleri 75
7.2.4 Kod Listeleri 75
7.2.5 Tanımlayıcı Yönetimi 77
7.2.6 Geometri Gösterimi 77
7.2.7 Zamansal Gösterim 77
7.2.8 Coverages 78
7.3 CG Uygulama Şeması 79
7.3.1 Açıklama 79
7.3.2 Detay Kataloğu 81
7.3.3 Harici Kod Listeleri 91
Kaynakça 93
EK-1 Türkiye’de Kullanılan Koordinat Sistemleri 95
1. EPSG:5250 TUREF 95
2. EPSG:5251 TUREF 95
3. EPSG:5252 TUREF 95
4. EPSG:5253 TUREF / TM27 96
5. EPSG:5254 TUREF / TM30 96
6. EPSG:5255 TUREF / TM33 96
7. EPSG:5256 TUREF / TM36 97
8. EPSG:5257 TUREF / TM39 97
9. EPSG:5258 TUREF / TM42 98
10. EPSG:5259 TUREF / TM45 98
11. EPSG:5637 TUREF / LCC Europe 99
12. EPSG:5636 TUREF / LAEA Europe 99
13. EPSG:5775 Antalya height 99
14. EPSG:4230 ED50 100

 © Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, 2020

15. EPSG:2319 ED50 / TM27 100
16. EPSG:2320 ED50 / TM30 100
17. EPSG:2321 ED50 / TM33 101
18. EPSG:2322 ED50 / TM36 101
19. EPSG:2323 ED50 / TM39 102
20. EPSG:2324 ED50 / TM42 102
21. EPSG:2325 ED50 / TM45 102
22. EPSG:5269 TUREF / 3-degree Gauss-Kruger zone 9 103
23. EPSG:5270 TUREF / 3-degree Gauss-Kruger zone 10 103
24. EPSG:5271 TUREF / 3-degree Gauss-Kruger zone 11 104
25. EPSG:5272 TUREF / 3-degree Gauss-Kruger zone 12 104
26. EPSG:5273 TUREF / 3-degree Gauss-Kruger zone 13 104
27. EPSG:5274 TUREF / 3-degree Gauss-Kruger zone 14 105
28. EPSG:5275 TUREF / 3-degree Gauss-Kruger zone 15 105
29. EPSG:4326 WGS 84 106
30. EPSG: 3857 WGS 84 Spherical Mercator 106
31. EPSG:32635 WGS 84 / UTM zone 35N 106
32. EPSG:32636 WGS 84 / UTM zone 36N 107
33. EPSG:32637 WGS 84 / UTM zone 37N 107
34. EPSG:32638 WGS 84 / UTM zone 38N 108

 © Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, 2020

Tablolar

Tablo 1. Datum ve Elipsoitleri 14
Tablo 2. Elipsoitler ve Parametreleri....14
Tablo 3. Yatay Datum Tanımı....15
Tablo 4. Düşey Datum Tanımı....16
Tablo 5. Projeksiyonların Kullanım Alanları....37
Tablo 6. Türkiye Koordinat Referans Sistemleri....45
Tablo 7. Türkiye Koordinat Referans Sistemlerine Ait EPSG Kodları 46
Tablo 8. TUDKA-99 Hakkında Özet Bilgi....58
Tablo 9. Gravimetrik Yöntemle Hesaplanan Jeoit Modelleri 61

Şekiller

Şekil 1. Katkı Sağlayan Kurumlar 3
Şekil 2. Jeodezide kullanılan yüzeyler....10
Şekil 3. Jeoit (Fiziksel Model) 11
Şekil 4. Elipsoit (Geometrik Model) 11
Şekil 5. Jeoit ve elipsoit arasındaki ilişki....12
Şekil 6. Yükseklik Arasındaki İlişki....13
Şekil 7. Yatay Datum 13
Şekil 8. Yerel Elipsoit 14
Şekil 9. Mutlak ve rölatif yer elipsoidi....14
Şekil 10. GRS80 Elipsoidinin Parametreleri 15
Şekil 11. Düşey Datum ve Ortalama Deniz Seviyesi....16
Şekil 12. Düşey datum ve yükseklikler 16
Şekil 13. Datum dönüşüm algoritmaları....18
Şekil 14. Bursa – Wolf Dönüşüm Modeli 19
Şekil 15. Moledensky –Badekas Dönüşüm Modeli 20
Şekil 16. 2-Boyutlu Benzerlik Dönüşümü 22
Şekil 17. 2-Boyutlu Afin dönüşümü....23
Şekil 18. WGS84 referans sistemi....26
Şekil 19. Dik (Kartezyen) koordinatlar (X, Y, Z)....28
Şekil 20. Kartezyen Koordinat Sistemi (X,Y,Z)....29
Şekil 21. Coğrafi koordinat sistemi 29
Şekil 22. Enlem ve Boylam....30
Şekil 23. Yeryüzü Noktasının Dönel Elipsoide Göre Konumlandırılması 30
Şekil 24. Ankara Sabit GNSS İstasyonunun Koordinatları 31
Şekil 25. Projeksiyon Koordinat Sistemi 31
Şekil 26. Global astronomik dik koordinat sistemi 32
Şekil 27. Yerel Astronomik Dik Koordinat Sistemi....33
Şekil 28. Global Jeodezik Dik Koordinat Sistemi....34
Şekil 29. Yerel jeodezik dik koordinat sistemi....35
Şekil 30. Harita Projeksiyonu....35
Şekil 31. Yeryuvarının Projeksiyon Yardımıyla Düzleme Dönüşümü....36
Şekil 32. Projeksiyon Koordinat Sistemi 36
Şekil 33. Yüzeye Göre Projeksiyonlar 37
Şekil 34. Yüzeyinin konumuna göre projeksiyonlar....38
Şekil 35. (a) Normal konumlu azimutal, (b) Normal konumlu silindirik, (c) Normal konumlu konik, (d) Eğik konumlu kesen yüzeyli azimutal, (e) Transversal konumlu silindirik, (f) Normal konumlu çok yüzeyli konik projeksiyon....39
Şekil 36. Düzlem Projeksiyon 40
Şekil 37. Düzlem Projeksiyonda Enlem ve Boylamlar....40
Şekil 38. Silindirik Projeksiyon....41
Şekil 39. Transversal konumlu silindirik projeksiyon 41
Şekil 40. (a) Transversal silindire izdüşüm – Gauss – Krüger Projeksiyonu, (b) Bir dilimde düzlem koordinat sistemi....42
Şekil 41. Türkiye için 3o lik dilim numaraları....43
Şekil 42. UTM ve 3o dilimler....44

 © Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, 2020

Şekil 43. UTM koordinatları 44
Şekil 44. Konik projeksiyon 45
Şekil 45. Ortometrik Yükseklik ve Ortalama Gravite 49
Şekil 46. Elipsoit Yükseklik 50
Şekil 47. Türkiye Ulusal Yatay Kontrol Ağı 51
Şekil 48. Meşedağ Noktası 52
Şekil 49. Türkiye Ulusal Düşey Kontrol Ağı (TUDKA) 53
Şekil 50. Türkiye Ulusal Temel GPS Ağı -99A (TUTGA-99A) 53
Şekil 51. TUSAGA-Aktif İstasyon Yerleri 54
Şekil 52. TUSAGA-Aktif Edirne İstasyonu 55
Şekil 53. TUSAGA-Aktif Sistemi İşleyiş Yapısı 55
Şekil 54. TUSAGA-Aktif Sisteminden Düzeltme Bilgisi Alan Anlık Kullanıcılar 56
Şekil 55. ITRF Sisteminde Elde Edilen Hızlar ve Hata Elipsleri (%95 güven düzeyinde) 57
Şekil 56. Türkiye Ulusal Düşey Kontrol Ağı (TUDKA) 58
Şekil 57. Türkiye Ulusal Deniz Seviyesi İzleme Sistemi (TUDES) Mareograf İstasyonları. 59
Şekil 58. Radar Sensörlü Mareograf İstasyonu 60
Şekil 59. Türkiye Jeoidi -2003 (TG-03) 62
Şekil 60. Micro-g LaCoste A10-044 Mutlak Gravimetre 63
Şekil 61. 2016 ve 2017 yıllarında ölçümü tamamlanan (mavi) ve ölçümleri devam eden (kırmızı) mutlak gravite nokta yerleri. 63
Şekil 62. Göreli Gravite Arazi Ölçümleri 64
Şekil 63. Motorize Nivelman Ölçümü 64
Şekil 64. Uluslararası Grid Sistemi 65
Şekil 65. Ulusal Grid Sistemi 65
Şekil 66. 1/250 000 ölçekli pafta 66
Şekil 67. 1/100 000 ölçekli pafta 67
Şekil 68. 1/50 000 ölçekli pafta 67
Şekil 69. 1/25 000 ölçekli pafta 68
Şekil 70. Bir grid bölgesinden 1/250000 pafta ve 1/250000'lik paftadan 1/100000'lük pafta, 1/100000'lik paftadan 1/50000'lik pafta elde edilmesi ve isimlendirilmeleri. 69
Şekil 71. 1/10000'lik paftalardan 1/5000'lik, 1/5000'lik paftalardan 1/2000'lik, 1/2000'lik paftalardan 1/1000'lik ve 1/1000'lik paftalardan 1/500'lük paftaların elde edilmesi 70
Şekil 72. Alan Koruyan Grid Örnekleri 72
Şekil 73. 1m'lik Alan Koruyan Grid Kullanılarak Hazırlanan Türkiye Nüfus Yoğunluğu Haritası 72
Şekil 74. UML Sınıf Diyagramı: CG Uygulama Şemasına Genel Bakış 79
Şekil 75 UML Sınıf Diyagramı: CG Data Tipleri 80
Şekil 76 UML Sınıf Diyagramı: CG Kod Listeleri 80

 © Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, 2020

1 Kapsam

Coğrafi Bilgi Sistemleri Hakkında 49 Sayılı Cumhurbaşkanlığı Kararnamesinin, Bakanlığın görev ve yetkileri MADDE 5- (1) “Coğrafi veri teması listelerinin, Ulusal Coğrafi Veri Sorumluluk Matrisinin, Ulusal Coğrafi Veri Paylaşım Matrisinin, kararların ve tanımlama dokümanlarının yayımlanmasını sağlamak” maddesi ile Çalışma heyetlerinin görevleri MADDE 10- (2) “Ulusal Coğrafi Veri Sorumluluk Matrisinde yer alan coğrafi veri temalarına ait tanımlama dokümanlarını hazırlamak ve Genel Müdürlüğe sunmak.” maddesine istinaden hazırlanmıştır.

2 Genel Bakış

2.1 Tanım

Koordinat kümesi (x, y, z) ve/veya jeodezi ile ilgili yatay ve düşey veriye dayanan enlem, boylam ve yükseklik olarak mekânsal bilgiye ilişkin özel referans sistemleridir.

2.2 Açıklama

Tema, özelliklerin koordinatlarla mekânsal referanslandırmasına yönelik bir yapı oluşturmaktadır. Bu konu, mümkün olduğunda bilgi teknolojisi ve verilere yönelik uygun standartlara bağlanmalıdır ve coğrafi veri kullanan, sektöre özgü uygulamaların geliştirilmesi için bir yapı sağlamalıdır.

TS EN ISO 19111 kavramsal şemayı açıklamakta ve iki duruma yönelik asgari bir veri için yapılan açıklamayı tanımlamaktadır. Bu iki durum için 1, 2 ve 3 boyutlu koordinat referans sistemi bilgisi verilmelidir. İlk durum, bir dizi koordinatların bağlı olduğu bir koordinat referans sistemi tarafından verilmektedir. İkinci durum, koordinat değerlerinin bir koordinat referans sisteminden diğerine değiştirilmesini amaçlayan bir koordinat operasyonundan (koordinat değiştirme, koordinat dönüştürme, art arda bağlı koordinat operasyonu) oluşmaktadır.

TS EN ISO 19111’de verilmiş açık bir doğruluk numarası bulunmamaktadır. Bunun kesin konumlandırma değil, genel olarak coğrafi bilgi için geliştirildiği göz önüne alınmalıdır. Mekânsal bilgi, ileride küresel ölçekte artan bir doğrulukla Yeryüzüne referanslandırılabilir. Böyle yüksek bir doğruluk düzeyi, trans-Avrupa demiryolu ulaşım ağı gibi bazı Direktif temaları için gerekebilir. Santimetre altı düzeye ulaşıldığı takdirde, mekânsal referanslandırma artık zamanda bir sabit olarak kabul edilemez. Bu durumda TS EN ISO 19111’e benzer ek parametreler gerekmektedir çünkü o doküman, koordinat referans sistemi zamanında değişiklikleri “gerçekleştirme tarihi” aracılığıyla göz önünde bulundurmaktadır. Bu model mekânsal referansın sürekli hareketlerini açıklamak için uygun değildir. Kinematik modeller ya da sözde “yükleme modelleri” bu dinamikleri uygulayan örneklerdir.

Mekansal referanslandırma genellikle seçili Yeryüzü noktalanna dayandırılır. Bu noktalar jeodezik nirengiler, sürekli uydu gözlemi yapan istasyonlar, nivelman noktaları veya deniz seviyesini ölçen (mareograf) istasyonlardır. İşaretleyici koordinatları verildiği anda, bunlar koordinat referans sisteminin gerçekleştirilmesine doğrudan erişim sunar.

2.3 Kapsam, Kullanım Örnekleri

Tüm coğrafi veri kullanıcıları, jeodezik referans verilerine ihtiyaç duymaktadır. Buna göre, koordinat referans sistemleri tüm TUCBS2 temalarının başarıyla gerçekleştirilmesinin ön koşuludur. Örneğin GNSS ölçme yöntemi ile hassas konum bilgisi elde etmek için, GNSS sabit referans istasyonlarından çeşitli bilgi ve düzeltmeler sağlayan özel hizmetlere ihtiyaç duyulur (dm/cm seviyesinde).

Mekânsal bilgi altyapısında koordinat referans sistemlerinin uygulanması için TS EN ISO 19111 temel alınabilir. ISO dokümanı bir koordinat sisteminin ve bir koordinat sisteminden diğerine değişiklik yapacak koordinat operasyonlarının tanımını açıklamaktadır. Zaman içindeki değişiklikler gerçekleşme tarihi aracılığıyla sadece ISO 19111’de göz önüne alınmaktadır. Kinematik mekânsal bilginin, ISO 19111’de

 © Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, 2020

belirlendiği üzere koordinat operasyonları atıflarınca açıklanıp açıklanamayacağının çalışılması gerekmektedir. Alternatif olarak yeni atıfların, bu temanın uygulanması için ISO standardına ek olarak tanımlanması gerekecektir.

Koordinat referans sistemlerine yönelik uygulama kurallarının, örneğin bir GNSS gerçek zamanlı düzeltme hizmet sağlayıcısı aracılığıyla gerçek zamanlı olarak gerçekleştirilen referans sistemlerini beraberinde getirmesi tavsiye edilir. TS EN ISO 19111 özelliklerinin hizmet sağlayıcı tarafından iletildiği üzere referans sistemi bilgisini açıklamaya uygun olduğu teyit edilmelidir. Eksiksiz bir referans bilgi kümesi muhtemelen düzeltme hizmeti tarafından iletilmeyeceği için daha fazla sözleşme gerektirmektedir.

Günümüzde çoğu internet hizmeti, koordinat referans sistemlerini EPSG kodları aracılığıyla tanımlamaktadır.

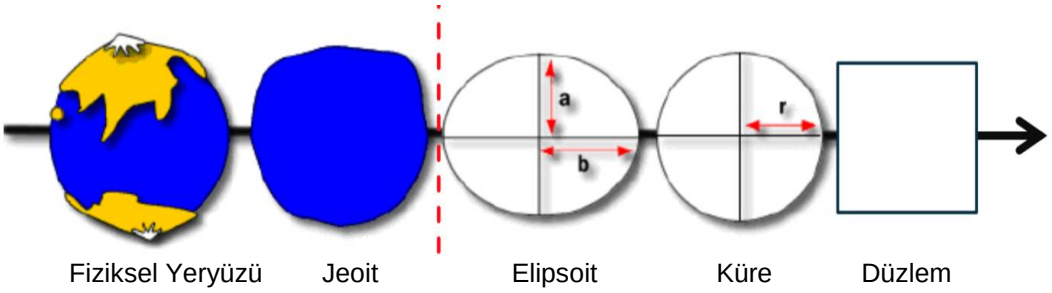
3 Jeodezide Referans Sistemleri

3.1 Yeryüzünün Şekli

Jeodezi, üç boyutlu ve zaman değişkenli uzayda, çekim alanı ile birlikte yeryuvarının ve öteki gök cisimlerinin ölçülmesi ve haritaya aktarılması ile uğraşan bilim dalıdır. Jeodezi üç temel konu üzerinde faaliyetlerini sürdürür:

- Geometrik problem: Konum belirleme; yeryuvarının geometrik şeklinin (kara, deniz ve buzul yüzeyinin) belirlenmesi
- Fiziksel problem: Yeryuvarının gravite alanının ve dolayısıyla jeodin belirlenmesi
- Dinamik problem: Yeryuvarının şekli ve gravite alanındaki zamana bağlı değişimlerin izlenmesidir.

Jeodezinin tanımı incelendiğinde geometrik (yeryuvarının biçimi) ve fiziksel (gravite alanı) olarak yeryuvarının tanımlanması soruları karşımıza çıkmaktadır. Yeryuvarının biçimi denildiğinde fiziksel ve matematiksel yeryüzü anlaşılmaktadır. Fiziksel yeryüzü, katı ve sıvı yer kütlelerinin atmosfer karşısındaki sınırıdır. Katı yeryuvarının düzensiz oluşmuş olan yüzeyi (kıtalar ve deniz dibi) basit bir matematiksel bir ilişki ile gösterilemez. Yeryüzünü tanımlayan ve durgun okyanus yüzeyinden geçtiği var sayılan eşpotansiyel (nivo) yüzey jeoit olarak tanımlanır. Jeoit tamamen fiziksel bir anlama sahiptir ve doğada tam olarak gerçekleştirilebilir bir yüzey değildir. Harita oluşturmada fiziksel yeryüzünde yapılan ölçüler hesap yoluyla matematiksel olarak tanımlanabilen geometrik yüzeylere dönüştürülür ve gerekli hesaplamalar bu yüzeyler üzerinde yapılarak noktaların konum koordinatları elde edilir. Bu yüzeyler elipsoit, küre ve düzlemdir (**Şekil 2**).

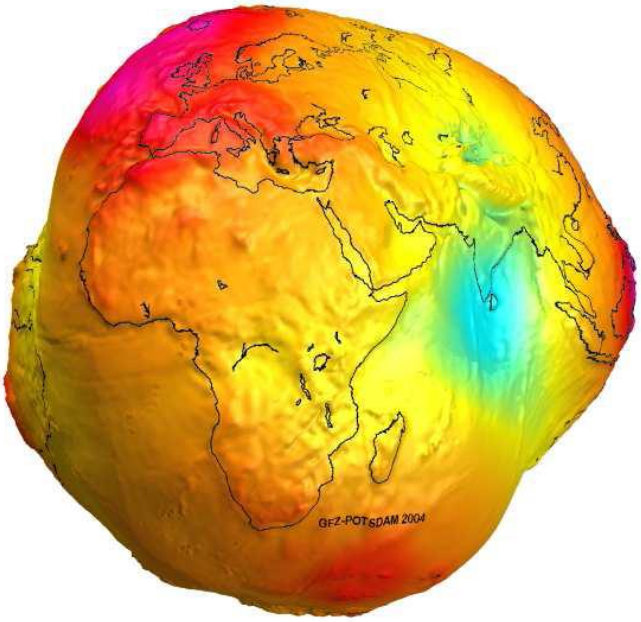


Şekil 2. Jeodezide kullanılan yüzeyler

 © Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, 2020

3.2 Referans Yüzeyler

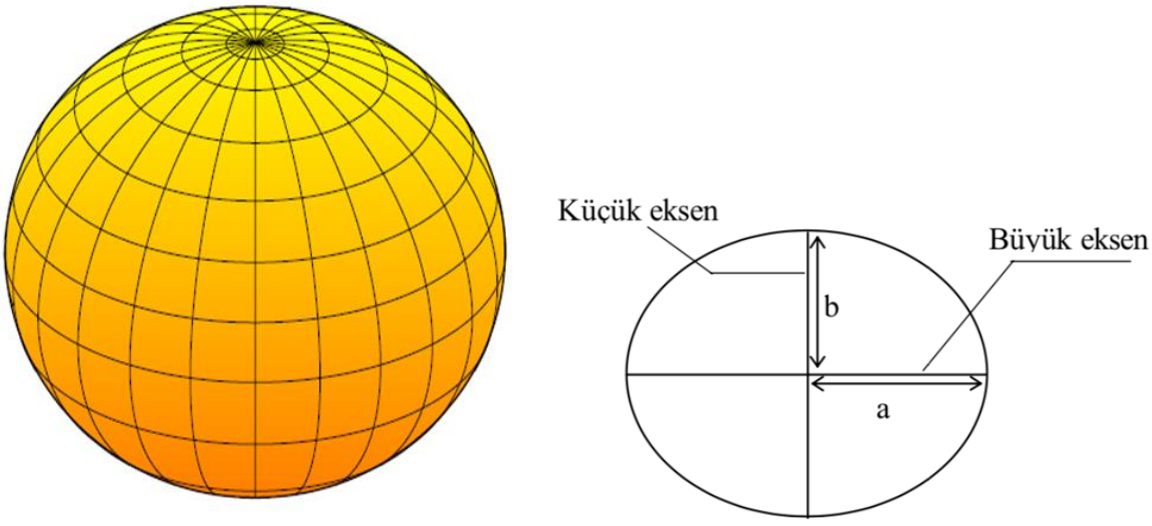
3.2.1 Yükseklik için referans yüzey: JEOİT



Şekil 3. Jeoit (Fiziksel Model)

- Fiziksel tanımlı ve deniz yüzeylerinin karalar altında da devam ettiği düşünülen yeryuvarı biçimi
- Yeryuvarı içinde kütlelerin düzenli olmayan dağılımları nedeniyle geometrik ifadesi olmayan üçboyutlu bir şekil
- Eşit potansiyele sahip noktaların oluşturduğu yüzey
- Dış yüzey daima çekül doğrultusuna (yer çekimi ivmesi doğrultusu) diktir.
- Düşey konum tanımlamaları için kullanılan referans yüzeyidir.

3.2.2 Yatay Konum İçin Referans Yüzey: ELİPSOİT



Şekil 4. Elipsoit (Geometrik Model)

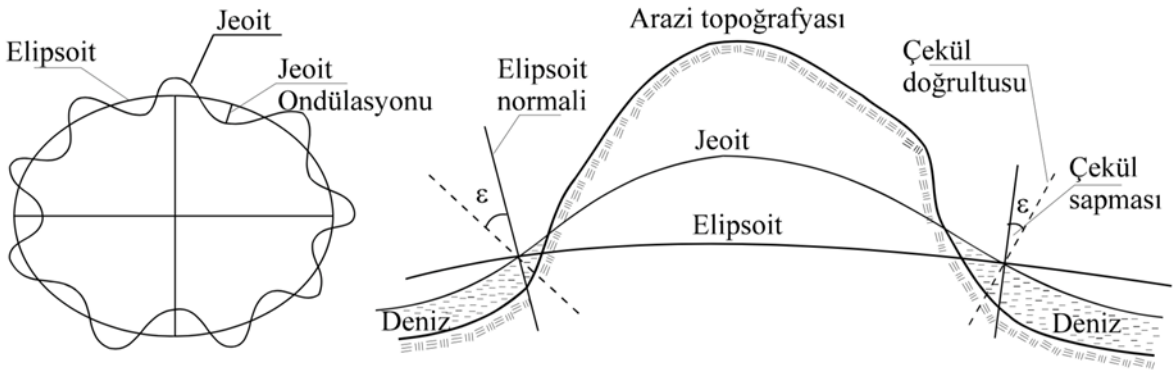
 © Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, 2020

- Matematiksel-Geometrik tanımlı bir yüzeydir.
- Basit denkleminden dolayı kutuplarda bastırılmış bir dönel elipsoit jeodezik dayanak yüzeyi olarak yer kütlelerinin düzensiz dağılımından elde edilen jeoitten daha iyi uyar.
- Yeryuvarı için tanımlı çok sayıda elipsoit bulunmaktadır.
- İhtiyaca ve bölgeye göre yeryuvarının fiziksel yüzeyi jeoide en iyi uyan elipsoidin seçilmesi önemlidir.
- Yeryuvarının boyut ve konum olarak en iyi uyan elipsoidin belirlenmesi jeodezinin önemli konularından biridir.
- Elipsoidin belirlenmesi ile yeryuvarı matematiksel olarak modellenebilmektedir.
- Yatay konum tanımlamaları için kullanılan referans yüzeyidir.

3.2.3 Jeoit ile Elipsoit Arasındaki İlişki

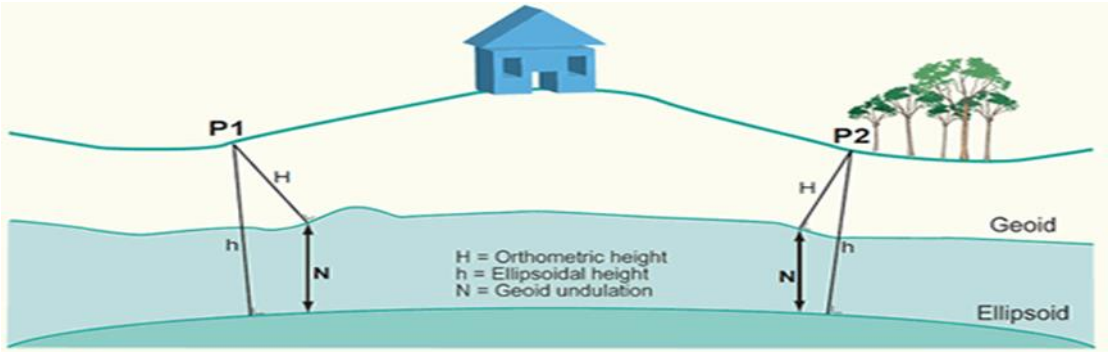
Yeryüzünü kaplayan yatay jeodezik kontrol ağları için, jeoidin matematiksel olarak tanımı yapılamayan bir yüzey olmasından dolayı jeoide geometrik açıdan en çok benzeyen elipsoidin kullanılması gerektiği ortaya konmuştur. Ancak yükseklikler için referans yüzeyi olarak jeoit kullanılmaktadır.

Boyutlarıyla jeoide en yakın olması istenen elipsoit ile jeoit arasındaki ilişki aralarındaki yükseklik farkları ile kurulmaktadır (Şekil 5). Jeoidin elipsoitten olan yüksekliğine jeoit yüksekliği (N) ya da jeoit ondülasyonu denir. Global olarak tanımlanan ya da kullanılan bir referans elipsoidi için jeoit ondülasyon değeri 100 m den fazla olmamalıdır (Hofmann ve diğ., 1992). Burada ε çekül doğrultusu ile elipsoit normali arasındaki çekül sapmasıdır.

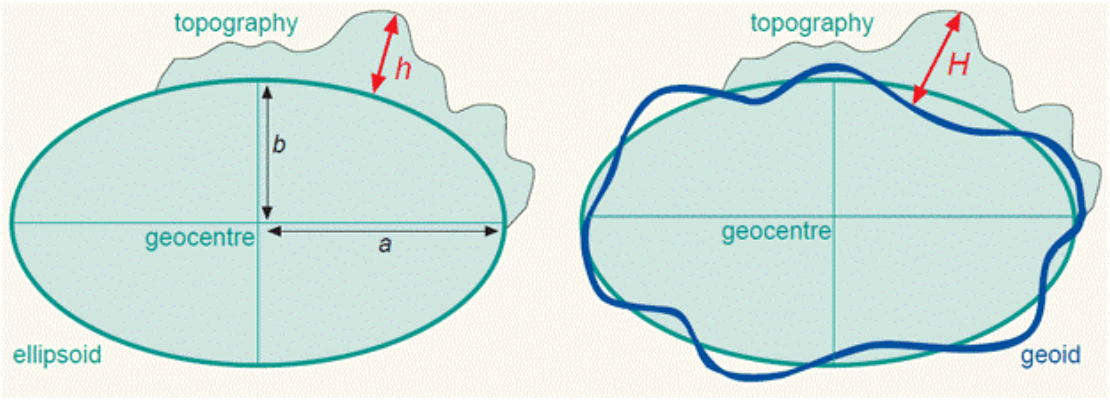


Şekil 5. Jeoit ve elipsoit arasındaki ilişki

H ortometrik yüksekliği ve h elipsoidal yüksekliği arasındaki ilişki jeoit ondülasyonu ile verilebilir (Şekil 6). Üç bileşen arasında aşağıdaki ilişki bulunmaktadır: **h = H + N**



 © Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, 2020



Şekil 6. Yükseklik Arasındaki İlişki

3.3 Datum ve Datum Parametreleri

Datum,

- Yeryuvarının ya da onun bir parçasının ölçülerek haritaya aktarılmasında kullanılacak referans elipsoidinin uzaydaki konumunu, yönelimini ve boyutlarını tanımlayan parametreler
- Aynı zamanda datum, herhangi bir noktanın yatay ve düşey konumunu tanımlamak için başlangıç alınan referans yüzeyi olarak da ifade edilir.

Datum parametreleri,

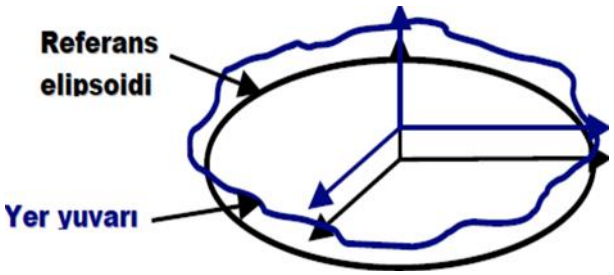
- Başlangıç noktasının koordinatları ve dönüklükler;
- Referans elipsoidi ile tanımlanır.

3.3.1 Yatay Datum

Koordinatlar için başlangıç alınan referans yüzeyi yatay datum olarak tanımlanır.

Yatay datum tanımının geometrik ve fiziksel anlamı;

- Fiziksel yeryüzüne en yakın geometrik şeklin bir elipsoit (matematik model)
- Elipsoidin kitlesinin yerin kitlesine eşit (fiziksel model)
- Dönme ekseninin yer dönme ekseni ile çakışık (geometrik koşul)
- Ağırlık merkezinin yerin ağırlık merkezi ile çakışık (geometrik koşul) olması koşulları ile ifade edilir.

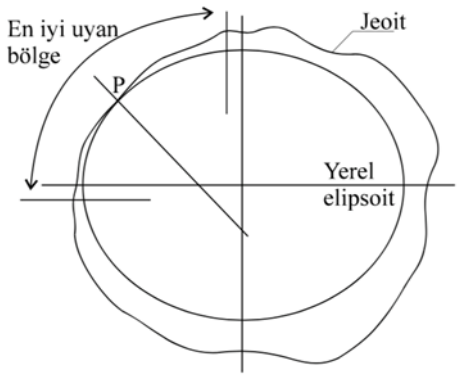


Şekil 7. Yatay Datum

Yatay koordinatları belirleyen ölçülere ait hesaplar ülke boyutunda elipsoit üzerinde yapıldığına göre yatay datum bölgesel veya tüm dünyaya en uygun bir referans elipsoide sahip olabilir. Ülkeler genel olarak kendilerine ya da bölgelerine en iyi uyan elipsoidi yeğlemişler ve boyutlarını belirlemişlerdir. Boyutları belirlenmiş elipsoidin jeoide göre konumlandırılması ise bölgenin ortalarında ölçülen astronomik enlem, boylam ve azimut değerleri jeodezik enlem, boylam ve azimut değerlerinin çakıştırılmasıyla sağlanır.

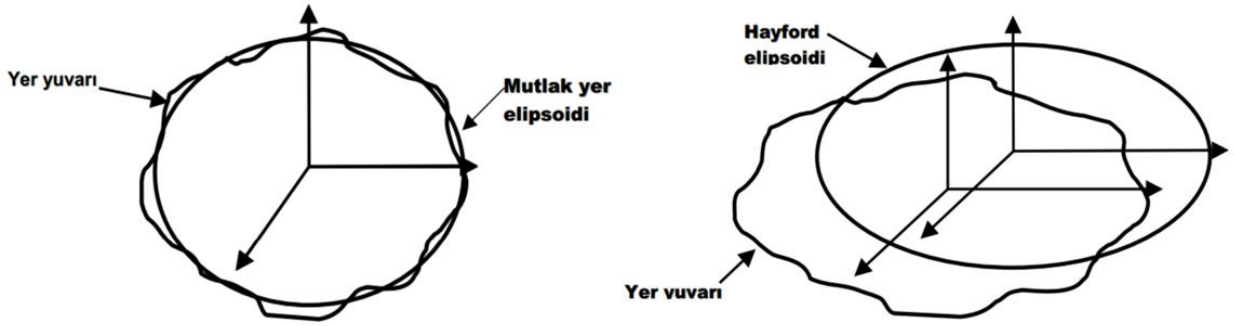
Şekil 8'de görüldüğü gibi sabit bir noktanın jeoit normali ile elipsoit normali çakıştırılmış dolayısıyla elipsoit eksenleri de jeoit eksenleriyle paralel hale gelmiş olurlar. Bunlara ek olarak jeoit yüzeyinin bir noktası ile elipsoit yüzeyinin bir noktası çakıştırılabilir.

 © Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, 2020



Şekil 8. Yerel Elipsoit

Elipsoit için varsayılan tüm koşullar gerçekleştirilebiliyorsa tanımlanan bu elipsoide "Mutlak Yer Elipsoidi", dönme eksenleri için sadece paralellik koşulu gerçekleştirilebiliyorsa seçilen elipsoide "Rölatif Yer Elipsoidi" olarak adlandırılır. Buna göre, ülkemizde ED-50 sisteminde kullanılan ve 1924 yılında Hayford tarafından tanımlanan elipsoit rölatif bir elipsoit, ITRS sistemi tarafından kullanılan GRS80 elipsoidi ise mutlak bir elipsoittir.



Şekil 9. Mutlak ve rölatif yer elipsoidi

Şekil 10'da dünyada değişik bölgeler veya dünyanın tamamı için kullanılan elipsoit parametreleri ve yatay datumlar yer almaktadır. Bunlara başlangıç noktası eklendiğinde ise yatay datum tanımlanmış olur. Ayrıca Şekil 10'da GRS80 elipsoidine ilişkin parametreler gösterilmiştir.

Tablo 1. Datum ve Elipsoitleri

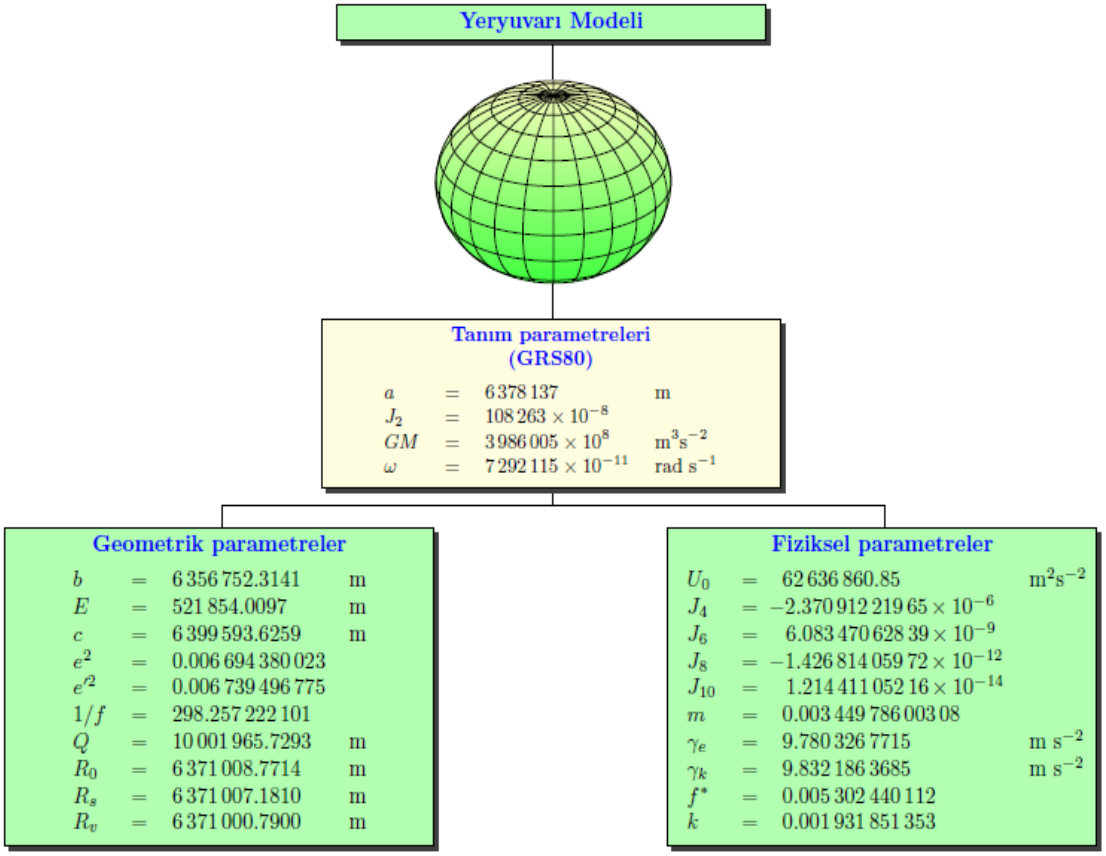
Datum	Alan	Başlangıç Noktası	Elipsoit
ITRF96	Global	Yerin Kütle Merkezi	GRS80
ETRS89	Avrupa	Yerin Kütle Merkezi	GRS80
WGS84	Global	Yerin Kütle Merkezi	WGS84
ED50	Avrupa, Orta Doğu, Kuzey Afrika	Postdam, Helmert Tower	Hayford (International)

Tablo-2'de belirtilen elipsoitlerin alabilecekleri öznitelik değerleri (parametreleri) büyük-yarı eksen, küçük-yarı eksen ve basıklık olarak belirlenmiş, ve bu değerler söz konusu elipsoitler için Tablo 3'de belirtilmiştir.

Tablo 2. Elipsoitler ve Parametreleri

Elipsoit	Büyük-yarı Eksen (a) (m)	Küçük-yarı Eksen (b) (m)	Basıklık (f)
GRS80	6378137	6356752.31414034	298.257222100
WGS84	6378137	6356752.31424518	298.257223563
Hayford (International)	6378388	6356911.94613	297

 © Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, 2020



Şekil 10. GRS80 Elipsoidinin Parametreleri

Ülkemizde koordinat referans sistemlerinin yatay bileşeni için, TUREF (Türkiye Ulusal Referans Çerçevesi) koordinatları ITRF96 ile 2005.0 referans epoğunda çakışık ve koordinatlarının zamana göre doğrusal değişimi (hızları) ITRF96'nın Sıfır-Net-Dönüklüğüne (No-Net-Rotation) göre tanımlı ulusal datum kullanılmaktadır.
TUCBS kapsamında tanımlanan yatay datuma ilişkin öznitelik bilgileri Tablo 4'de tanımlanmıştır.

Tablo 3. Yatay Datum Tanımı

Yatay Datum	
Datum Adı	TUREF(ITRF96)
Referans Epok	2005.0
Hız	TUREF(ITRF96)
Elipsoit	GRS80
Datum Tipi	Jeodezik

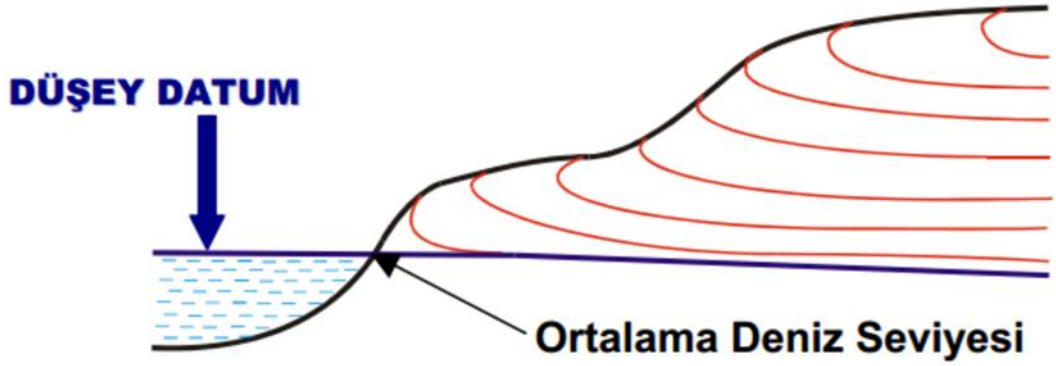
3.3.2 Düşey Datum

Yeryüzündeki bir noktanın yüksekliğini tanımlamak için kabul edilebilecek en pratik yaklaşım ortalama deniz yüzeyini başlangıç kabul ederek nokta ile bu yüzey arasındaki farkını ölçmektir. Bu yüzeyin tercih edilebilir yanı, yeryuvarının yaklaşık dörtte üçünün sularla kaplı olması ve serbest haldeki su düzeyinin bileşik kaplar örneğindeki su özelliğini taşımasıdır.

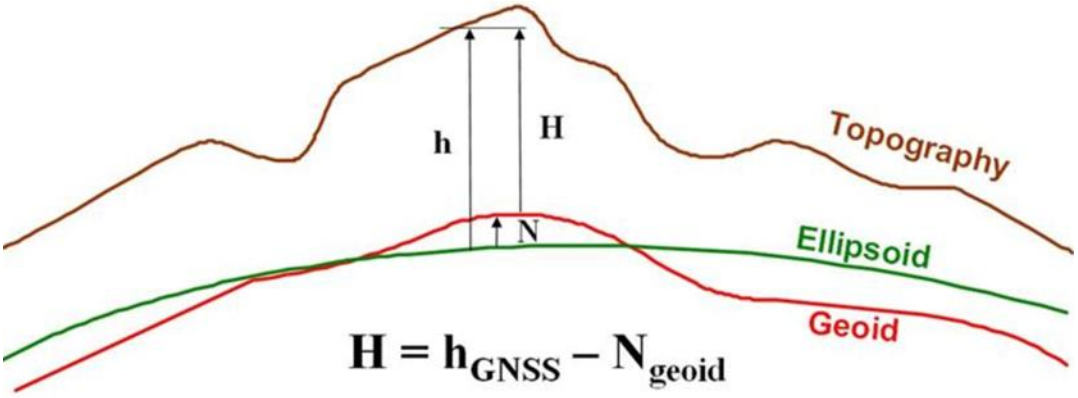
Düşey kontrol ağı bir başlangıç noktasına göre tanımlanmalıdır. Bunun için deniz kıyısına kurulan bir mareograf istasyonunda uzun süreli gözlemler yardımıyla ortalama deniz düzeyi belirlenebilir. Düşey kontrol ağları için herhangi bir mareograf istasyonunda ortalama deniz düzeyinin belirlenerek keyfi bir başlangıç değerinin seçilmesi bölgesel yükseklik sistemleri arasında düşey aykırılıklara neden olur. Bu nokta yüksekliklerinin gerçek jeoide göre tanımlanmadığı anlamına da gelir. Ortometrik yüksekliklerin gerçek jeoide göre tanımlanması için datum noktasında jeoit ya da deniz yüzeyi topoğrafyası bilinmelidir. Jeoit konumunun

 © Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, 2020

mareograf istasyonu yakınındaki bir röper noktasına göre belirlenmesi düşey datum problemi olarak bilinir. Bu problemin çözümünde en önemli adım deniz yüzeyi topoğrafyasının kestirilmesidir. Bugüne kadar deniz yüzeyi topoğrafyası istenen doğrulukta kestirilemediğinden global yükseklik sistemi oluşturulmamış; her ülkede genellikle kendine özgü tek bir datuma dayanan yükseklik sistemi kullanılmıştır. Haritalarda topoğrafyanın gösteriminde kullanılan eş yükseklik eğrileri deniz ortalama seviyesinden olan yüksekliğe göre çizilir (**Şekil 11**). Buna karşın Global Konumlama Sistemi (GNSS)'nde elipsoitten olan yükseklikler kullanılır (**Şekil 12**)



Şekil 11. Düşey Datum ve Ortalama Deniz Seviyesi



Şekil 12. Düşey datum ve yükseklikler

Ülkemizde koordinat referans sistemlerinin düşey (yükseklik) bileşeni için, TUDKA99 (Türkiye Ulusal Düşey Kontrol Ağı-1999): I. ve II. derece nivelman ağının gravite ölçüleri ile birlikte Antalya ortalama deniz seviyesine (sıfır yüzeyi) göre 1999 yılında dengelemesiyle belirlenen Helmert ortometrik yüksekliklerinden oluşan düşey referans çerçevesi kullanılmaktadır.

TUCBS kapsamında tanımlanan düşey datuma ilişkin öznitelik bilgileri Tablo 4'te tanımlanmıştır.

Tablo 4. Düşey Datum Tanımı

Düşey Datum	
Datum Adı	TUDKA99
Yükseklik	Helmert Ortometrik (H)
Datum Tipi	Düşey
Elipsoit	GRS80
Datum Bağlantısı	Antalya

3.4 Datum Dönüşümleri

 © Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, 2020

Uydu ölçmelerinin özellikle bağıl konumlamada sağladığı yüksek doğruluktan dolayı ülke jeodezik ağlarının iyileştirilmesi ve sıklaştırılması kolaylaşmıştır. Uydu gözlemlerinden elde edilen sonuçlar klasik ülke datumundan (örneğin ED-50) farklı global bir datuma (örneğin ITRF96) göre elde edildiği için; doğal olarak uydu gözlemleri ile elde edilen verilerle, yersel verilerin ortak bir sistemde değerlendirilmesi gerekmektedir.

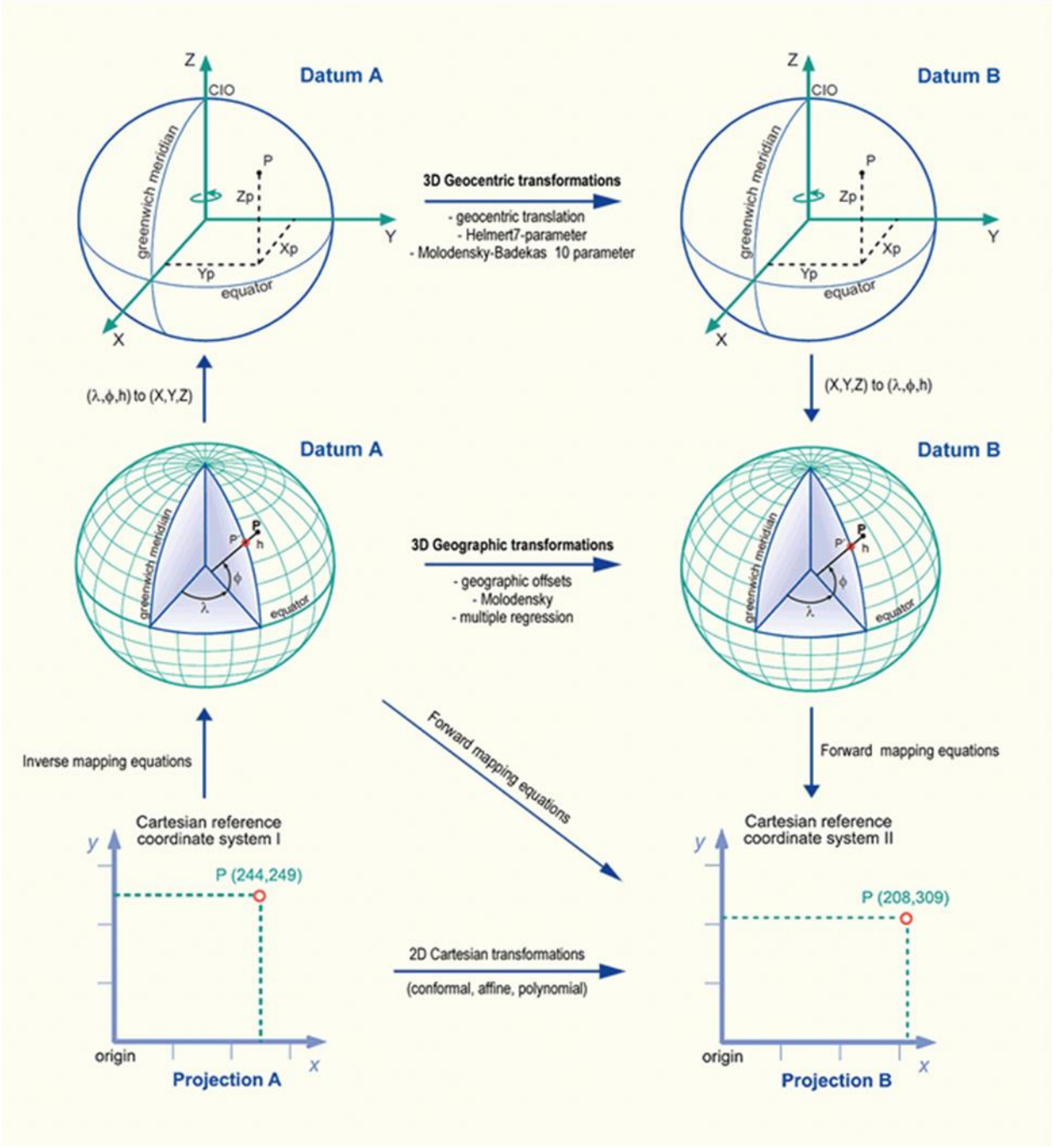
İki sistem arasında dönüşümün gerçekleştirilmesi için iki datum arasındaki dönüşüm parametrelerinin (öteleme, dönüklük, ölçek gibi) hassas olarak belirlenmesi ve bilinmeyen parametrelerin sayısından daha çok sayıda veri içeren eşlenik (ortak) noktalar ile dengeleme yapılması gerekir.

Dönüşüm için çok sayıda yöntem geliştirilmiştir. Konform, ortogonal ve afin dönüşüm sadece istenilen dönüşüm özelliklerine göre yapılan bir ayırımdır. Dönüşüm sırasında objenin özelliklerinin korunması istenebilir. Eğer noktalar arasındaki açıların 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 (**Şekil 13**).

Uygulamada 3-boyutlu dönüşümde yaşanan en büyük problem yüksekliklerdir. Eğer uydu koordinat sistemiyle ülke koordinat sistemi arasında bir dönüşüm yapılacaksa duyarlı bir jeoide büyük gereksinim bulunmaktadır. Ülke ölçmesinde yersel ölçülerle belirlenen noktalara ait ortometrik yükseklikler jeoit yükseklikleri yardmıyla elipsoidal sistemlere dönüştürülebilmelidir.

Yatay ve düşey datumlar ayrı değerlendirildiği durumlarda iki ve tek boyutlu dönüşümler de problemlerin çözümünde kullanılır.

 © Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, 2020



Şekil 13. Datum dönüşüm algoritmaları

3.4.1 3-Boyutlu Datum Dönüşüm Modelleri

3.4.1.1 Bursa-Wolf (3B-Benzerlik) Dönüşüm Modeli

x, y, z sisteminden x*, y*, z* sistemine geçiş, başka bir deyişle P noktasının ilk sistemdeki x, y, z koordinatları ile hedef sistemdeki x*, y*, z* koordinatları arasında Şekil 14' den

$$\mathbf{x^*} = \mathbf{t} + (1+k)\,\mathbf{R}\,\mathbf{x}$$

bağıntısı yazılabilir.

 © Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, 2020

Burada,

(1+k) : Sistemler arasındaki ölçek

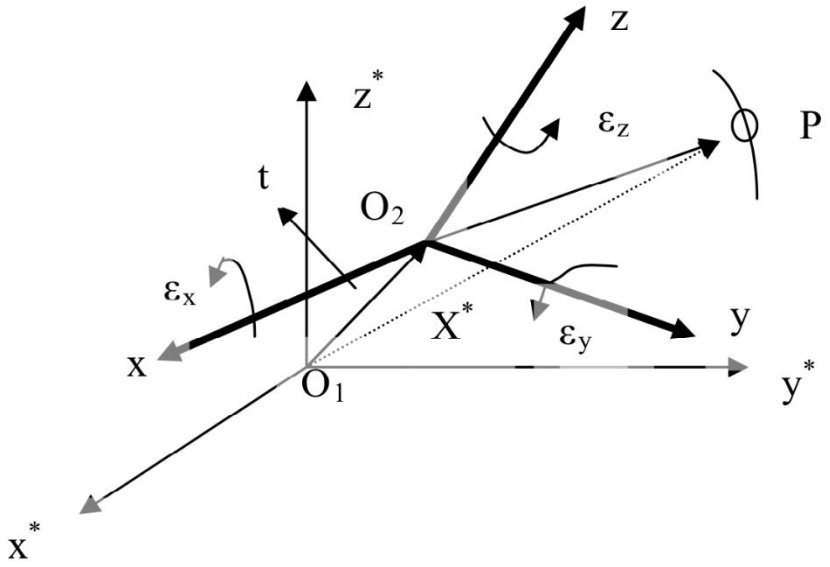
$x^*=[x^*, y^*, z^*]^T$: P noktasının ilk (istenen) sistemdeki koordinatları

$x=[x, y, z]^T$: P noktasının ikinci (verilen) sistemdeki koordinatları

$\mathbf{t} = [t_x, t_y, t_z]^T$: İki sistem arasındaki öteleme parametreleri

R : İki sistemin eksenlerini birbirine paralel kılan üç dönüklük açısına bağlı bir dönme matrisidir.

$$\boldsymbol{R} = \boldsymbol{I} + \boldsymbol{U} = \begin{bmatrix} \mathbf{1} & \mathbf{0} & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \mathbf{1} & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \mathbf{0} & \mathbf{1} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \mathbf{0} & \boldsymbol{\varepsilon_z} & -\boldsymbol{\varepsilon_y} \\ -\boldsymbol{\varepsilon_z} & \mathbf{0} & -\boldsymbol{\varepsilon_x} \\ \boldsymbol{\varepsilon_y} & -\boldsymbol{\varepsilon_x} & \mathbf{0} \end{bmatrix}$$



Şekil 14. Bursa – Wolf Dönüşüm Modeli

İki sistem arasındaki eşlenik (ortak) nokta sayısı P ≥ 3 için dönüklük açılarının çok küçük ve **x** ile **x*** koordinatlarının hatalı olduğu kabul edilirse $\mathbf{v_x}$ ve $\mathbf{v_{x^*}}$ koordinat düzeltmeleri olmak üzere en küçük kareler yöntemi ile kestirim için fonksiyonel model,

$$\begin{bmatrix} \boldsymbol{x^*} \\ \boldsymbol{y^*} \\ \boldsymbol{z^*} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \boldsymbol{V_{x^*}} \\ \boldsymbol{V_{y^*}} \\ \boldsymbol{V_{z^*}} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \boldsymbol{t_x} \\ \boldsymbol{t_y} \\ \boldsymbol{t_z} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \boldsymbol{x} \\ \boldsymbol{y} \\ \boldsymbol{z} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \boldsymbol{V_x} \\ \boldsymbol{V_y} \\ \boldsymbol{V_z} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \mathbf{0} & -\boldsymbol{z} & \boldsymbol{y} & \boldsymbol{x} \\ \boldsymbol{z} & \mathbf{0} & -\boldsymbol{x} & \boldsymbol{y} \\ -\boldsymbol{y} & \boldsymbol{x} & \mathbf{0} & \boldsymbol{z} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \boldsymbol{\varepsilon_x} \\ \boldsymbol{\varepsilon_y} \\ \boldsymbol{\varepsilon_z} \\ \boldsymbol{k} \end{bmatrix}$$

olur.

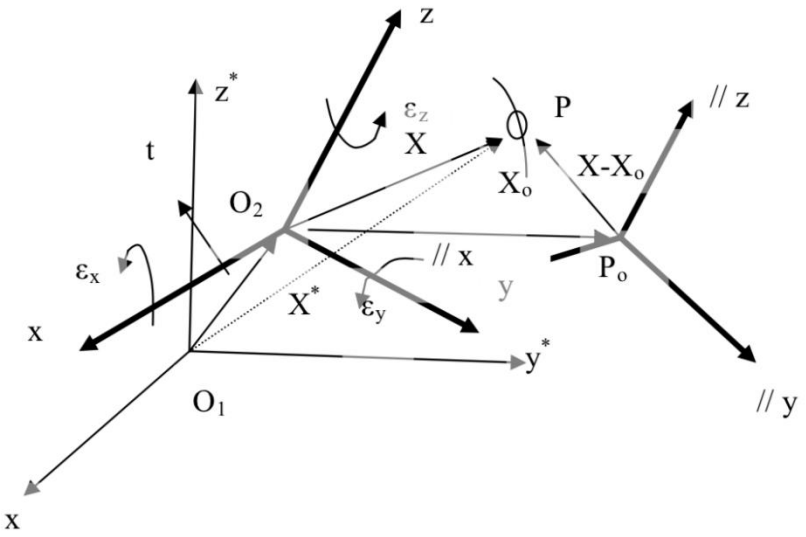
 © Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, 2020

3.4.1.2 Moledensky – Badekas Dönüşüm Modeli

x sisteminin dönme noktası olarak Şekil 15'den O_2 yerine herhangi bir P_0 noktası kullanılabilir (**Şekil 15**). P_0 noktasının **x** sistemindeki yer vektörü $\mathbf{x_0}$ olmak üzere Moledensky – Badekas dönüşüm modeli,

$$\boldsymbol{x^* = t + x_0 + (1 + k)R(x - x_0)}$$

olur.



Şekil 15. Moledensky –Badekas Dönüşüm Modeli

Bursa –Wolf modelinden farklı olarak bu modelde bölgenin ortasında bir P_0 noktası alınır ve **x** koordinat sistemindeki tüm noktaların konum vektörleri P_0 noktasına göre fark vektörü ($x-x_0$) biçiminde tanımlanır. Bursa – Wolf dönüşün modeli ile aynı problemi çözer ve aynı ölçek ve dönüklük parametrelerini hesaplar. Fakat öteleme parametreleri farklıdır.

İki sistem arasındaki eşlenik (ortak) nokta sayısı P ≥ 3 için dönüklük açılarının çok küçük ve **x** ile **x*** koordinatlarının hatalı olduğu kabul edilirse $\mathbf{v_x}$ ve $\mathbf{v_{x^*}}$ koordinat düzeltmeleri olmak üzere en küçük kareler yöntemi ile kestirim için fonksiyonel model,

$$\begin{bmatrix} x^* \\ y^* \\ z^* \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} V_{x^*} \\ V_{y^*} \\ V_{z^*} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} t_x \\ t_y \\ t_z \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} V_x \\ V_y \\ V_z \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 & -(z-z_0) & (y-y_0) & (x-x_0) \\ (z-z_0) & 0 & -(x-x_0) & (y-y_0) \\ -(y-y_0) & (x-x_0) & 0 & (z-z_0) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \varepsilon_x \\ \varepsilon_y \\ \varepsilon_z \\ k \end{bmatrix}$$

olarak elde edilir.

3.4.1.3 3-Boyutlu Afin Dönüşüm Modeli

3-Boyutlu Afin dönüşüm modelinde, iki koordinat sistemi arasında 3 öteleme, 3 dönüklük ve 3 ölçek faktörü olmak üzere 9 bilinmeyen parametre bulunmaktadır. 3-B Afin dönüşüm modeli,

$$\boldsymbol{x^* = t + (\Delta)Rx}$$

olur.

 © Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, 2020

Burada **Δ** ölçek faktörü

$$\Delta = \begin{bmatrix} (1+k_1) & 0 & 0 \\ 0 & (1+k_2) & 0 \\ 0 & 0 & (1+k_3) \end{bmatrix}$$

olmak üzere bir nokta için fonksiyonel model

$$\begin{bmatrix} x^* \\ y^* \\ z^* \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} V_{x^*} \\ V_{y^*} \\ V_{z^*} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} t_x \\ t_y \\ t_z \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} V_x \\ V_y \\ V_z \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 & -z & y & x & 0 & 0 \\ z & 0 & -x & 0 & y & 0 \\ -y & x & 0 & 0 & 0 & z \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \varepsilon_x \\ \varepsilon_y \\ \varepsilon_z \\ k \end{bmatrix}$$

olarak tanımlanır.

3.4.2 2-Boyutlu Datum Dönüşüm Modelleri

3.4.2.1 2-Boyutlu Benzerlik (Helmert) Dönüşüm Modeli

Bir dönüşüm, geometrik şekillerin benzerliğini koruyor ise buna benzerlik dönüşümü adı verilir. Benzerlik dönüşümünde

- Düzgün geometrik şekillerin kenarları aynı oranda küçülür ya da büyür.
- Açıları değişmez.

Bir P_i noktasının koordinatları;

- Birinci sistemde (verilen) koordinatlar (x,y)
- İkinci sistemde (istenen) koordinatlar (x', y')
- k_{01} ve k_{02} öteleme parametreleri
- φ dönüklük açısı
- λ ölçek olmak üzere Şekil 16'dan

$$x' = k_{01} + \lambda x \cos\varphi - \sin\varphi$$
$$y' = k_{02} + \lambda y \sin\varphi + \cos\varphi$$

dönüşüm eşitlikleri elde edilir. Bu eşitlikler,

$$k_{11} = \lambda \cos\varphi,\ k_{12} = \lambda \sin\varphi$$

dönüşümü ile

$$x' = k_{01} + xk_{11} - yk_{12}$$
$$y' = k_{02} + yk_{11} + xk_{12}$$

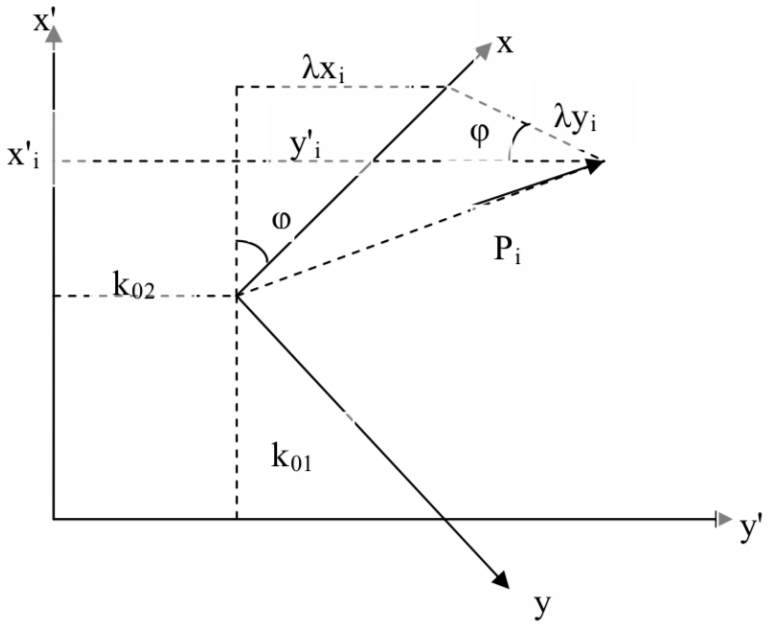
olur.

Buna göre bilinmeyen ölçek faktörü λ ve dönüklük açısı φ için,

$$\lambda = \sqrt{k_{11}^2 + k_{12}^2}\ ,\ \varphi = \arctan\frac{k_{12}}{k_{11}}$$

eşitlikleri geçerli olur.

 © Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, 2020



Şekil 16. 2-Boyutlu Benzerlik Dönüşümü

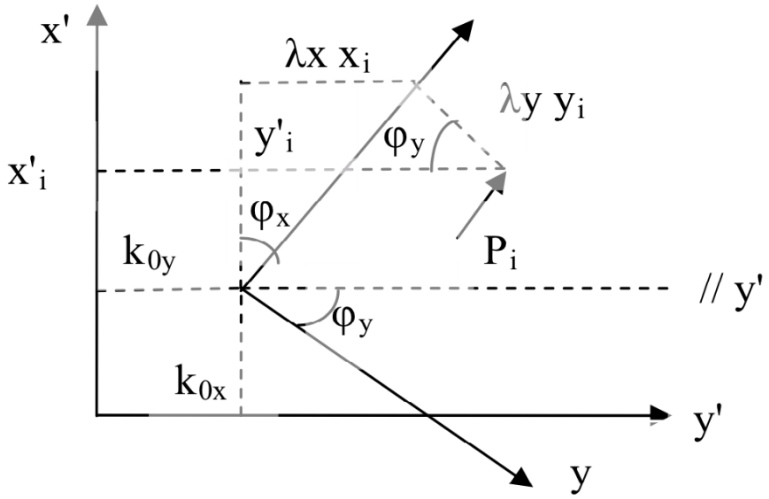
2-boyutlu benzerlik dönüşümünde 4 dönüşüm parametrelerini (k_{01}, k_{02}, k_{11}, k_{12}) belirleyebilmek için en az iki eşlenik nokta gereklidir. İkiden çok sayıda eşlenik nokta bulunması durumunda bunların x' ve y' koordinatları ölçüler anlamında düzeltilmesi gereken büyüklükler olarak kabul edilerek,

$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} V_{x'} \\ V_{y'} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & x & -y \\ 0 & 1 & y & x \end{bmatrix} \begin{bmatrix} k_{01} \\ k_{02} \\ k_{11} \\ k_{12} \end{bmatrix}$$

düzeltme denklemleri yazılır ve bilinmeyen parametreler en küçük kareler yöntemine göre dengeleme ile belirlenir.

 © Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, 2020

3.4.2.2 2-Boyutlu Afin Dönüşüm Modeli



Şekil 17. 2-Boyutlu Afin dönüşümü

Benzerlik dönüşümü bağıntılarında eksen doğrultuları için farklı dönüklük açıları ($\varphi_x \neq \varphi_y$) ve ölçekler ($\lambda_x \neq \lambda_y$) öngörülürse 2-B afin dönüşüm eşitlikleri Şekil 17'den,

$$x' = k_{0x} + \lambda_x x \cos\varphi_x - \lambda_y y \sin\varphi_y$$

$$y' = k_{0y} + \lambda_x x \sin\varphi_x + \lambda_y y \cos\varphi_y$$

elde edilir. Bu eşitliklerde,

$$k_{1x} = \lambda_x \cos\varphi_x,\ k_{1y} = \lambda_y \cos\varphi_y$$

$$k_{2x} = \lambda_x \sin\varphi_x,\ k_{2y} = \lambda_y \sin\varphi_y$$

kısaltmalar göz önüne alınarak doğrusal biçime dönüştürülür:

$$x' = k_{0x} + xk_{1x} - yk_{2y}$$

$$y' = k_{0y} + xk_{2x} + yk_{1y}$$

φ_x , φ_y dönüklük açıları ve λ_x , λ_y ölçek faktörleri için,

$$\lambda_x = \sqrt{k_{1x}^2 + k_{2x}^2}\ ,\ \varphi_x = arctan\frac{k_{2x}}{k_{1x}}$$

$$\lambda_y = \sqrt{k_{1y}^2 + k_{2y}^2},\ \varphi_y = arctan\frac{k_{2y}}{k_{1y}}$$

bağıntıları geçerlidir.

2-boyutlu afin dönüşümünde 6 dönüşüm parametrelerini (k_{0x}, k_{0y}, k_{1x}, k_{2x}, k_{1y}, k_{2y}) belirleyebilmek için en az üç eşlenik nokta gereklidir. Üç noktadan çok sayıda eşlenik nokta bulunması durumunda bunların x' ve y' koordinatları ölçüler anlamında düzeltilmesi gereken büyüklükler olarak kabul edilerek,

 © Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, 2020

$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} V_{x'} \\ V_{y'} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & x & 0 & 0 & -y \\ 0 & 1 & 0 & x & y & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} k_{0x} \\ k_{0y} \\ k_{1x} \\ k_{2x} \\ k_{1y} \\ k_{2y} \end{bmatrix}$$

düzeltme denklemleri yazılır ve bilinmeyen parametreler en küçük kareler yöntemine göre dengeleme ile belirlenir.

3.4.2.3 Polinomlarla Dönüşüm

Polinomlarla dönüşüm için polinom katsayılarının bulunmasında ortak noktaların enlemleri ve boylamları ile en küçük karaler yöntemine göre dengeleme yapılmaktadır. Enlemler için polinom katsayıları a_{00}, a_{10}, ..., ile boylamlar için polinom katsayılarını b_{00}, b_{10}, b_{01},... ile, enlemler için dönüşüm değerlerini Δφ, boylamlar için dönüşüm değerlerini Δλ ile gösterilir ve 3'inci dereceden polinomlar aşağıdaki gibi yazılabilir:

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

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

Burada,

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

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

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

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

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

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

n= ortak nokta sayısı
k= derece-radyan dönüşümünü de içeren keyfi bir ölçek katsayısıdır.

Başlangıç noktası (φ0 , λ0) sistemin ağırlık noktası veya koordinatları ne küçük olan noktanın koordinatlardan daha küçük olan enlemi ve boylamı tam derece olan bir nokta alınabilir. Bilinmeyen polinom katsayıları ortak noktalar yardımıyla dolaylı ölçüler dengelemesi çözümünden elde edilir. Elde edilen parametrelerle hesaplanacak bağıl koordinatlar aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$\varphi_{i,1.sistem} = \varphi_{i,2.sistem} + \Delta\varphi_i$$

$$\lambda_{i,1.sistem} = \lambda_{i,2.sistem} + \Delta\lambda_i$$

 © Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, 2020

3.5 Türkiye'de Kullanılan Datum ve Referans Sistemleri

3.5.1 Avrupa Datumu 1950 (ED-50)

Ülkemizde temel jeodezik ağların ilk kuruluş çalışmaları, 1934 yılından itibaren I. derece Yatay Kontrol Ağı kapsamında nokta tesisi, yatay ve düşey açı, baz ve astronomik ölçüler ile başlatılmıştır. I. derece Yatay Kontrol Ağı, 1950'li yılların başlarına kadar yapılan çalışmalarla oluşturulmuş, Meşedağ noktası başlangıç alınarak 1954 yılında dengelenmiş ve TUD54 oluşturulmuştur. 786 noktadan oluşan TUD54'ün hesabında; çekül sapması ve jeoidin bilinmemesi, gravite ağının henüz oluşturulmaması ve düşey datum tanımındaki belirsizlik nedenleriyle, açı, baz ve astronomik ölçülere tam olarak getirilemeyen düzeltmeler ağda bozulmalara neden olmuştur. Ancak TUD54' ün, yersel ölçülerle oluşturulan klasik jeodezik temel yatay kontrol ağlarından beklenen 1-2 ppm doğruluğun sağlandığı belirlenmiştir. TUD-54'ün ED50'ye dönüşümü, Bulgaristan ve Yunanistan'da yer alan, ED50 sisteminde koordinatları bilinen 8 ortak noktanın, bağlantı ölçüleri ile hesaplanan TUD54 koordinatlarından yararla gerçekleştirilmiştir. TUD54 ile ED50 arasındaki dönüşümün doğasına bağlı olarak sistematik bozulmalar beklenmektedir (Ayhan vd. 2001).

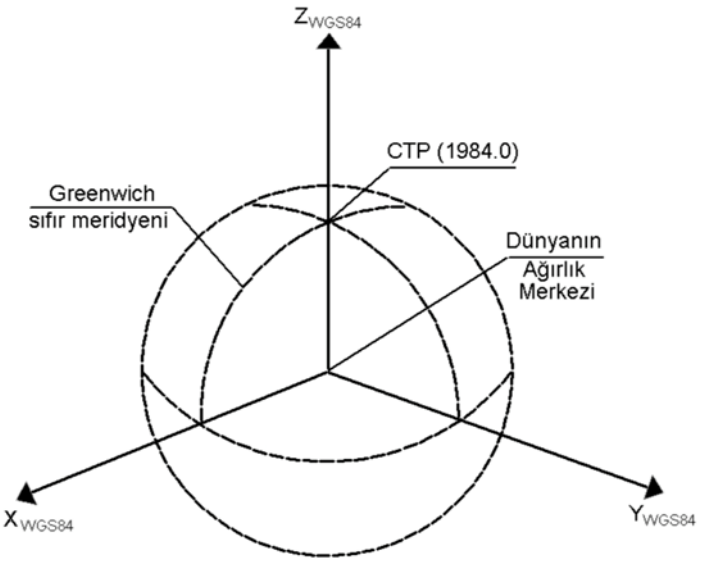
ED50 datumunda; referans elipsoidi olarak Uluslararası 1924 Elipsoidi (a=6378388 m; b=6356911.9461; f=1/297; e=0.08199188998), başlangıç meridyeni olarak Greenwich Meridyeni alınmıştır. Bu sistemde elipsoit ile jeoidin çakışık, jeodezik ve astronomik koordinatlarının aynı varsayıldığı temel nokta Potsdam/Almanya'daki Helmertturm noktası (ϕ=52° 22′ 51″.446 N; λ=13° 03′ 58″.741 E; Jeoit yüksekliği (N) = 0 m; çekül sapmasının kuzey-güney bileşeni (ζ)=3″.36, doğu-batı bileşeni (η)=1″.78)'dir.

3.5.2 Dünya Jeodezik Sistemi-1984 (WGS84) Datumu

WGS84 sistemi, ABD Savunma Bakanlığı tarafından GPS konumlamasında kullanılan yersel bir referans sistemidir. GPS navigasyon mesajında bulunan yere bağımlı uydu konumları bu sistemde ifade edilmektedir. Başlangıçta WGS84i, TRANSİT uydu sisteminde yapılan DOPPLER gözlemlerine dayalı olan belirlenmiş bir küresel jeosentrik koordinat sistemidir. İlk olarak Savunma Bakanlığının NSWC972 referans sistemi ile 1984.0 epoklu Bureau International de l'Heure (BIH) Konvansiyonel Yersel Sistemden benzerlik dönüşümü ile elde edilmiştir. Realizasyonu küresel olarak dağılmış, doğrulukları 1-2 m olan izleme istasyonlarının nokta konumlarıyla yapılmaktadır. OCAK 1987'de ABD Harita Dairesi (DMA) tarafından 10 izleme istasyonunun TRANSİT uydu gözlemlerinden faydalanarak hesapladığı duyarlı efemerislerden türetilen bu sistemdeki nokta konumları, yakın zamana kadar GPS yayın efemerisinin (uydu konumlarının) üretilmesinde kullanılmış olup bu aşamada tektonik plaka hareketleri göz ardı edilmiştir.

WGS84 sistemi, duyarlılığı daha yüksek ITRF (Intrenational Terrestrial Reference Frame) sistemine bağımlı olarak 1984 yılında yeniden belirlenmeye çalışılmıştır. Bu amaçla ITRF91 koordinatları sabit alınan bazı IGS (International GPS Service) noktaları ile 10 izleme noktasında toplanan GPS verileri kullanılarak WGS84 sisteminin iyileştirme çalışmaları yapılmıştır. WGS84 koordinat sistemi bir konvansiyonel yersel referans sistemi (CTRS: Conventional Terrestrial Reference System)'dir. WGS84 elipsoidinin büyük yarı ekseni (a)=6378137.0m, basıklığı (1/f)= 298.257223563'tür. WGS84 koordinat sistemi aynı zamanda yer gravite alanına ait fiziksel özellikleri de bünyesinde toplayan bir sistemdir.

 © Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, 2020



Şekil 18. WGS84 referans sistemi

- Orijin: Dünyanın ağırlık merkezinde
- Z ekseni: BIH (Bureau International l'Heure) tarafından 1984 yılı için belirlediği CTP (Conventional Terrestrial Pole) den geçer.
- X ekseni: Yine BIH tarafından tanımlanmış ortalama Greenwich meridyen düzlemi ile ekvator düzleminin kesişim doğrultusu olarak tanımlanmıştır.
- Y ekseni: Yermerkezli bu koordinat sisteminde ekvator düzlemi üzerinde Xekseninden doğuya doğru 90 açı yapar konumdadır.

Harita Genel Müdürlüğü tarafından askeri ve sivil amaçlarla 2001 yılına kadar üretilen 1/25000, 1/50000 ve 1/100000 ölçekli topoğrafik haritalarda kullanılan koordinat sistemi (datum) Avrupa Datumu-1950 (ED-50) sistemine göredir. Ancak GPS teknolojisinde yaşanılan gelişmelere bağlı olarak haritaların WGS-84 sisteminde üretiminin dünyada yaygınlaşmasına paralel olarak Türkiye'nin 1/25000, 1/50000 ve 1/100000 ölçekli topoğrafik haritalarının 2002 yılından itibaren WGS-84 sisteminde üretimine karar verilmiştir.

3.5.3 Uluslararası Yersel Referans Çerçeve-ITRF96 Datumu

ITRF koordinat sistemi, yer merkezli bir koordinat sistemidir. Yer kabuğu plaka hareketleri ve yerin içindeki kitlelerin yer değiştirmesi sonucu oluşan, referans noktalarının konum ve gravite değişiminin belirlenebilmesi için bir taraftan yüksek doğruluklu ve güvenilir referans ağlarının, diğer taraftan anılan nitelikteki referans ağları için değişimlerin yeterince doğru belirlenmesi gerekmektedir. Bu döngü, jeodinamik araştırmalarda jeodezi ile jeoloji, jeofizik ve yer mekaniği gibi yer bilimlerinin birlikte çalışmalarını gerektirmektedir.

Jeodezik ve jeodinamik araştırmaların sonuçları, statik jeodezik ağlar yerine dinamik jeodezik ağların oluşturulmasını jeodezinin güncel sorunu yapmıştır. Uluslararası yer dönme servisi ''International Earth Rotation Service (IERS)'' tarafından 1988'de Çok Uzun Bazlı Enterferometri (VLBI), Uydulara Laser ölçmeleri (SLR), Ay'a Lazer ölçmeleri (LLR) ve GPS olarak jeodezik uzay teknikleri ile oluşturulan Yersel Referans Ağı (ITRF) bu bağlamda gerçekleştirilen bir çalışmadır. Bu ağ, nokta koordinatları ve noktaların hareket hızlarının, yerkabuğundaki tüm plakaların hareket ettiği varsayılan bir modele göre belirlenen dinamik bir ağdır.

Yapay uydu bazlı konum belirleme sistemlerindeki hızlı gelişmelere parallel olarak GNSS ve ED-50 datumunda sıklaştırma ve aplikasyon çalışmaları başlamakla birlikte ITRS tabanlı bir datuma 2005 yılında yürürlüğe giren BÖHHBÜY ile geçilmiştir. Yeni bir Ulusal Datum ihtiyacına yönelik çalışma ilk defa (Aktuğ, 2005) tarafından dile getirilmiş ve bu realizasyona TUREF (Türkiye Ulusal Referans Çerçevesi) adı verilmiştir. TUREF ile, referans epoğu kavramı tek anlamlı tanımlanmakta, farklı ITRS sürümlerinden (ITRF-97, ITRF-2000, ITRF-2005, ITRF-2008) elde edilmiş sonuçların ulusal boyutta aynı sistemde ifade edilmekte ve önceki yıllarda üretilmiş harita ve harita bilgileri ile geçmişe dönük uyumluluk sağlanmaktadır. Ülkemizin ITRF tabanlı modern jeodezik datumu TUREF ile ED-50 datumu arasındaki dönüşüm ilişkilerinin yüksek duyarlıklı belirlenmesi geçmiş yıllarda ED-50 datumunda üretilen jeodezik noktaların ve haritaların kullanılabilirliği yeni

 © Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, 2020

yapılan çalışmalar ile uyumlu hale getirilmesi anlamında büyük önem taşımaktadır.

2018 yılında yürürlüğe giren BÖHHBÜY ile TUREF, koordinatları ITRF96 ile 2005.0 referans epoğunda çakışık ve koordinatlarının zamana göre doğrusal değişimi (hızları) ITRF96'nın Sıfır- Net-Dönüklüğüne (No-Net-Rotation) göre tanımlı dört boyutlu ulusal datum olarak tanımlanmıştır.

3.6 Türkiye'de Kullanılan Datumlar Arasındaki Dönüşümler

Harita Genel Müdürlüğüne ait TUREF – ED50 arasındaki datum dönüşümlerine ilişkin sayfada (https://www.harita.gov.tr/temel-jeodezik-hesaplamalar);

- "Üç Boyutlu Datum Dönüşümü"
- "İki Boyutlu Datum Dönüşümü"
- "Standart Paftalar için Datum Kayıklık Değerleri" olmak üzere üç kısım bulunmaktadır. Bu kısımlara ait kısa bilgi aşağıda sunulmuştur.

Dönüşüm parametrelerinin belirlenmesi amacıyla öncelikle Harita Genel Müdürlüğü, Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü, İller Bankası, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı ve Karayolları Genel Müdürlüğü tarafından ölçülen ve her iki sistemde koordinatları bilinen ortak noktalar derlenmiştir. Daha sonra Türkiye Ulusal Sabit GNSS İstasyonları Ağı-Aktif (TUSAGA-Aktif) sisteminin faal hale gelmesiyle birlikte mevcut noktaların coğrafi dağılımları göz önünde bulundurularak ihtiyaç duyulan diğer yerlerde ED50 datumunda koordinatları bilinen yatay kontrol ağı noktaları ayrıca Gerçek Zamanlı Kinematik (GZK) yöntem ile ölçülmüş ve TUREF koordinatları belirlenmiştir. Söz konusu noktalar incelenmiş ve kaba hataların ayıklanarak toplam 4024 adet ortak nokta dönüşüm için hazırlanmıştır.

3.6.1 Üç Boyutlu Datum Dönüşümü

Bu çerçevede, TUTGA ve TUSAGA-Aktif'in de tanımlı olduğu Türkiye Ulusal Referans Çerçevesi (TUREF) ile ED50 arasında söz konusu ortak noktalar ile üç boyutlu benzerlik datum dönüşümü yapılmıştır. Hesaplanan dönüşüm parametreleri aşağıdaki tabloda verilmiştir. Bu bölümde, girilen bir jeodezik koordinat (TUREF/ED50), hesaplanmış olan bu parametreler kullanılarak dönüştürülmekte ve diğer sistemdeki karşılığı sunulmaktadır. Bu çalışmada üç boyutlu dönüşüm duyarlığı ±1.1 m olarak hesaplanmıştır (Aktuğ vd, 2011).

Model	Birim	Parametre.	σ
T_X	(m)	-158.785	±0.334
T_Y	(m)	-109.965	±0.281
T_Z	(m)	-50.768	±0.444
S	(ppm)	-5.1814	±0.0323
R_X	(")	1.4275	±0.0119
R_Y	(")	-3.0873	±0.0150
R_Z	(")	0.5505	±0.0065

3.6.2 İki Boyutlu Datum Dönüşümü

TUREF ve ED50 koordinatları belirlenen 4024 noktanın enlem ve boylam farkları alınarak Kriging yöntemi ile 25°-45° boylamları ile 34°-43° enlemleri arasında, sırasıyla boylam ve enlem yönünde 0.13° x 0.10° aralıklarla gridleme yapılmış olup, bu gridleme aralığı arazide yaklaşık 11 km x 11 km'lik hücrelere karşılık gelmektedir. Bu çalışmada, çapraz-doğrulama yöntemi ile elde edilen karesel ortama hatalar ise enlem ve boylam için sırasıyla 0.28 m ve 0.36 m olarak hesaplanmıştır (Aktuğ vd, 2011). Söz konusu grid dönüşüm dosyalarından, 25°-45° boylamları ile 34°-43° enlemleri arasında kullanıcının gireceği bir enlem ve boylam değeri için iki boyutlu lineer (bilineer) enterpolasyon yöntemi kullanılarak TUREF ya da ED50 sistemlerinden herhangi birinde enlem ve boylam değerleri hesaplanabilmektedir.

 © Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, 2020

3.6.3 Standart Paftalar için Datum Kayıklık Değerleri:

İki boyutlu dönüşüm için hazırlanan enlem ve boylam farklarını içeren grid dosyalarından pafta orta noktaları için kestirilmiş; Enlem Düzeltmesi (derece saniyesi), Boylam Düzeltmesi (derece saniyesi), Yukarı Değer Düzeltmesi (metre), Sağa Değer Düzeltmesi (metre) ve Yükseklik Düzeltmesi (metre) değerleri sunulmaktadır. İstenilen pafta orta noktası için sırasıyla 1/250.000, 1/100.000, 1/50.000 veya 1/25.000 ölçekli paftalar ekranda seçilir. Söz konusu kestirim değerleri otomatik olarak gelir.

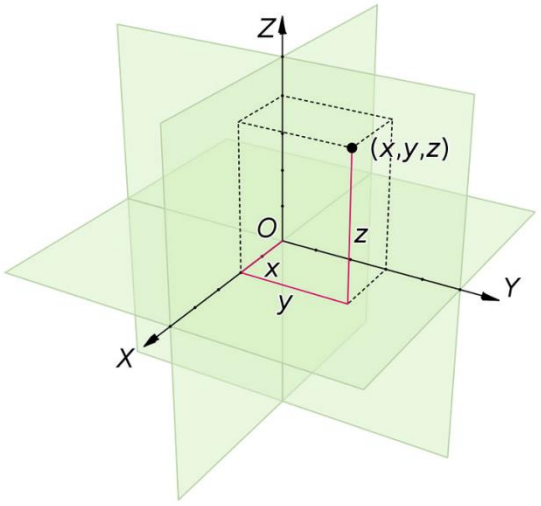
3.7 Koordinat Sistemleri

Koordinat referans sistemleri, jeodezik datumların tanımı için gerekli sabit katsayılar ve parametreleri tanımlar ve konumsal bilgilerin uzayda bir koordinat seti ile (kartezyen koordinatlar - X, Y, Z veya jeodezik koordinatlar - enlem, boylam ve yükseklik) tek anlamlı tanımlanması için gereklidir. Bir jeodezik datum ise koordinat sisteminin başlangıç noktasının konumunu, ölçeğini ve yöneltmesini tanımlayan parametre veya parametre setidir.

Belirlenen koordinat referans sistemi yatay koordinatları (enlem, boylam) açıklayan bir yatay jeodezik datum ve yükseklikleri açıklayan bir düşey datum tanımlanarak gerçekleştirilmektedir. Yeryüzünün tamamının veya bir parçasının belirli bir koordinat referans sistemine göre düzlem üzerine aktarılması için harita projeksiyonlarından yararlanılır. Harita projeksiyonları yardımıyla jeodezik koordinatlardan (enlem, boylam) düzlem koordinatların hesaplanması sağlanır.

3.7.1 Dik (Kartezyen) Koordinat Sistemi

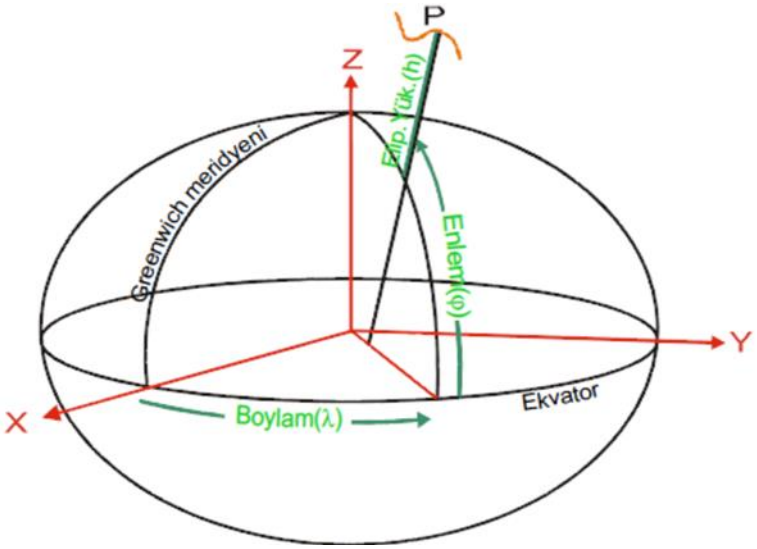
2 boyutlu bir yüzey üzerindeki bir noktanın veya 3 boyutlu bir uzaydaki bir objenin yerini belirlemek için dik (kartezyen) koordinat sisteminden yararlanılır (**Şekil 19**).



Şekil 19. Dik (Kartezyen) koordinatlar (X, Y, Z)

Dik koordinat sistemi dönel bir elipsoit üzerinde açıklanmak istenirse, boyutları belirlenmiş olan bir dönel elipsoidin merkezi, koordinat sisteminin başlangıcıdır. Dönel elipsoidin dönme ekseni veya küçük eksenin merkezden kuzey kutup noktasına doğru olan kısmı sistemin pozitif Z-eksenini oluşturur. Elipsoit yüzeyinde Greenwich'e karşılık gelen meridyen düzlemi ile elipsoidin ekvator düzleminin arakesiti X-eksenini ve ekvator düzlemi üzerinde sağ el koordinat sistemine uygun olarak X-ekseninden doğuya doğru 90° açılan doğrultu Y-eksenini oluşturur (**Şekil 20**).

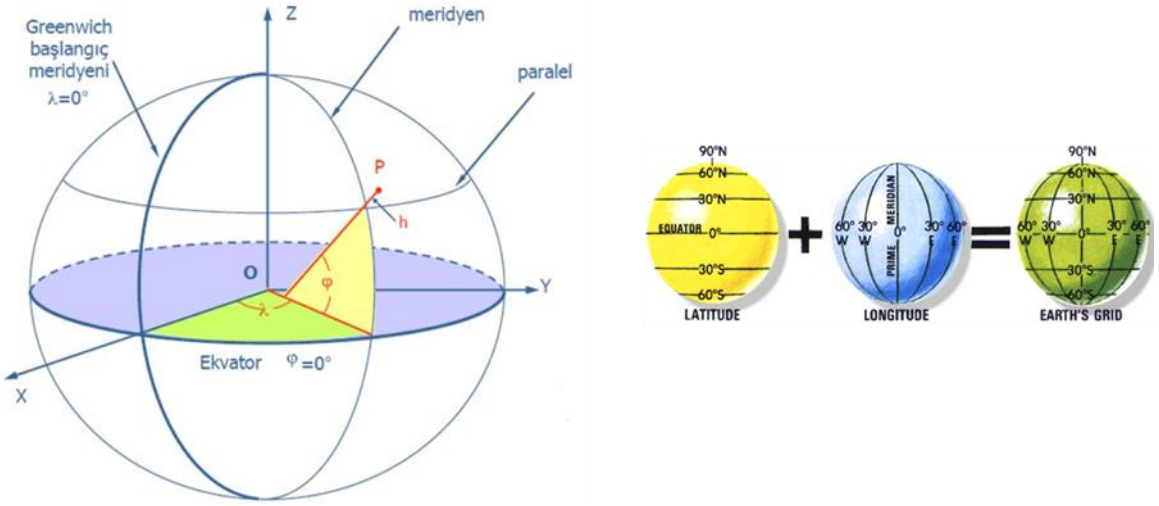
 © Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, 2020



Şekil 20. Kartezyen Koordinat Sistemi (X,Y,Z)

3.7.2 Coğrafi Koordinat Sistemleri

Yeryüzü üzerindeki bir noktanın konumunun enlem ve boylam büyüklükleri ile referans elipsoidine göre tanımlandığı sistemdir (**Şekil 21**).

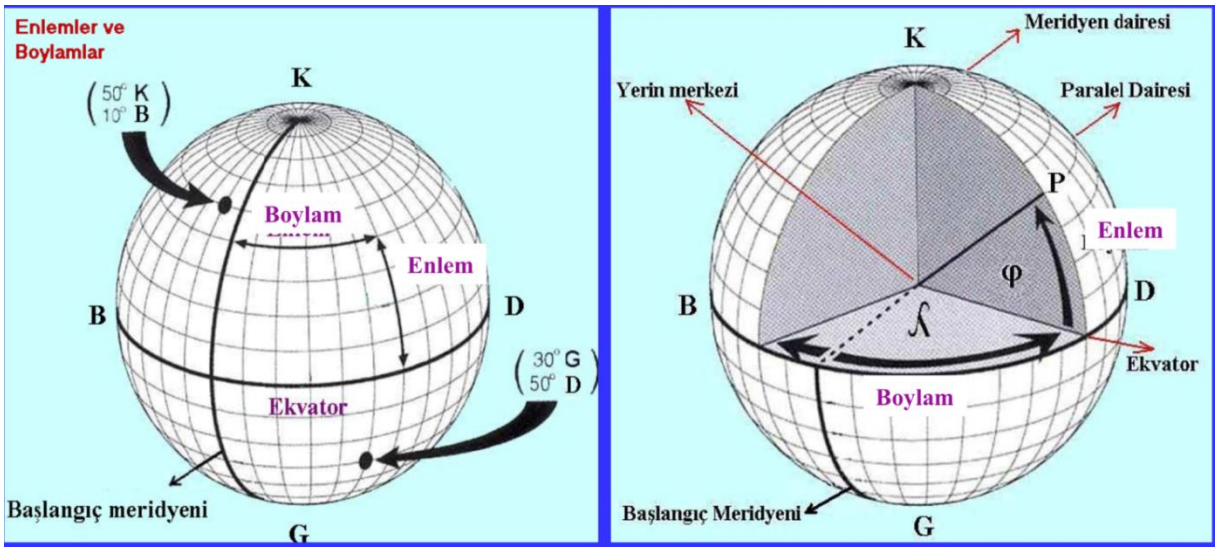


Şekil 21. Coğrafi koordinat sistemi

Enlem (φ), Ekvator düzleminden itibaren meridyen yönünde güneye ve kuzeye olan açı (90°Kuzey enlem-0°-90°Güney enlem).

Boylam (λ), ekvator düzleminde Greenwichten geçen meridyene göre doğuya ya da batıya doğru olan açı(180°Batı boylam-0°-180°Doğu boylam) . Ekvatora paralel olarak geçen dairelere paralel adı verilir ve başlangıç paraleli ve en büyük paralel Ekvator'dur. Bir kutup noktasından başlayıp diğer kutup noktasında sona eren ekvatoru dik açıyla kesen yaylar meridyen olarak tanımlanır.

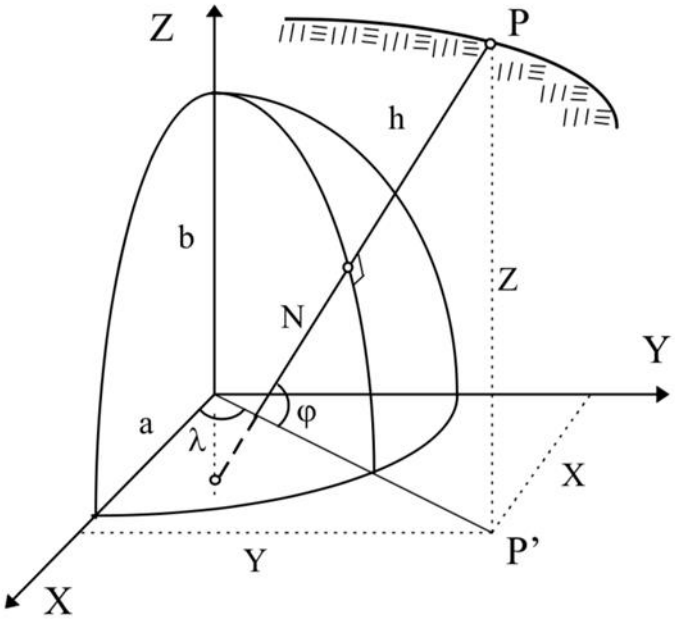
 © Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, 2020



Şekil 22. Enlem ve Boylam

3.7.3 Kartezyen Koordinat Sistemi ile Coğrafi Koordinat Sistemi Arasındaki Dönüşüm

P yeryüzü noktasının Kartezyen dik koordinatları (X, Y, Z), coğrafi koordinatlarının fonksiyonları biçiminde elde edilir:



Şekil 23. Yeryüzü Noktasının Dönel Elipsoide Göre Konumlandırılması

$$X = (N + h)\cos\varphi\cos\lambda$$

$$Y = (N + h)\cos\varphi\sin\lambda$$

$$Z = ((1 - e^2)N + h)\sin\varphi$$

$N = a/(1 - e^2\ \sin^2\varphi)^{1/2}$ (normal eğrilik yarıçapı)

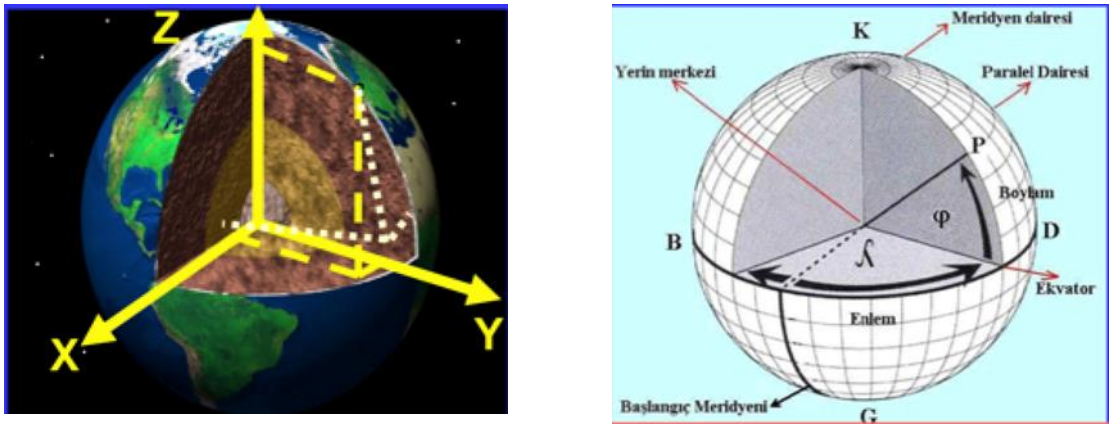
 © Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, 2020

$e^2 = (a^2 - b^2)/a^2$ (birinci dış merkezlik)

Örnek olarak, Ankara sabit GNSS istasyonuna ilişkin kartezyen dik koordinat (X, Y, Z) ve coğrafi koordinatlar (φ, λ, h) Şekil 24'de gösterilmiştir.

Kartezyen Dik Koordinatlar
X = 4121948.525 m
Y = 2652187.902 m
Z = 4069023.756 m

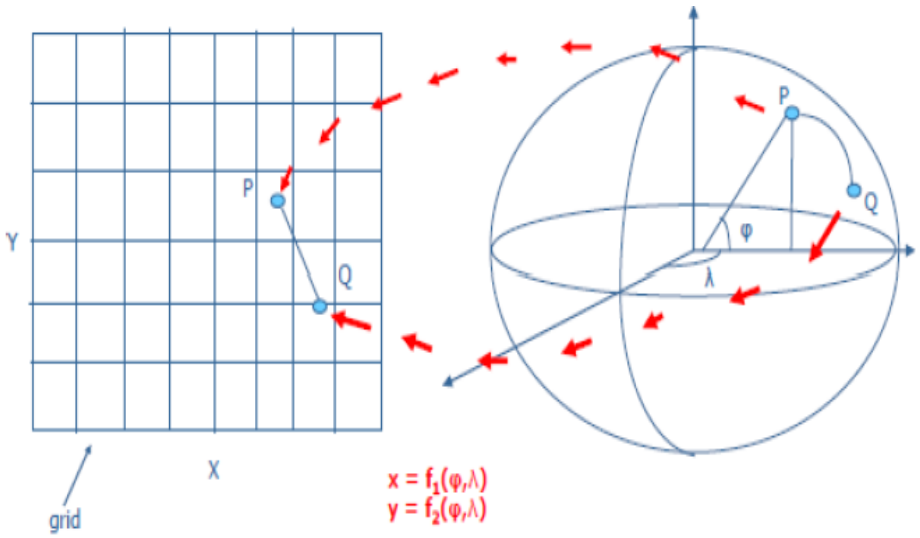
Coğrafi Koordinatlar
Enlem: 39° 53' 14".536254 (Kuzey)
Boylam: 32° 45' 30".491468 (Doğu)
Elipsoit Yük. (h): 976.0262 m



Şekil 24. Ankara Sabit GNSS İstasyonunun Koordinatları

3.8 Projeksiyon ve Yerel Koordinat Sistemleri

Coğrafi koordinat sisteminin bir projeksiyon metodu ve ona ait parametreler kullanılarak yapılan transformasyonun sonucudur ve 2-boyutlu bir düzlem yüzeydir (**Şekil 25**). Ülkemizde bu kapsamda hesaplanacak koordinatlar ITRF96 koordinat sistemi ile GRS80 elipsoidine bağlı Transversal Mercator (TM) izdüşümünde 3° derecelik dilim esasına göre belirlenir.



Şekil 25. Projeksiyon Koordinat Sistemi

Yerel koordinat sistemi ise, koordinat sisteminin orijini olarak yeryüzündeki herhangi bir noktanın başlangıç kabul edildiği ve dik koordinat sistemi şeklinde tanımlanmaktadır. Yerel anlamda üretilen haritaların

 © Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, 2020

projeksiyonları genel olarak düzlem projeksiyonlarda kullanıcıların karşısına çıkmaktadır. Yerel datumda ve düzlem projeksiyonda olan haritalar "1988 Büyük Ölçekli Harita Yapım Yönetmeliği" öncesinde ya da geçiş sürecinde üretilmiş olan büyük ölçekli ve yüksek çözünürlükte sayısal bilgi üretmeye olanak veren haritalardır.

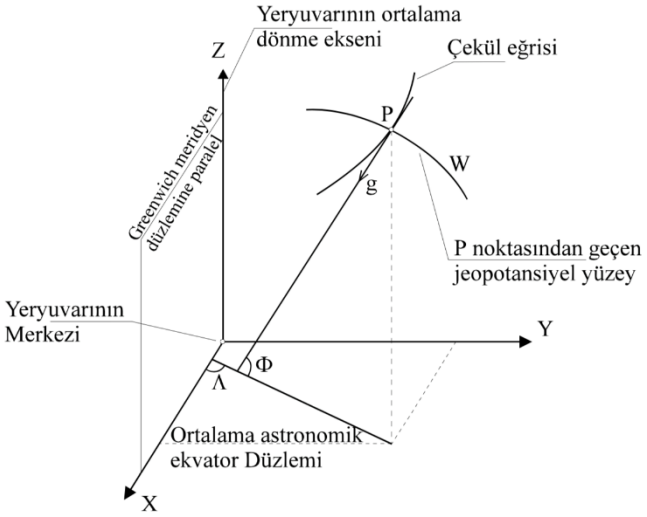
3.8.1 Jeodezide Kullanılan Koordinat Sistemleri

3.8.1.1 Doğal (Astronomik) Koordinat Sistemleri

Fiziksel anlamda var olan, yeryuvarının ağırlık merkezinin ya da yeryüzündeki bir noktanın başlangıç olarak kabul edildiği üç boyutlu dik koordinat sistemleri olarak tanımlanır.

Bir ülke veya yeryuvarı ölçmesi yapılacaksa ağırlık merkezli koordinat sistemi, yerel anlamda küçük bir bölge ölçmesi yapılacaksa yeryüzündeki bir noktanın merkez olarak kabul edildiği koordinat sistemi kullanılır.

3.8.1.1.1 Global Astronomik Dik (Kartezyen) Koordinat Sistemi



Şekil 26. Global astronomik dik koordinat sistemi

- Koordinat sisteminin başlangıcı yeryuvarının fiziksel olarak tanımlanan ağırlık merkezi ile çakışır.
- Z-ekseni, yeryuvarının ortalama dönme eksenidir ve pozitif yönü ortalama kuzey kutup doğrultusudur.
- X-ekseni, dönme eksenine yeryuvarının ağırlık merkezinde diktir ve ortalama astronomik ekvator düzlemi ile Greenwich meridyen düzlemine paralel sıfır astronomik meridyen düzleminin arakesitidir.
- Y-ekseni, bir sağ sistemi oluşturmak üzere X-ekseninden ekvator üzerinde 90o doğuya açılan bir doğrultudadır.

3.8.1.1.2 Global Astronomik Coğrafi Koordinat Sistemi

- P noktasındaki çekül doğrultusu (gravite vektörünün doğrultusu) ile P'nin astronomik meridyen düzlemi içinde ölçülen ekvator düzlemi arasındaki açı, astronomik enlem ϕ (**Şekil 26**).
- Ortalama Greenwich meridyen düzlemi ile P'nin astronomik meridyen düzlemi arasındaki açı, astronomik boylam Λ dır. Λ ekvator düzleminde doğu yönünde artar (0 ≤ Λ≤ 2Π) (**Şekil 26**).
- Yeryüzü noktaları arasındaki potansiyel farkları da ölçüler yardımıyla belirlenebilir. Bunun için nivelman geçkileri boyunca ayrıca gravite ölçüleri gereklidir. ϕ, Λ, W yeryuvarının gravite alanının doğal koordinatları olarak adlandırılır.
- Astronomik enlem ve boylam, uzayda çekül doğrultusunu tanımlayan parametrelerdir. Yıldızlara yapılan gözlemlere almanaklar yardımıyla getirilecek düzeltmeler sonucunda noktanın enlem ve boylamı elde edilir.

Jeodezik açıdan bu noktalar;

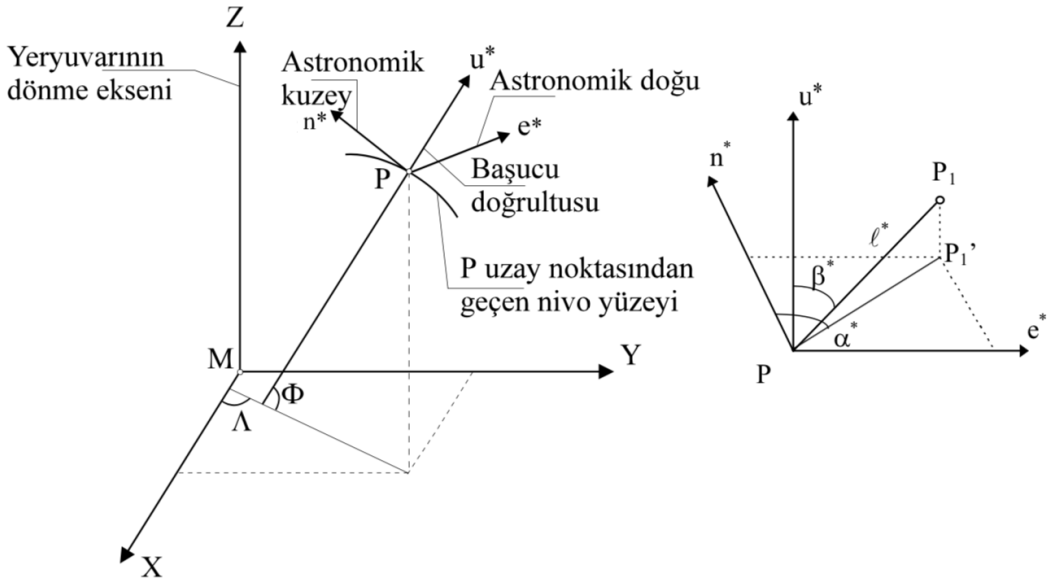
- Ülkeler için ulusal datum belirleme çalışmalarında,

 © Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, 2020

- Astrojeodezik jeoit belirlemelerinde,
- Ülke nirengi ağlarının yöneltilmesinde,
- Doğrultu gözlemlerinin indirgenmesi gibi çalışmalarda kullanılır.

3.8.1.1.3 Yerel Astronomik Dik Koordinat Sistemi

- Yeryüzündeki bir noktanın başlangıç kabul edildiği bir sistemdir (**Şekil 27**).
- P noktasından geçen nivo yüzeyinin bu noktadaki normali ya da çekül doğrultusu koordinat sisteminin u^* ekseni kabul edilir. Eksenin pozitif doğrultusu, noktaya kurulan jeodezik aletin başucu doğrultusudur.
- Noktadan geçen nivo yüzeyine bu noktada teğet düzlem içerisinde kalan ve kuzeye yönelen doğrultu n^* eksenini (astronomik kuzey doğrultusu)
- Bu teğet düzlemde e^* eksenine dik, yönü astronomik doğuya yönelik doğrultu da m^* eksenini gösterir.
- Astronomik azimut α^*; yatay düzlem üerinde astronomik kuzey doğrultusu ile hedef doğrultusunun yataydaki izdüşümü arasındaki açıdır.
- Zenit uzaklığı β^*, başucu doğrultusu ile başlangıç noktasını hedefe bağlayan doğtultu arasındaki açıdır.
- Başlangıç noktası ile hedef arasındaki l^* uzunluğu noktayı tanımlayan parametrelerdir.



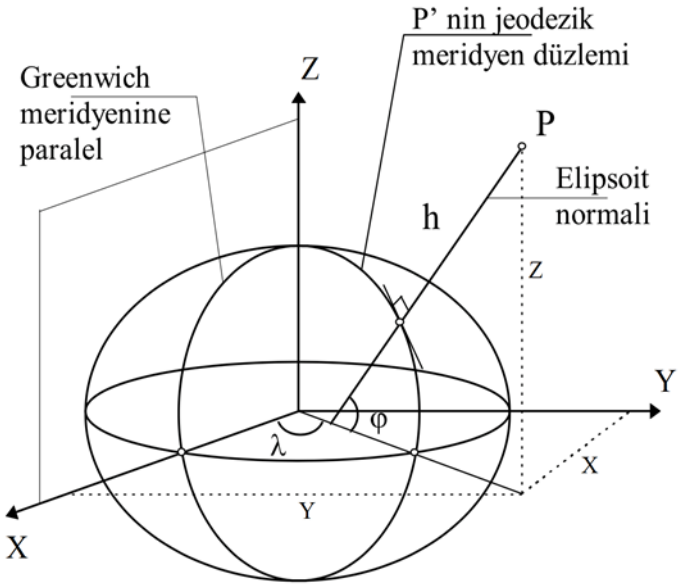
Şekil 27. Yerel Astronomik Dik Koordinat Sistemi

3.8.1.2 Referans Koordinat Sistemleri

Matematiksel olarak ifade edilemeyen yeryüzünün ve bu yüzeyde gerçekleşen çeşitli doğa olaylarının etkisindeki gözlemlerin doğal koordinat sistemlerinde değerlendirilmesi zordur. Bu sistemlerin kullanılması bozucu etkilerin yeterli doğrulukla modellenmesi durumunda olanaklıdır. Ancak, karmaşık yeryüzü modellense dahi bu ona geometrik açıdan çok benzeyen dönel elipsoitten daha sade bir yüzey olmayacak ve matematiksel ifadeler daha karmaşık hale gelecektir.

 © Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, 2020

3.8.1.2.1 Global Jeodezik Dik (Kartezyen) Koordinat Sistemi



Şekil 28. Global Jeodezik Dik Koordinat Sistemi

- Boyutları belirlenmiş olan bir dönel elipsoidin merkezi, koordinat sisteminin başlangıcıdır.
- Dönel elipsoidin dönme ekseni veya küçük eksenin merkezden kuzey kutup noktasına doğru olan kısmı sistemin pozitif Z eksenini,
- Elipsoit yüzeyinde Greenwich'e karşılık gelen meridyen düzlemi ile elipsoidin ekvator düzleminin arakesiti X eksenini,
- Ekvator düzlemi üzerinde sağ el koordinat sistemine uygun olarak X ekseninden doğuya doğru 90° açılan doğrultu Y eksenini oluşturur.

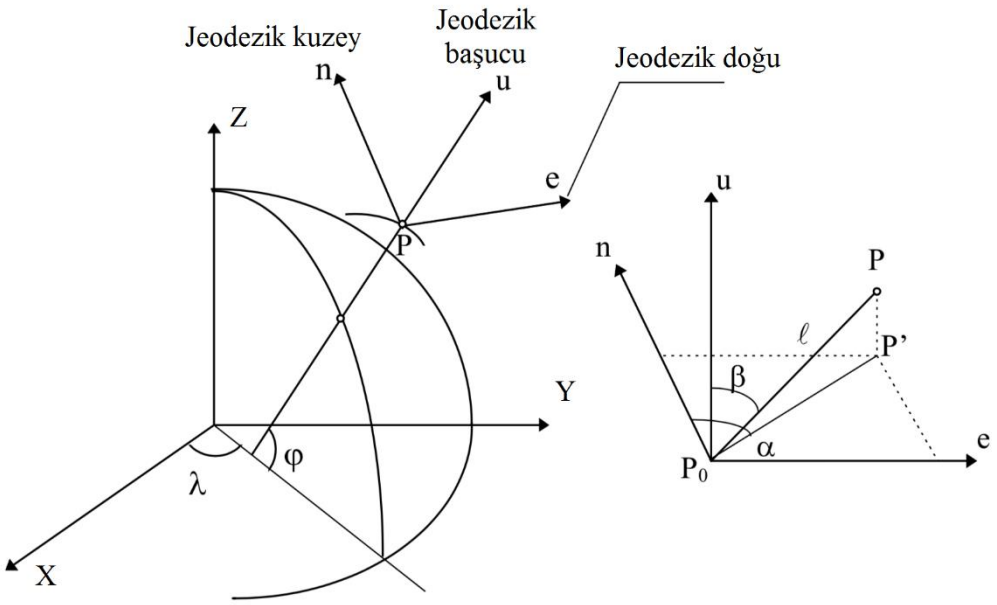
3.8.1.2.2 Global Jeodezik Coğrafi Koordinat Sistemi

- Dönel elipsoit üzerindeki noktaların konumları meridyen elipsleri ve paralel daireler ile tanımlanır.
- P noktası bu noktadan geçen elipsoit normali ile P'den Z-eksenine çizilen paralelin belirlediği jeodezik meridyen düzlemi içinde bulunur (**Şekil 28**).
- P noktasından geçen ekipsoit normalinin P'nin jeodezik meridyen düzlemi içinde ekvator düzlemi ile yaptığı φ açısına jeodezik enlem (**Şekil 28**)
- P'den geçen meridyen düzleminin Greenwich'e karşılık gelen meridyen düzlemi ile X-ekseninden itibaren doğuya doğru yaptığı ekvatoral açı λ jeodezik boylam (**Şekil 28**)
- P noktası ile normalin yüzeyi deldiği nokta arasındaki h uzunluğuna elipsoit yükseklik adı verilir.

3.8.1.2.3 Yerel Jeodezik Dik Koordinat Sistemi

- Başlangıcı yeryüzünde bir noktadır (**Şekil 29**).
- P noktasından geçen elipsoit normalinin elipsoidin dışına doğru uzanan jeodezik başucu doğrultusu "u"
- P'nin jeodezik meridyen düzlemi ile P de elipsoit normaline dik düzlemin arakesiti "n" ekseni (yönü jeodezik kuzey doğrultusunda)
- "u" ve "n" eksenlerine dik jeodezik doğuyu gösteren doğrultu "e" eksenidir.
- Başlangıç noktasından geçen meridyen veya kuzey ekseni ile hedef doğrultusunun yatay düzlemdeki izdüşümü arasındaki "α" açısı jeodezik azimuth
- Elipsoit normali ile hedef doğrultusu arasındaki "β" açısı jeodezik zenit uzaklığı
- Başlangıcı hedefe bağlayan doğrunun uzunluğu "l" olarak tanımlanır.

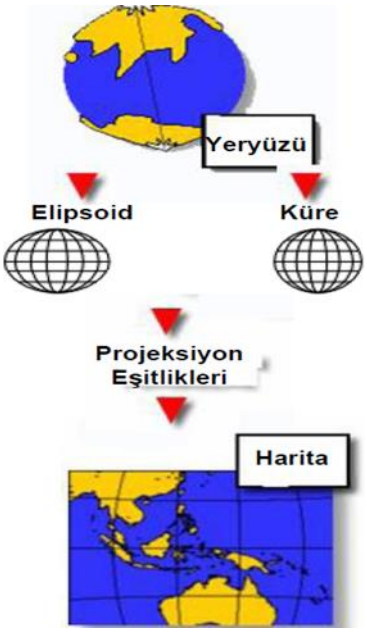
 © Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, 2020



Şekil 29. Yerel jeodezik dik koordinat sistemi

3.8.2 Projeksiyonlar

Yeryüzü için tanımlanmış bir referans yüzeyi üzerinde belirli bir koordinat sistemine göre tanımlı noktaları düzlem üzerine ya da düzleme açılabilen yüzeylere belirli matematiksel modellere göre aktarma işine harita projeksiyonu denir.

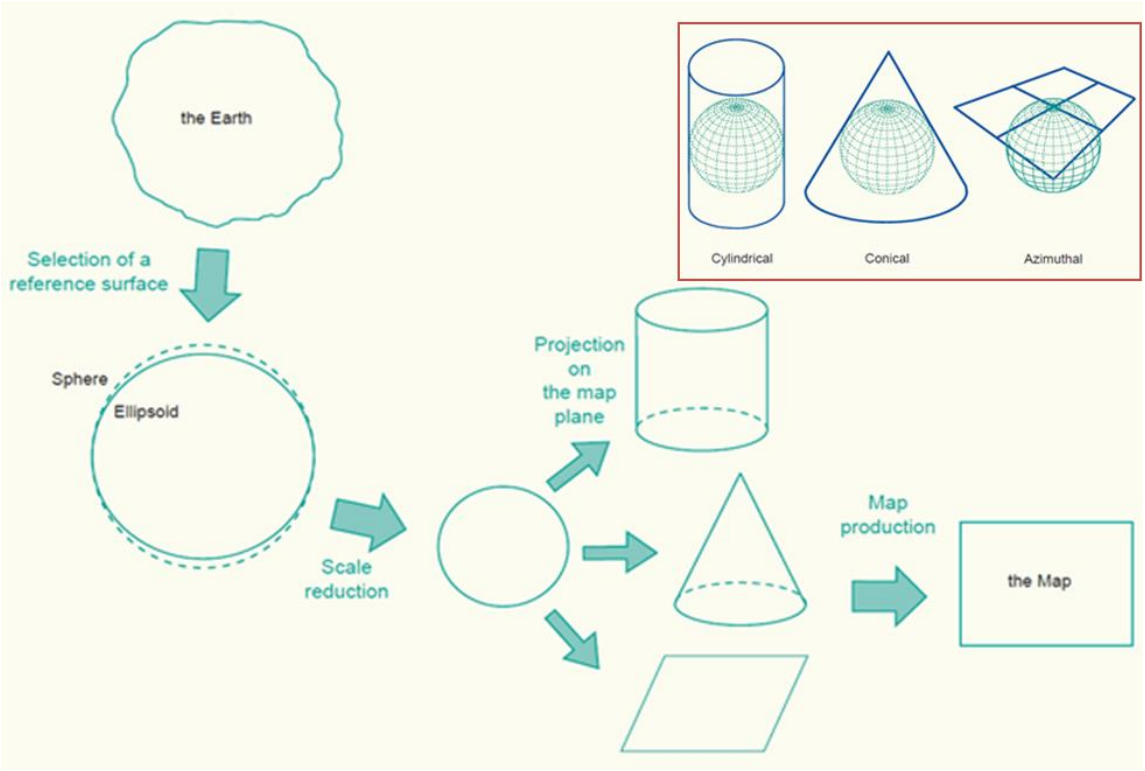


Şekil 30. Harita Projeksiyonu

- Projeksiyon, fiziksel yeryüzünün geometrik bir yüzey üzerine iz düşürülmesi
- Projeksiyon Koordinat Sistemi, Coğrafi Koordinat Sisteminin bir projeksiyon metodu ve ona ait parametreler kullanılarak yapılan dönüşümün sonucu
- Projeksiyon eşitlikleri, orijinal yüzeydeki bir noktanın, projeksiyon yüzeyine nasıl aktarılacağını matematiksel olarak tanımlar
- Projeksiyon Koordinat Sistemi 2- boyutlu düzlem yüzeydir.

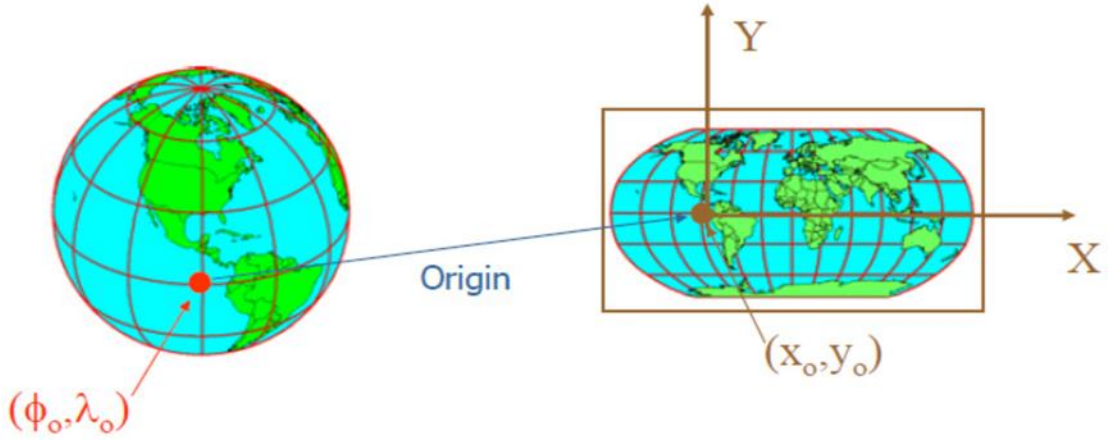
 © Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, 2020

Harita projeksiyonunda, yeryüzü bilgileri doğrudan düzleme iz düşürülebileceği gibi düzleme dönüştürülebilen başka yüzeylerde kullanılabilir. Düzlem yerine koni ya da silindir gibi geometrik yüzeyler bu amaçla kullanılır. Harita projeksiyonunda kullanılan düzlem ya da düzleme dönüşebilen koni ve silindir gibi yardımcı yüzeylere projeksiyon yüzeyi denir (**Şekil 31**).



Şekil 31. Yeryuvarının Projeksiyon Yardımıyla Düzleme Dönüşümü

Projeksiyon koordinat sistemi, harita oluşturma düzleminde oluşturulan bir dik koordinat sistemidir. Sistemin dikey ekseni (ordinat) Y-ekseni olarak tanımlanır. Yatay eksen (apsis) ise X-ekseni oluşturur. Koordinat sistemi başlangıcı haritası yapılacak bölgenin merkezinde bir noktada bölgenin ortasından geçen meridyene teğet ve aynı zamanda ortalama enleme de teğet bir nokta olur (**Şekil 32**).



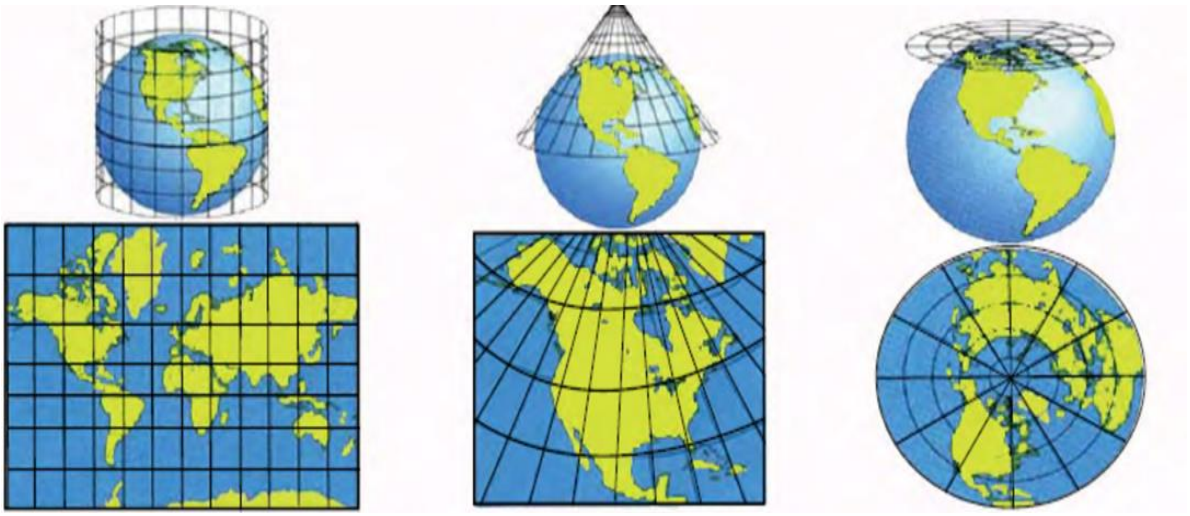
Şekil 32. Projeksiyon Koordinat Sistemi

© Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, 2020

3.8.2.1 Projeksiyonların Sınıflandırılması

3.8.2.1.1 Projeksiyon Yüzeyine Göre Sınıflandırma

Harita projeksiyonları kullanılan yüzeylerin cinsine göre; Düzlem (Azimutal), Silindirik ve Konik projeksiyonlar olmak üzere üçe ayrılır (**Şekil 33**).



Şekil 33. Yüzeye Göre Projeksiyonlar

Projeksiyon yüzeyine göre, haritada coğrafi koordinat ağının görünümü de değişir. Düzlem projeksiyonlarda meridyenler bir noktada kesişen doğrular, paraleller ise merkezleri meridyenlerin kesişme noktası olan kapalı daireler şeklindedir.

Konik projeksiyonlarda ise meridyenler yine benzer şekilde olup paraleller ise bu kez (kapalı olmayan) daire yayları biçimindedir.

Silindirik projeksiyonlarda ise meridyenler ve paraleller birbirlerini dik kesen doğru parçaları biçimindedir. Projeksiyonların kullanım alanları ve buna göre sınırlamaları Tablo 6'da verilmektedir.

Tablo 5. Projeksiyonların Kullanım Alanları

Projeksiyon	Kullanım Alanı	Sınırlamalar
Silindirik	1.Ekvator kuşağının gösterilmesi 2.Dünya Haritası	Dünya'nın tamamı gösterilebilir.
Konik	1.Orta enlemlerin gösterilmesi 2.Ülke haritalarının çizimi	Dünya'nın en fazla yarısı gösterilebilir.
Düzlem	1.Kutup bölgelerinin gösterilmesi 2.Dar alanların gösterilmesi 3.Büyük ölçekli haritalar	Dünya'nın en fazla yarısı gösterilebilir.

3.8.2.1.2 Projeksiyon Yüzeyinin Konumuna Göre Sınıflandırma

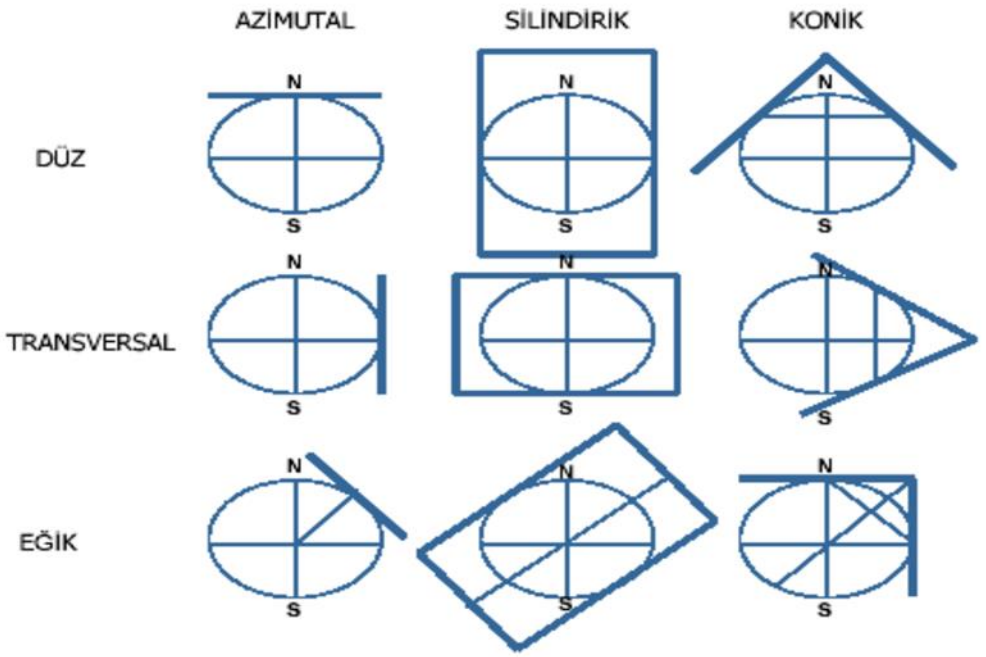
Projeksiyon yüzeyinin konumuna göre projeksiyonlar üç grupta incelenir (**Şekil 34**):

- Normal konumlu projeksiyonlar (kutup konumlu)
- Transversal konumlu projeksiyonlar (ekvator konumlu)
- Eğik konumlu projeksiyonlar

 © Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, 2020

Projeksiyon yüzeyinin değme noktasındaki normali (yüzeye dik doğru) ya da projeksiyon yüzeyinin ekseni orijinal yüzey ekseni ile çakışık ise bu duruma normal konumlu projeksiyon (kutup konumlu) denir.

Projeksiyon yüzeyi normali orjinal yüzeyin ekseni ile 90º açı yapıyorsa bu tür projeksiyonlar transversal konumlu (ekvator konumlu) projeksiyon olarak tanımlanır. Projeksiyon yüzeyi normali orjinal yüzey ekseni ile herhangi bir açı yapıyorsa bu tür projeksiyonlar da eğik konumlu projeksiyonlar denir.



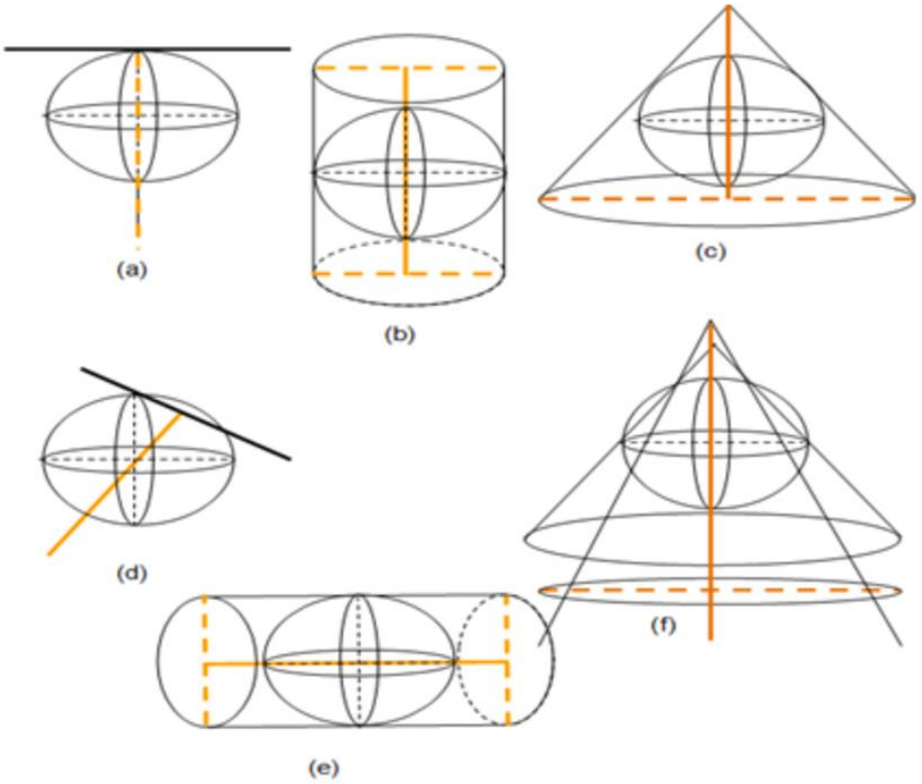
Şekil 34. Yüzeyinin konumuna göre projeksiyonlar

Projeksiyonlar, projeksiyon yüzeylerinin orijinal yüzeyle ortak noktalarına göre;

- Teğet yüzeyli
- Kesen yüzeyli
- Çok yüzeyli olmak üzere de ayrılabilir.

Teğet yüzeyli projeksiyonlarda projeksiyon yüzeyi orijinal yüzeye ya bir noktada ya da bir daire boyunca teğet olur. Kesen yüzeyli projeksiyonlarda, projeksiyon yüzeyi orijinal yüzeyi keser. Çok yüzlü projeksiyonlarda, bir bölgenin haritasının yapımında birden fazla projeksiyon yüzeyi kullanılır (**Şekil 35**).

 © Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, 2020



Şekil 35. (a) Normal konumlu azimutal, (b) Normal konumlu silindirik, (c) Normal konumlu konik, (d) Eğik konumlu kesen yüzeyli azimutal, (e) Transversal konumlu silindirik, (f) Normal konumlu çok yüzeyli konik projeksiyon

3.8.2.1.3 Deformasyonlara göre sınıflandırma

Yeryüzünü temsil etmek üzere kabul edilen referans yüzeyleri (küre ya da elipsoit) düzleme açılabilir yüzeyler olmadıklarından yeryüzünü deformasyonsuz olarak harita düzlemine aktarmak mümkün değildir. Projeksiyonlarda belirli doğruların uzunlukları, alanları ya da diferansiyel anlamda açılar korunabilir. Bu üç özelliğin sağlanması ya da tüm doğruların uzunluklarının korunması mümkün değil ve bundan dolayı harita projeksiyonlarında deformasyonlar kaçınılmazdır. Bu anlamda projeksiyonlar üçe ayrılır:

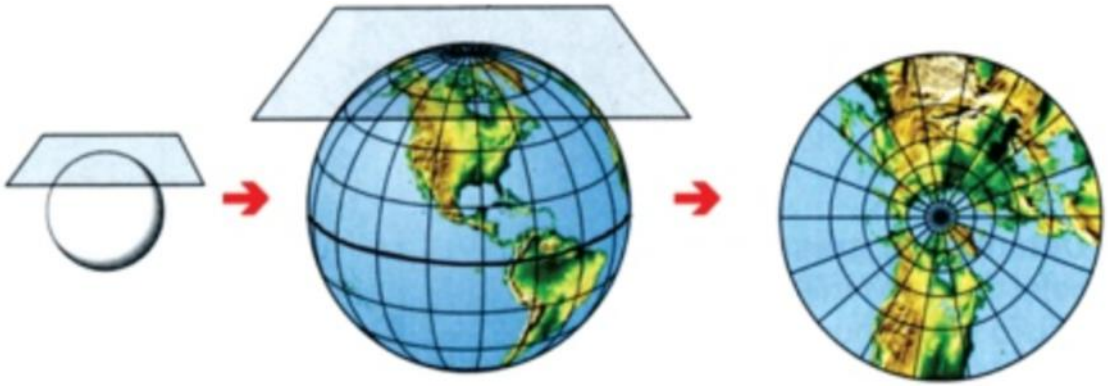
- Uzunluk koruyan projeksiyonlar
- Alan koruyan projeksiyonlar
- Açı koruyan (konform) projksiyonlar

3.8.2.2 Kullanılan Yüzeye Göre Projeksiyonların Özellikleri

3.8.2.2.1 Düzlem Projeksiyon

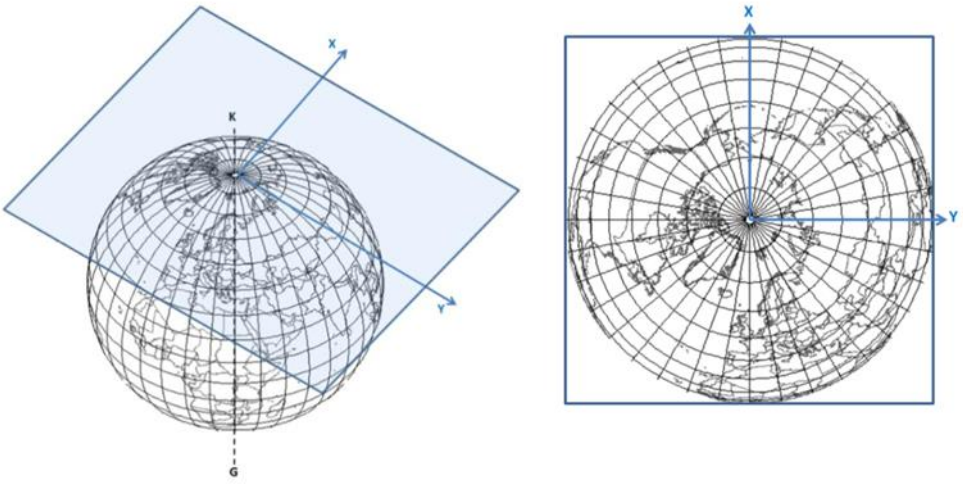
Bu yöntemde çizimi yapılacak yere bir düzlem teğet tutularak çizim yapılır (**Şekil 36**). Dar alanları detaylı olarak göstermek için kullanılan bir yöntemdir. Normal konumda düzlem küreye kutup noktasında teğet kabul edilir. Düzlem projeksiyonlarda meridyen yayları projeksiyon düzleminde kutup noktasında kesişen doğrular, paraleller ise kutup merkezli daireler şeklinde çizilir (**Şekil 37**).

 © Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, 2020



Şekil 36. Düzlem Projeksiyon

Dünya yüzeyinin düzleme temas ettiği yerlerde bozulma azalır ve dar bölgelerde büyük ölçekli haritaların çiziminde kullanılır. Haritanın orta kısmı gerçeğe yakınken, kenarlara doğru bozulma artar. Bu yöntemde açılar korunurken şekil ve alan bozulmaları olur.



Şekil 37. Düzlem Projeksiyonda Enlem ve Boylamlar

Uzunluk koruyan normal konumlu düzlem projeksiyonda meridyen yönündeki uzunluklar küre üzerindeki uzunluklarına eşit olarak alınır. Eğik ve transversal konumluları ise coğrafya kürelerinin yapımında sıkça kullanılmaktadır.

Alan koruyan normal konumlu düzlem projeksiyon günümüzde coğrafya haritaları ve tematik haritalar için önem taşımaktadır. Açı koruyan normal konumlu düzlem projeksiyona aynı zamanda "stereografik projeksiyon" adı verilir. Bu projeksiyon halen kutup bölgelerinin topoğrafik haritalarının yapımında "Universal Polar Stereographic –UPS" adı ve kısaltmasıyla kullanılır.

Ayrıca, merkezi projeksiyon olarak tanımlanan "gnomonik" projeksiyon gerçek perspektif özelliğindedir. Projeksiyon merkezi referans yüzey olarak alınan kürenin merkezindedir. Küre üzerindeki büyük daire yayları (ortodromlar) projeksiyonda doğru olarak çizilir. Yüksek bozulmalar nedeniyle topoğrafik harita yapımına uygun olmayan bu projeksiyon hava ve deniz ulaşımı için kullanılır.

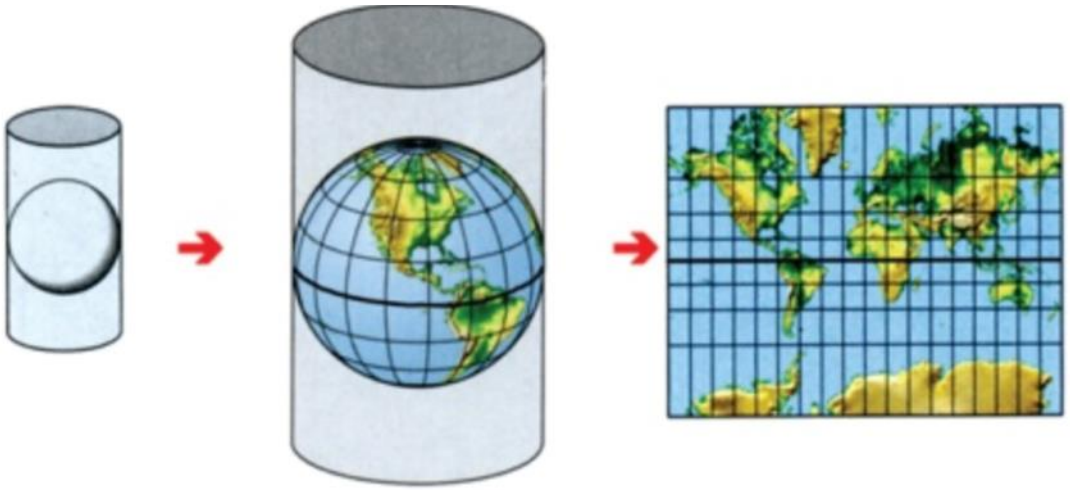
3.8.2.2.2 Silindirik Projeksiyon

Normal konumlu silindirik projeksiyonda projeksiyon yüzeyi olan silindir küreye Ekvator boyunca teğettir (**Şekil 38**). Küre üzerindeki paralel ve meridyen yayları silindir üzerine aktarıldıktan sonra düzleme açınımı yapılarak harita düzlemi elde edilir.

Alan koruyan normal konumlu silindirik projeksiyon Lambert tarafından geliştirilmiştir. Açı koruyan normal

 © Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, 2020

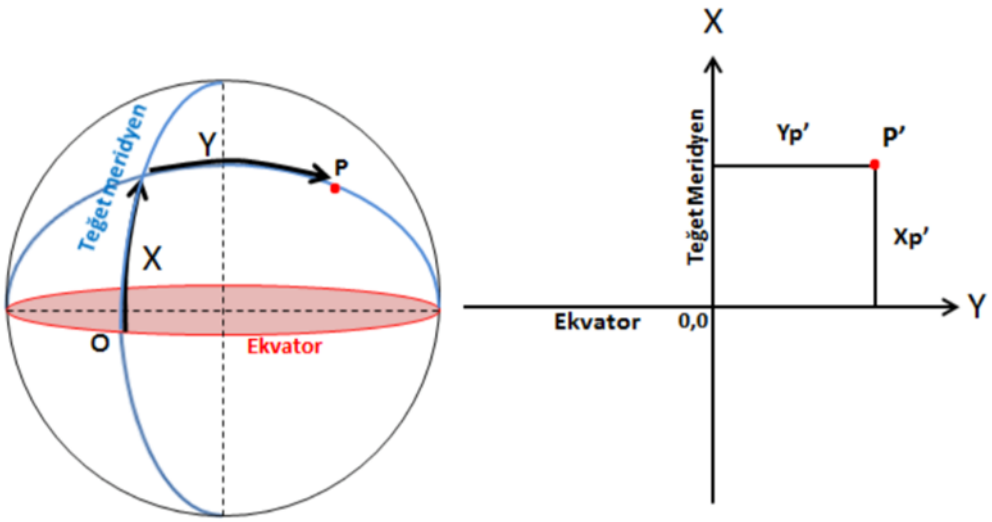
konumlu silindirik projeksiyon Mercator tarafından geliştirilmiş ve günümüzde deniz seyir haritalarının üretiminde kullanılmaktadır.



Şekil 38. Silindirik Projeksiyon

3.8.2.2.2.1 Transversal Konumlu Silindirik Projeksiyon

Transversal konumlu silindirik projeksiyonlarda silindir küreye bir meridyen yayı boyunca teğettir. Teğet meridyen ana daire olup projeksiyonda kendi uzunluğunda bir doğru parçası ile gösterilir. Teğet meridyen aynı zamanda projeksiyon dik koordinat sisteminin X-eksenidir. Koordinat eksenlerinin orijini, teğet meridyen üzerinde alınan herhangi bir "o" noktasıdır ve koordinat başlangıç noktası Ekvator üzerinde de bulunabilir (**Şekil 39**).



Şekil 39. Transversal konumlu silindirik projeksiyon

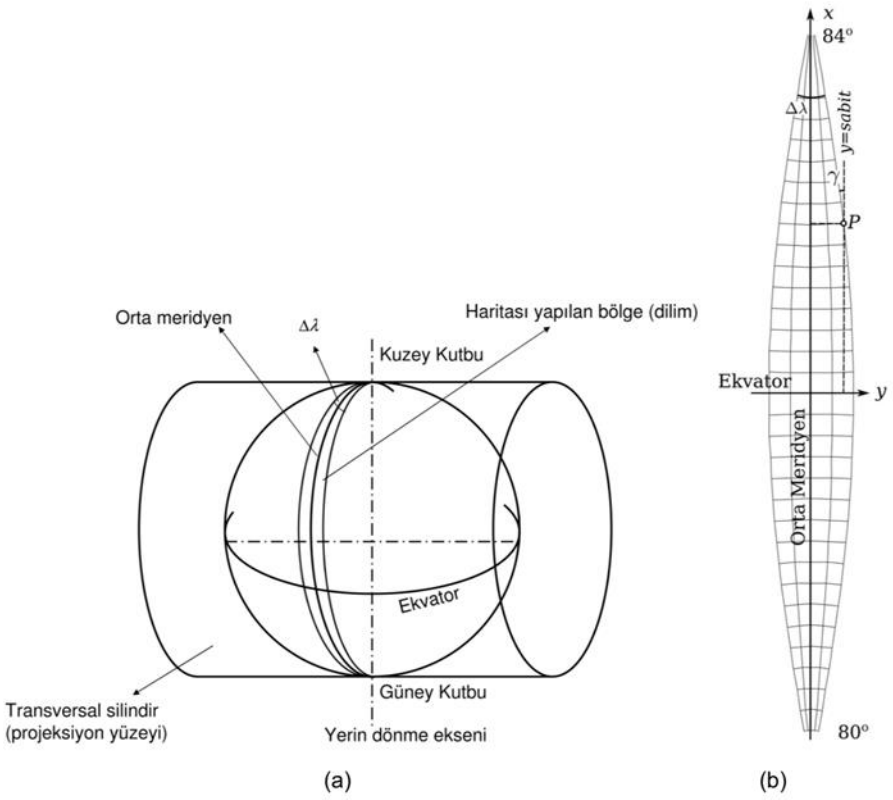
Transversal konumlu silindirik projeksiyon dünyanın her bölgesi için teğet meridyeni değiştirmekle rahatça kullanılabildiği için büyük ölçekli harita yapımında yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu projeksiyonun iki önemli türü vardır:

- Ordinat koruyan transversal silindirik projeksiyon (Soldner Projeksiyonu)
- Açı koruyan (konform) transversal silindirik projeksiyon (Gauss-Krüger Projeksiyonu)

 © Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, 2020

3.8.2.2.2.2 Gauss - Krüger Projeksiyonu

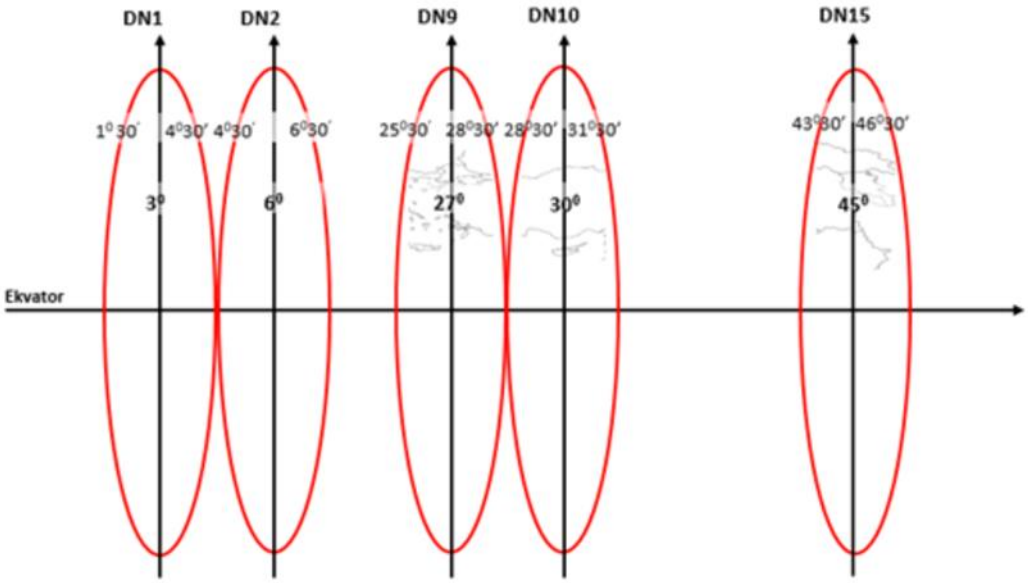
Gauss – Krüger ya da Transverse Mercator (TM) olarak da ifade edilen projeksiyon, Merkator Projeksiyonu'nun referans yüzeyi elipsoit alınarak transversal konumda uygulanmasıdır. Seçilen bir orta meridyen boyunca elipsoide teğet bir silindire izdüşüm yapılır. Orta meridyenden uzaklaştıkça artan deformasyonlar nedeniyle orta meridyenin yakın çevresinde dilimler halinde uygulanır (**Şekil 40**).



Şekil 40. (a) Transversal silindire izdüşüm – Gauss – Krüger Projeksiyonu, (b) Bir dilimde düzlem koordinat sistemi

- Bu projeksiyon teğet meridyenden uzaklaştıkça deformasyonların artması nedeniyle teğet meridyen merkez olmak üzere 3° lik dilimlerde uygulanır.
- Bu dilim dışına çıkınca silindir 3° döndürülerek takip eden meridyen teğet alınarak projeksiyon yeniden uygulanır ve böylece her dilimde ayrı koordinat sistemi oluşturur.
- Düzlem koordinatlarda bozulma olmadığı kabul edildiği için ölçek faktörü 1 alınır.
- Koordinat başlangıç noktasında sağa değerlerde eksi değerlerden kurtulmak için Y=500000 kabul edilir. 2005 yılında yayımlanan "Büyük Ölçekli Harita ve Harita Bilgileri Yapım Yönetmeliği" ne göre Türkiye'de 1/5000 ve daha büyük ölçekli harita yapımında bu projeksiyon kullanılır.
- Türkiye'de 3 derecelik dilimlerin orta meridyenlerinin boylamları sıfır meridyeninden itibaren doğuya doğru 3, 6, 9, 12 derecedir.
- Türkiye 9, 10, 11, 12, 13, 14 ve 15 numaralı dilimlerde yer alır (**Şekil 41**)

 © Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, 2020



Şekil 41. Türkiye için 3o lik dilim numaraları

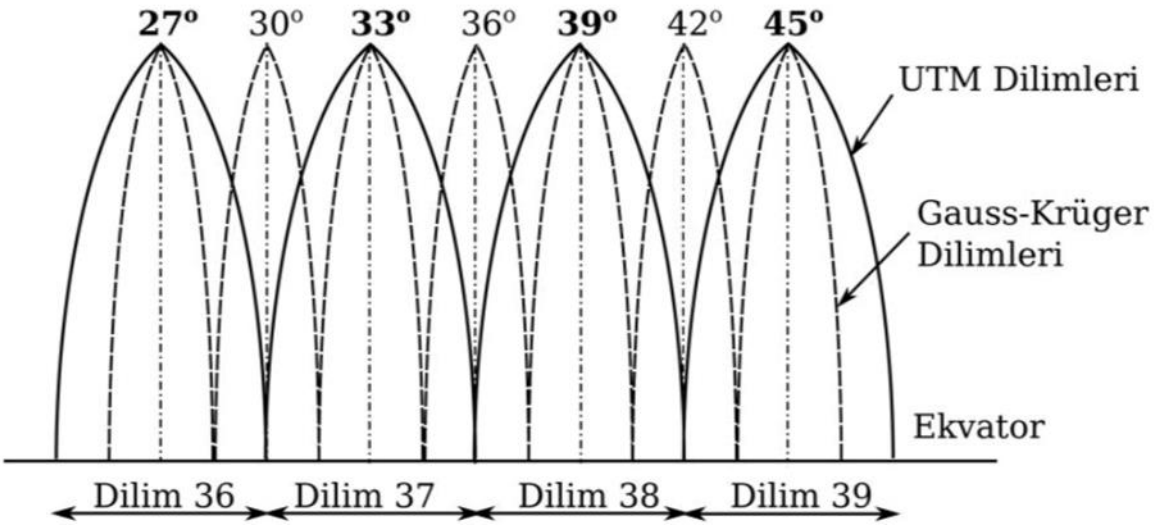
3.8.2.2.2.3 Universal Transvers Mercator (UTM) Projeksiyonu

Gauss – Krüger projeksiyonu esas alınarak geliştirilmiştir. İkinci Dünya Savaşı'ndan sonra bütün dünya milletleri için ortak bir harita projeksiyonunun geliştirilmesi düşüncesiyle uygulamalarda yer almıştır.

Bu projeksiyonda aranan özellikler;

- Doğrultu deformasyonlarının en az olması için konformluk (açı koruyan),
- Az sayıda projeksiyon yüzeyinin kullanılması ve yüzeyler arasında dönüşümlerin mümkün olması,
- Ölçek deformasyonunun belirtilecek sınırlar içinde kalabilmesi,
- Dik koordinat sisteminde beraberliğin sağlanması
- Meridyen yakınsamasının 5 dereceden küçük olmasıdır.
- Dünya 60 adet 6 derecelik dilimlerde iz düşürülür ve her bir dilim bir projeksiyon sistemini belirtir.
- Silindir, dilim orta meridyeni boyunca dünyaya teğettir.
- Dilim Orta Meridyeni (DOM)'nin 3 derece sağı ve 3 derece solu aynı dilimdedir.
- 1/25000 ve daha küçük ölçekli haritaların yapımı için 6° lik dilimler, 1/10000 ve daha büyük ölçekli haritaların yapımı için ise 3° lik dilimler esas alınır.
- UTM projeksiyonunda deformasyonu azaltmak için 6° lik dilimler de x, y koordinat değerleri 0.9996 küçültme faktörü ile çarpılır.
- DOM nin solundaki y değerlerini eksi değerden kurtarmak için y değerine 500000 m eklenir.
- Türkiye'de 6 derecelik DOM'leri: 27, 33, 39, 45 dir.
- Bunların bulunduğu zone'lar: 35, 36, 37 38 dir.

 © Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, 2020



Şekil 42. UTM ve 3o dilimler

Örnek olarak, Ankara sabit GNSS istasyonuna ilişkin UTM koordinatları **Şekil 43**'de gösterilmiştir.

UTM KOORDİNATLAR

Dilim Genişliği : 6°
Dilim Numarası : 36
Dilim Orta Meridyeni : 33°
Sağa (y) : (36) 479349.2155

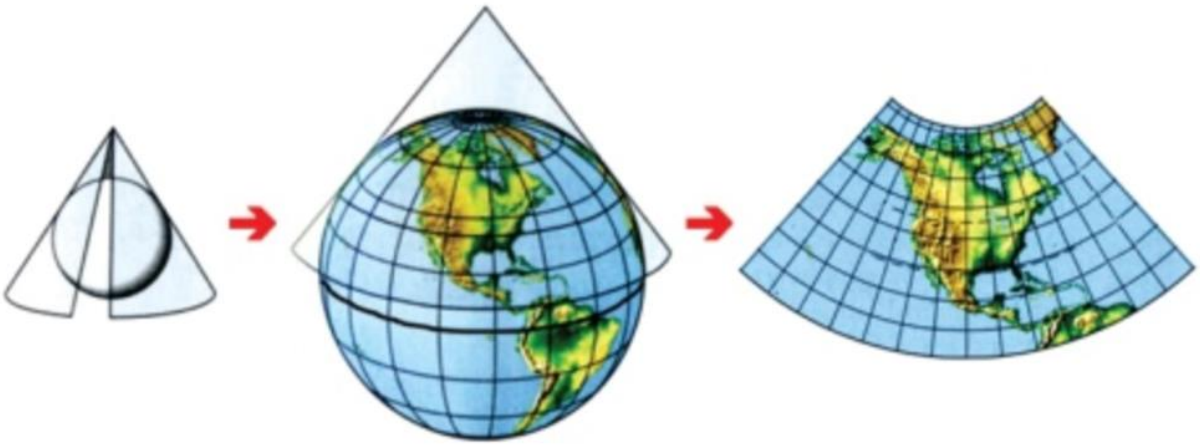
Şekil 43. UTM koordinatları

3.8.2.2.3 Konik Projeksiyon

Konik projeksiyonlar uygulamada genel olarak norma konumlu olarak ve orta enlemli bölgelerin haritalarının yapımında kullanılır. Projeksiyon yüzeyi olarak alınan temel geometrik şekil ana doğrusu boyunca kesilip düzleme açılan konidir.

Orta kuşakta hataları en aza indirmek için uygulanan yöntemdir. Orta enlemlerde yer alan bölgeleri gerçeğe daha yakın gösterir. Bu yöntemle çizilen haritalarda şekiller bozulur ancak alanlar korunur (**Şekil 44**).

© Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, 2020



Şekil 44. Konik projeksiyon

3.9 Türkiye'de Kullanılan Koordinat Referans Sistemleri

Tablo 6. Türkiye Koordinat Referans Sistemleri

Koordinat Referans Sistemi	Kısaltma	Tanımlama
TUREF – Referans Epoğunda 3B Kartezyen Koordinatlar ve Hızlar	TUREF –X,Y,Z	TUREF (Türkiye Ulusal Referans Çerçevesi) – [Koordinatları ITRF96 ile 2005.0 referans epoğunda çakışık ve koordinatlarının zamana göre doğrusal değişimi (hızları) ITRF96'nın Sıfır-Net-Dönüklüğüne (No-Net-Rotation) göre tanımlı dört boyutlu ulusal datum]. Not: Nokta ve Hız Parametre Doğrulukları Dahil.
	TUREF-V_X,V_Y,V_Z	
TUREF – 3B Jeodezik Koordinatlar	TUREF- φ,λ,h	φ = Jeodezik Enlem λ = Jeodezik Boylam h = Elipsoit Yüksekliği
TUREF – 2B Jeodezik Koordinatlar	TUREF- φ,λ	φ = Jeodezik Enlem λ = Jeodezik Boylam
TUREF - 2B Universal Transverse Mercator Projeksiyon Koordinatları – Dilim 35 K (24º D – 30º D) – Dilim 36 K (30º D – 36º D) – Dilim 37 K (36º D – 42º D) - Dilim 38 K (42º D – 48º D)	TUREF - UTM	1:25000 ve daha küçük ölçekli harita çalışmaları için referans yüzeyi GRS80 elipsoidi alınarak 6° dilimler halinde UTM koordinat sisteminde yapılmaktadır. Türkiye'nin içinde bulunduğu dilimler 35, 36, 37 ve 38, dilim orta meridyenleri ise 27, 33, 39 ve 45 derecelerdir. Dilim orta meridyeninden uzaklaştıkça artan uzunluk deformasyonunu düzeltmek için düzlem koordinatları m0=0.9996 küçültme faktörü ile çarpılır.
TUREF - 2B Transverse Mercator Projeksiyon Koordinatları – TM27, TM30, TM33, TM36, TM39, TM42, TM45	TUREF - TM	Ülkemizde 1:5000 ve daha büyük ölçekli harita çalışmaları için referans yüzeyi GRS80 elipsoidi alınarak 3° dilimler halinde Gauss-Krüger, Transverse Mercator (TM) koordinat sisteminde

 © Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, 2020

Koordinat Referans Sistemi	Kısaltma	Tanımlama
		yapılmaktadır. Türkiye için dilim orta meridyeni değerleri 27, 30, 33, 36, 39, 42 ve 45 derecelerdir.
TUREF – 2B Lambert Konform Konik Projeksiyon Koordinatlar	TUREF – LKK	1/500000 veya daha küçük ölçekte ve orta enlemler (Doğu-Batı yönünde) için uygulanır.
TUREF – 2B Lambert Alan Koruyan Düzlem Projeksiyon Koordinatlar	TUREF-LAKD	İstatistiksel Analiz ve görüntüleme ve tüm dünya görüntüsü için uygulanır.
TUDKA99 - Yükseklik	TUDKA99 - H	TUDKA99 (Türkiye Ulusal Düşey Kontrol Ağı-1999): I. ve II. derece nivelman ağının gravite ölçüleri ile birlikte Antalya ortalama deniz seviyesine (sıfır yüzeyi) göre 1999 yılında dengelemesiyle belirlenen Helmert ortometrik yüksekliklerinden oluşan düşey referans çerçevesi
Birleşik = TUREF - 2B + TUDKA99 - Yükseklik	TUREF- (φ, λ); UTM; TM; + TUDKA99 - H	TUREF – 2B koordinatlar (φ, λ); UTM; TM + TUDKA99 da Helmert ortometrik yükseklik (H)
Diğer Koordinat Sistemleri	DKS	• ED50 – 2B Jeodezik Koordinatlar (Ülkemizde 1:25000, 1:50000 ve 1:100000 ölçekli standart topoğrafik haritalar 2001 yılına kadar Avrupa Datumu-1950 (Hayford elipsoidine dayalı) sisteminde üretilmiştir) • ED50 - 2B Transverse Mercator Projeksiyon Koordinatları (Ülkemizde büyük ölçekli harita çalışmaları için referans yüzeyi Hayford elipsoidi alınarak 3° dilimler halinde Gauss-Krüger, Transverse Mercator (TM) koordinat sisteminde çalışmalar yapılmıştır) • Yerel Koordinatlar (Belediyelerde kullanılan imar koordinatları, DSİ, Karayolları, İller Bankası, Orman Genel Müdürlüğü gibi diğer kamu kurumlarının kullandığı yerel koordinat sistemleridir.) • WGS84 Koordinatları
TRGravNet: Türkiye Ulusal Gravite Standardizasyon Ağı	TRGravNet	TRGravNet, gravite referans sisteminin ülkemizdeki gerçekleşimi olan yüksek duyarlıklı gravite ağıdır. Ağ noktalarının konum datumu TUREF (ITRF96-2005.0)'dir. Ağ noktalarının ortometrik yüksekliği Türkiye Jeoit Modeli-2003 (TG-03)'e göredir.

Tablo 7. Türkiye Koordinat Referans Sistemlerine Ait EPSG Kodları

Koordinat Referans Sistemi	Kısaltma	EPSG Kodu	URI
TUREF - 3B Kartezyen Koordinat Sistemi	TUREF-XYZ	EPGS:5250	https://epsg.io/5250
TUREF - 3B Jeodezik Koordinat	TUREF-3B	EPGS:5251	https://epsg.io/5251

© Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, 2020

Koordinat Referans Sistemi	Kısaltma	EPSG Kodu	URI
Sistemi			
TUREF - 2B Jeodezik Koordinat Sistemi	TUREF-2B	EPGS:5252	https://epsg.io/5252
TUREF- 2B Universal Transverse Mercator Projeksiyon Koordinat Sistemi			
TUREF - 2B Transverse Mercator Projeksiyon Koordinat Sistemi-TM27	TUREF-TM27	EPGS:5253	https://epsg.io/5253
TUREF - 2B Transverse Mercator Projeksiyon Koordinat Sistemi-TM30	TUREF-TM30	EPGS:5254	https://epsg.io/5254
TUREF - 2B Transverse Mercator Projeksiyon Koordinat Sistemi-TM33	TUREF-TM33	EPGS:5255	https://epsg.io/5255
TUREF - 2B Transverse Mercator Projeksiyon Koordinat Sistemi-TM36	TUREF-TM36	EPGS:5256	https://epsg.io/5256
TUREF - 2B Transverse Mercator Projeksiyon Koordinat Sistemi-TM39	TUREF-TM39	EPGS:5257	https://epsg.io/5257
TUREF - 2B Transverse Mercator Projeksiyon Koordinat Sistemi-TM42	TUREF-TM42	EPGS:5258	https://epsg.io/5258
TUREF - 2B Transverse Mercator Projeksiyon Koordinat Sistemi-TM45	TUREF-TM45	EPGS:5259	https://epsg.io/5259
TUREF – 2B Lambert Konform Konik Projeksiyon Koordinat Sistemi	TUREF-LKK	EPGS:5637	https://epsg.io/5637
TUREF – 2B Lambert Alan Koruyan Düzlem Projeksiyon Koordinat Sistemi	TUREF-LAKD	EPGS:5636	https://epsg.io/5636
TUDKA99 - Yükseklik	TUDKA99	EPGS:5775	https://epsg.io/5775
ED50 – 2B Jeodezik Koordinat Sistemi	ED50-2B	EPGS:4230	https://epsg.io/4230
ED50 - 2B Transverse Mercator Projeksiyon Koordinat Sistemi-TM27	ED50-TM27	EPGS:2319	https://epsg.io/2319
ED50 - 2B Transverse Mercator Projeksiyon Koordinat Sistemi-TM30	ED50-TM30	EPGS:2320	https://epsg.io/2320
ED50 - 2B Transverse Mercator Projeksiyon Koordinat Sistemi-TM33	ED50-TM33	EPGS:2321	https://epsg.io/2321
ED50 - 2B Transverse Mercator Projeksiyon Koordinat Sistemi-TM36	ED50-TM36	EPGS:2322	https://epsg.io/2322
ED50 - 2B Transverse Mercator Projeksiyon Koordinat Sistemi-TM39	ED50-TM39	EPGS:2323	https://epsg.io/2323
ED50 - 2B Transverse Mercator	ED50-TM42	EPGS:2324	https://epsg.io/2324

© Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, 2020

Koordinat Referans Sistemi	Kısaltma	EPSG Kodu	URI
Projeksiyon Koordinat Sistemi-TM42			
ED50 - 2B Transverse Mercator Projeksiyon Koordinat Sistemi-TM45	ED50-TM45	EPGS:2325	https://epsg.io/2325
TUREF - 2B Gauss-Kruger Projeksiyon Koordinat Sistemi-GK9	TUREF-GK9	EPGS:5269	https://epsg.io/5269
TUREF - 2B Gauss-Kruger Projeksiyon Koordinat Sistemi-GK10	TUREF-GK10	EPGS:5270	https://epsg.io/5270
TUREF - 2B Gauss-Kruger Projeksiyon Koordinat Sistemi-GK11	TUREF-GK11	EPGS:5271	https://epsg.io/5271
TUREF - 2B Gauss-Kruger Projeksiyon Koordinat Sistemi-GK12	TUREF-GK12	EPGS:5272	https://epsg.io/5272
TUREF - 2B Gauss-Kruger Projeksiyon Koordinat Sistemi-GK13	TUREF-GK13	EPGS:5273	https://epsg.io/5273
TUREF - 2B Gauss-Kruger Projeksiyon Koordinat Sistemi-GK14	TUREF-GK14	EPGS:5274	https://epsg.io/5274
TUREF - 2B Gauss-Kruger Projeksiyon Koordinat Sistemi-GK15	TUREF-GK15	EPGS:5275	https://epsg.io/5275
WGS84 (GPD'de kullanılan)	WGS84	EPSG:4326	https://epsg.io/4326
WGS84 Web Mercator	WGS84	EPSG:3857	https://epsg.io/3857
WGS84 - Universal Transverse Mercator Projeksiyon Koordinat Sistemi-UTM35	WGS84-UTM35	EPSG:32635	https://epsg.io/32635
WGS84 - Universal Transverse Mercator Projeksiyon Koordinat Sistemi-UTM36	WGS84-UTM36	EPSG:32636	https://epsg.io/32636
WGS84 - Universal Transverse Mercator Projeksiyon Koordinat Sistemi-UTM37	WGS84-UTM37	EPSG:32637	https://epsg.io/32637
WGS84 - Universal Transverse Mercator Projeksiyon Koordinat Sistemi-UTM38	WGS84-UTM38	EPSG:32638	https://epsg.io/32638

© Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, 2020

4 Yükseklik Sistemleri

Yeryüzündeki bir noktanın yüksekliği, o nokta ile başlangıç yüzeyi arasındaki fiziksel veya geometrik ilişki olarak tanımlanır. Teori ve uygulamadaki yükseklik probleminin çözümü için jeodezide bilimsel ve pratik yükseklik sistemleri olmak üzere iki bölüme ayrılmıştır:

- Bilimsel Yükseklikler
  - Jeopotansiyel yükseklik
  - Dinamik yükseklik
  - Ortometrik yükseklik

- Pratik Yükseklikler
  - Normal yükseklik
  - Normal ortometrik yükseklik
  - Elipsoidal yükseklik

Uygulamada kullanılan ortometrik ve elipsoidal yükseklik kavramları aşağıda açıklanmaktadır.

4.1 Ortometrik Yükseklik

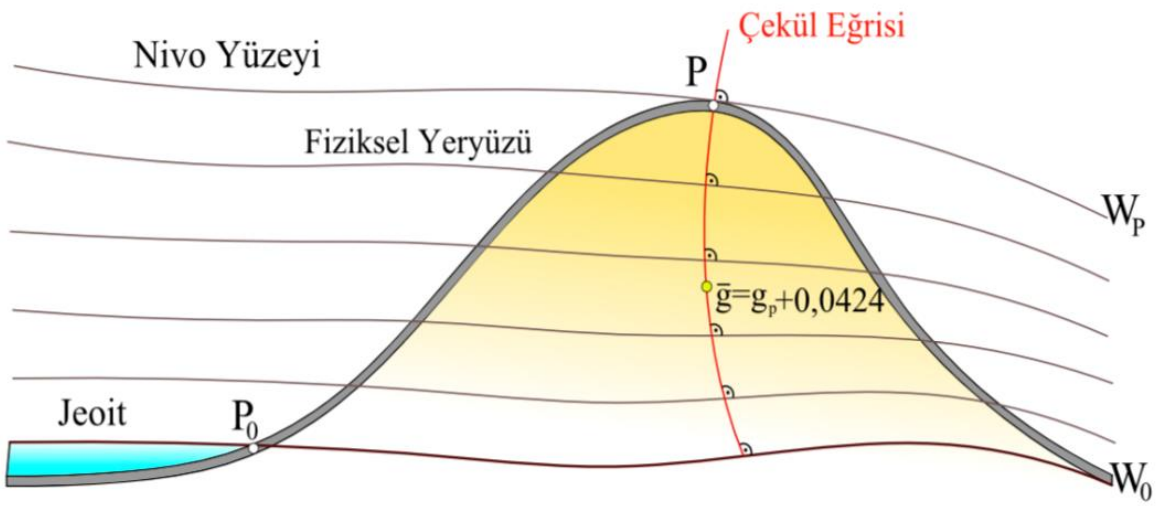
Ortometrik yükseklik, P noktasından geçen çekül eğrisi boyunca ölçülen yüksekliktir ve çekül eğrisinin jeoidi (W_0) kestiği noktanın yüksekliği sıfırdır (**Şekil 45**). P noktasının C jeopotansiyel yüksekliğinden aşağıdaki gibi elde edilir:

$$\boldsymbol{H = \frac{C}{\bar{g}}}$$

Burada, $\bar{g}$ jeoide kadar olan ortalama gravite değeridir ve uygulamada P noktasında ölçülen gravite değeri g_P kullanılarak,

$$\bar{g} = g_P + 0.0424\ (Gal/km) * H(km)$$

eşitliği ile hesaplanır.



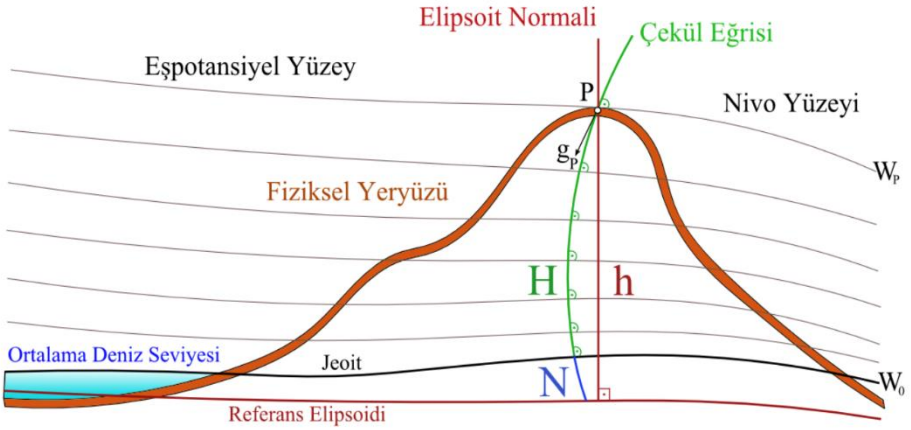
Şekil 45. Ortometrik Yükseklik ve Ortalama Gravite

4.2 Elipsoidal Yükseklik

Bir noktadan elipsoit normali boyunca elipsoide kadar olan mesafe elipsoidal yükseklik olarak tanımlanır (**Şekil 46**). Elipsoidal yükseklik (h), ortometrik yükseklik (H) ve jeoit yüksekliğinin (N) toplamı olarak ifade edilir:

$$\boldsymbol{h = H + N}$$

 © Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, 2020

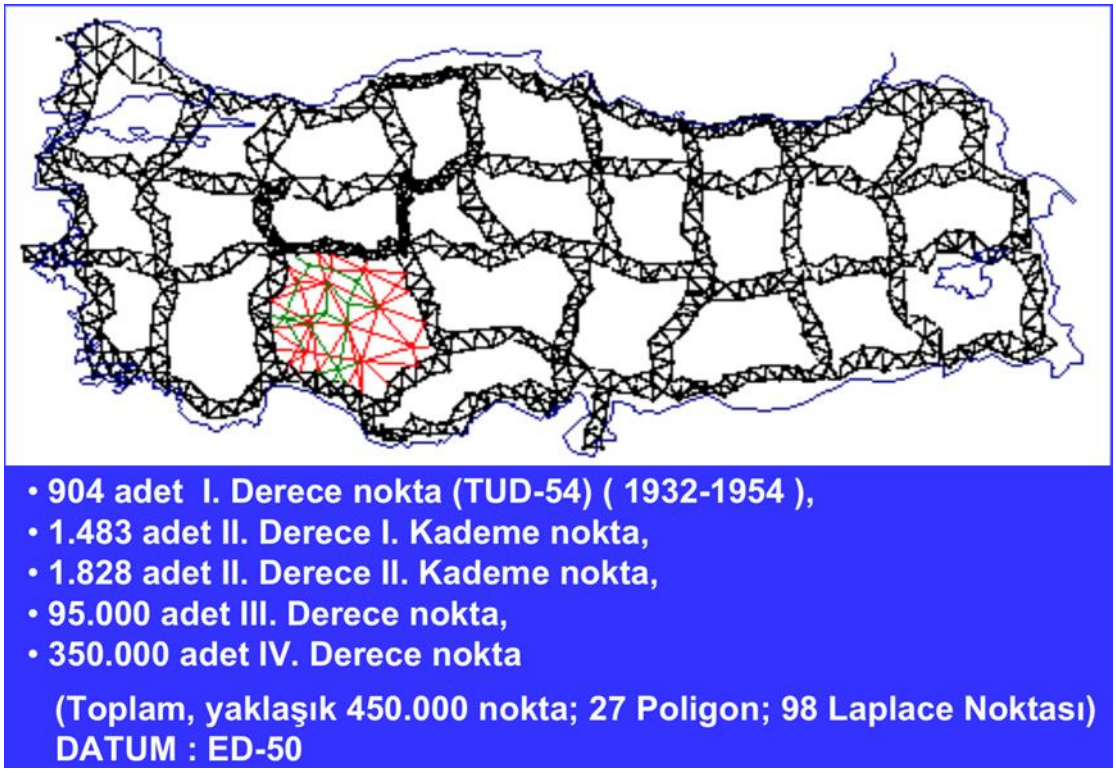


Şekil 46. Elipsoit Yükseklik

 © Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, 2020

5 Türkiye'de Jeodezik Ağlar

Ülkemizde ilk jeodezik referans sistemlerinin oluşumu yatay konum bilgisi için iki boyutlu (2B) ve düşey konum bilgisi için ise bir boyutlu (1B) olmak üzere iki faklı datumda tasarlanarak gerçekleştirilmiştir. Ülkemizde ulusal kontrol ağı kurma çalışmaları 1942 yılında başlamıştır. 1953 yılına kadar devam eden bu faaliyetle ülke 1.'ci derece nirengi ağı ve zincirleri oluşturulmuştur. Bu nirengi ağının dengelemesi 1954 yılında A.B.D. Ordu Harita Servisinde (NGA-National Geospatial Agency) Lambert Konformal Konik projeksiyonunda düzlem koordinatları ile yapılmıştır. Ankara Meşadağ noktası başlangıç alınarak oluşturulan bu ağda, Meşedağ noktasının astronomik koordinatları, Laplace noktalardaki astronomik ölçüler ve baz ölçüleri için koşul göz önüne alınarak ülkemizdeki ilk datum Türkiye Ulusal Datumu-1954 (TUD-54) olarak bu şekilde oluşturulmuştur. TUD-54'ün hesabında, çekül sapması ve jeoidin bilinmemesi, gravite ağının henüz oluşturulmaması ve düşey datum tanımındaki belirsizlikler nedeniyle açı, baz ve astronomik ölçülere tam olarak getirilemeyen düzeltmeler ağda bozulmalara neden olmuştur. Ancak TUD-54'ün yersel ölçülerle oluşturulan klasik jeodezik temel yatay kontrol ağlarından beklenen 1-2 ppm doğruluğun sağlandığı belirlenmiştir (**Şekil 47**).



Şekil 47. Türkiye Ulusal Yatay Kontrol Ağı

 © Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, 2020

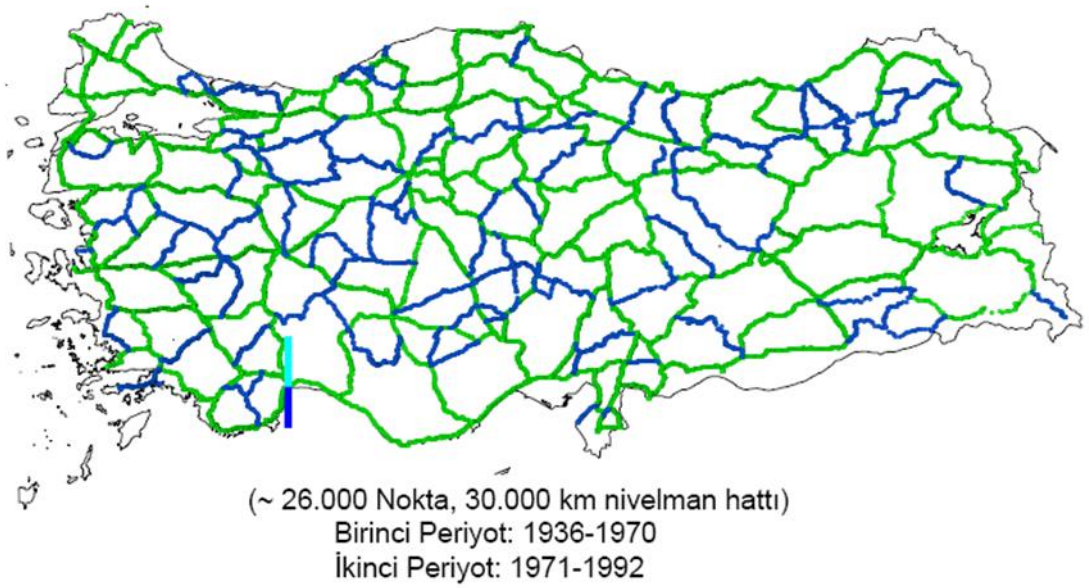
Şekil 48. Meşedağ Noktası

TUD-54'ün Avrupa Datumu 1950 (ED-50)'ye dönüşümü Güneydoğu Avrupa Ağının Yunanistan ve Bulgaristan'da bulunan 6 nokta ile Sakız adasındaki 2 nokta olmak üzere ED-50 datumunda koordinatları bilinen 8 ortak noktanın bağlantı ölçüleri ile hesaplanan TUD-54 koordinatlarından yararla gerçekleştirilmiştir. ED-50 datumunda referans elipsoidi olarak Hayford Elipsoidi, başlangıç meridyeni olarak Greenwich Meridyeni alınmıştır. Bu sistemde elipsoit ile jeoidin çakışık, jeodezik ve astronomik koordinatlarının aynı kabul edildiği temel nokta Potsdam/Almanya'da bulunan Helmertturm noktası (φ=52° 22′ 51″.446 N; λ=13° 03′ 58″.741 E, jeoit yüksekliği (N) = 0 m) dır. 2005 yılında BÖHHBÜY'nin yürürlüğe girmesine kadar ülkemizde üretilen haritalar bu datumda üretilmiştir.

Jeodezide düşey datum olarak Yer'in gravite alanı içerisinde eş potansiyelli yüzeylerden biri olan ve durgun deniz yüzeyi ile çakışık olduğu varsayılan jeoit yüzeyi seçilmektedir. Ancak jeoidin doğada matematiksel olarak tanımlanamaması ve sıfır yüksekliğine sahip bu yüzeyi yeryüzünde işaretlemek imkansızdır. Jeoitin ortalama deniz seviyesi ile çakışık olduğu varsayımından hareketle, düşey datumların pratikteki gerçekleşimi mareograf istasyonlarında belirlenen ortalama deniz seviyesidir. Klasik yaklaşımla bir veya birden fazla mareograf istasyonunda belirlenen ortalama deniz seviyesi potansiyeli, jeoit potansiyeline eşit kabul edilir. Böylece bu yüzey veya yüzeylerin jeopotansiyel sayıları sıfır olur ve datum noktası olarak gerçekleştirilmiş olur. Türkiye de dahil olmak üzere dünyada birçok ülke ortalama deniz seviyesine göre referans yüzeyini belirleyerek yükseklik sistemini oluşturmuştur.

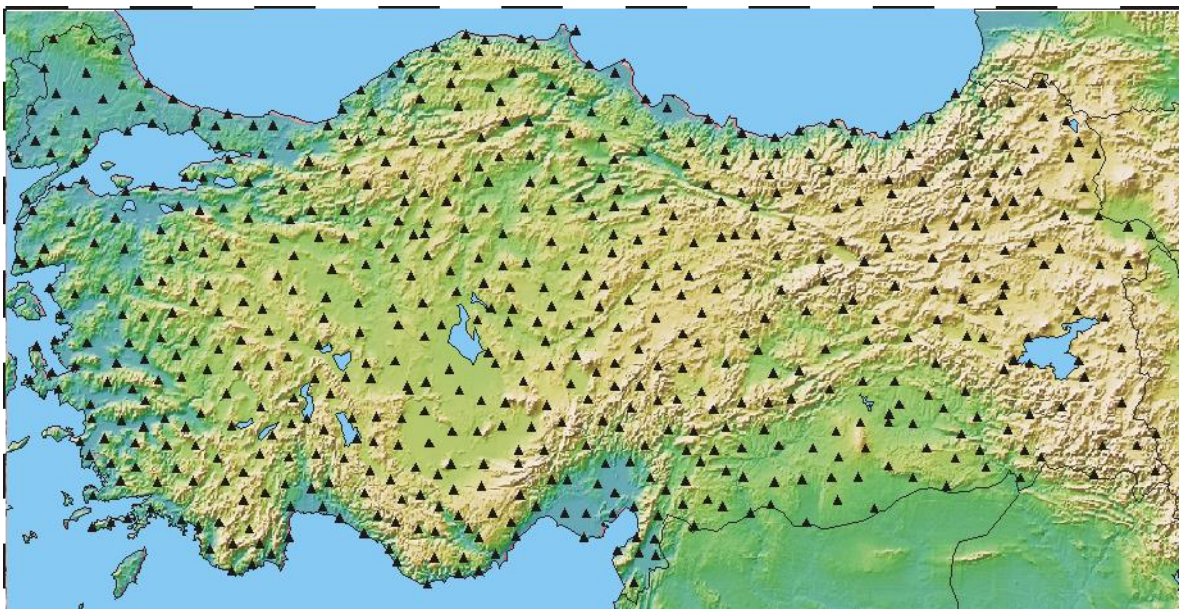
Türkiye Ulusal Düşey Kontrol Ağı -1999 (TUDKA-99), daha önce belirlenen TUDKA-92'ye (Ayhan ve Demir, 1992) yeni ölçüler dahil edilerek geliştirilen nivelman ağı dengelenerek oluşturulmuştur. TUDKA-99 tek anlamlı ve tam diferansiyel olan jeopotansiyel sayılar ile dengelenmiş ve Düzenlenmiş Potsdam Gravite Datumundaki (International Gravity Standardization Network 1971 – IGSN71) gravite değerleri kullanılmıştır. TUDKA-99 için düşey datum, Antalya mareograf istasyonunda 1936-1971 yıllarında ölçülen anlık deniz seviyesi değerlerinin aritmetik ortalaması ile tanımlanmış olup, tüm noktalarda jeopotansiyel sayı ve Helmert ortometrik yükseklik hesaplanmıştır. Nokta duyarlıkları başlangıç noktası Antalya mareograf istasyonundan uzaklaştıkça artmak üzere ± 0.3 – 9 cm dir. İzmit ve Düzce depremlerinde oluşan düşey yer değiştirmeleri belirlemek amacıyla TUDKA-99 ve ölçüsü yenilenen geçkilere ait ortak noktalarda deprem öncesi ve sonrası ortometrik yükseklik farkları karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre TUDKA-99 da güncellenmiştir (Şekil 49).

 © Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, 2020



Şekil 49. Türkiye Ulusal Düşey Kontrol Ağı (TUDKA)

Ülkemizdeki tektonik plaka hareketleri ve depremler sonucu oluşan konum değişikliği nedenleriyle güncel jeodezik gereksinimleri büyük ölçüde karşılayamayan Türkiye Ulusal Yatay Kontrol Ağı yerine kullanılmak amacıyla ve uydu jeodezisine dayalı GNSS'in 1980'li yılların sonlarından itibaren jeodezide yaygın kullanılması, GNSS ile 0.1 – 0.01 ppm doğruluğa ulaşılması yeni bir jeodezik temel ağ oluşturulması ihtiyacı doğmuştur. Yeni kurulacak jeodezik temel ağın; GNSS teknolojisine dayalı, üç boyutlu jeosentrik koordinat sisteminde, belirli bir zamanda (epok), her noktasında koordinat, hız, ortometrik yükseklik ve jeoit yüksekliği bilinen, ülke yüzeyine olabildiğince homojen dağılmış, ulaşımı kolay ve birbirini görme zorunluluğu olmayan noktalardan oluşan, jeodezik konum belirleme, navigasyon ve jeodinamik amaçlarla kullanıma uygun ve ED-50 datumu ile arasında dönüşüm sağlayan bir ağ olması öngörülmüştür. Bu özellikleri sağlayan ölçme ve değerlendirme çalışmaları 1997 – 1999 yıllarında tamamlanan jeodezik temel ağ, Türkiye Ulusal Temel GPS Ağı 1999 (TUTGA-99) olarak kuruldu. Ancak, 1999- 2000 yıllarında meydana gelen büyük ölçekli depremlerin etkilerini belirlemek amacıyla 2000 ve 2001 yıllarında GNSS gözlemleri ve geometrik nivelman ölçmeleri yapılmış bu gözlem ve ölçmelerden elde edilen ölçüler dahil edilerek güncellenmiştir. Böylece yeni ölçülerle TUTGA-99 güncellenmiş ve TUTGA-99A kısaltması ile tanımlanmıştır (1).



Şekil 50. Türkiye Ulusal Temel GPS Ağı -99A (TUTGA-99A)

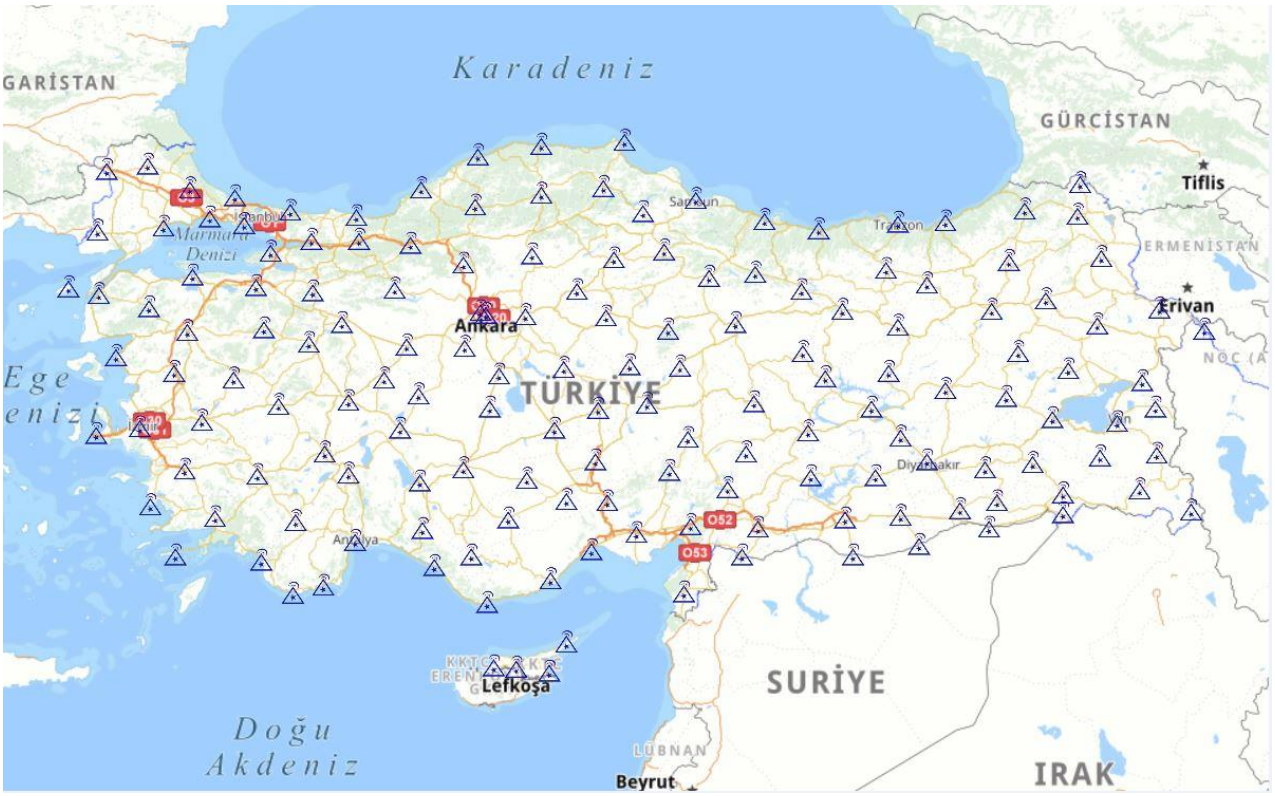
 © Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, 2020

5.1 Türkiye Ulusal Sabit GNSS İstasyonları Ağı-Aktif (TUSAGA-Aktif)

TUSAGA-Aktif sistemi Harita Genel Müdürlüğü ile Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü tarafından müştereken yürütülmektedir.

Sistem kapsamında, Türkiye geneline dağılmış (KKTC'de 4 istasyon dahil) 158 sabit GNSS istasyonu kurulmuştur. Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü ile Harita Genel Müdürlüğünde kurulan kontrol ve analiz merkezlerinde; istasyonlardan Internet yolu ile alınan GNSS verilerinden Gerçek Zamanlı Kinematik (RTK) ve Diferansiyel GNSS (DGPS) konum belirlemeye olanak sağlayacak düzeltme verileri hesaplanarak kullanıcılara yayınlanmaktadır.

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. İstasyon yerleri Şekil'de verilmiştir.



Şekil 51. TUSAGA-Aktif İstasyon Yerleri

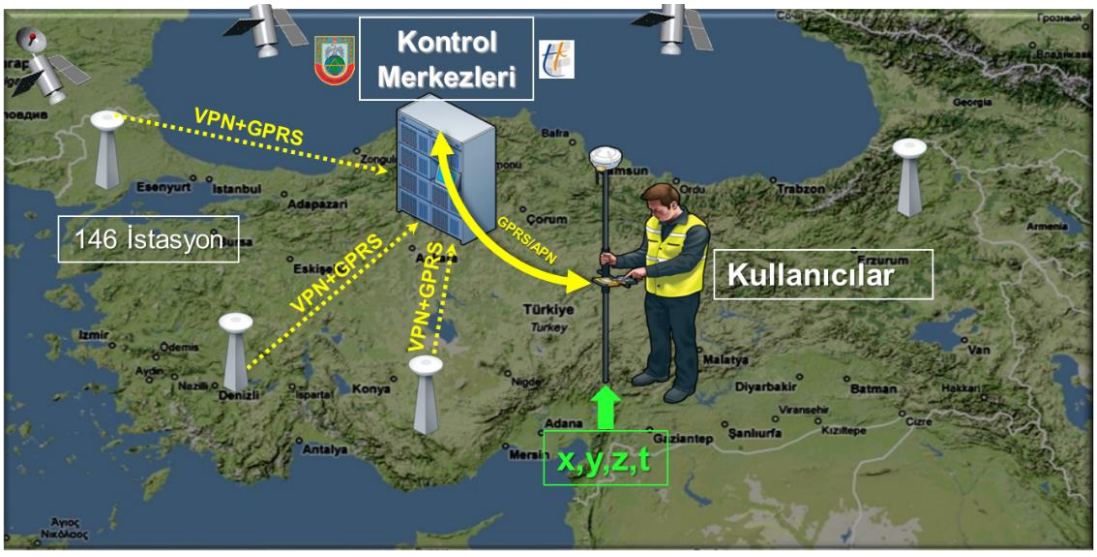
İstasyonlarda birer adet GNSS alıcısı, ADSL/GPRS bütünleşik modem, akü, akü şarj cihazı, yıldırım koruma adaptörü, telefon hat koruması, termostatlı fan, sigorta ve standart donanım kabini ile dışarıda (çatı, teras, veya zeminde) alıcıya bağlı bir jeodezik GNSS anteni bulunmaktadır (**Şekil 52**).

 © Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, 2020

Şekil 52. TUSAGA-Aktif Edirne İstasyonu

Sistemde, istasyonlar ile kontrol merkezi arasındaki iletişim, Türk Telekom omurgası üzerinden VPN tüneli ve yedek olarak 3G GSM APN tüneli ile sağlanmaktadır. Ayrıca, ADSL hattında meydana gelebilecek veri kesikliklerinde mevcut modem devreye girmekte ve veri iletimi, GPRS ile kesintiye uğramadan devam etmektedir.

Kontrol merkezlerinde bulunan sunucular, tüm istasyonlardan bir saniye aralıklı gelen ham gözlem verilerden yararlanarak atmosferik modelleme yapmakta ve hassas düzeltme verileri hesaplamaktadır. Söz konusu düzeltme verileri arazide, TUSAGA-Aktif sistemi ile uyumlu kullanıcılara ait gezici alıcılara internet üzerinden aktarılmaktadır (**Şekil 53**).



Şekil 53. TUSAGA-Aktif Sistemi İşleyiş Yapısı

Kontrol merkezleri 2014 yılı sonunda Trimble Pivot Platform yazılımı ve 64-bit sunucular ile güncellenmiştir.

 © Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, 2020

Sistemde 5 farklı düzeltme verisi yayımlanmaktadır. Bunlar; VRS tekniğinin kullanıldığı VRSRTCM3.1 ve VRSCMR+, MAC tekniğinin kullanıldığı RTCM3NET, FKP tekniğinin kullanıldığı SAPOS (FKP_RTCM3.1) ve DGPS. Bu şekilde tek frekanslı bir GNSS alıcısı metre altı doğrulukta, çift frekanslı bir GNSS alıcısı birkaç santimetre doğrulukta konum belirleyebilmektedir.

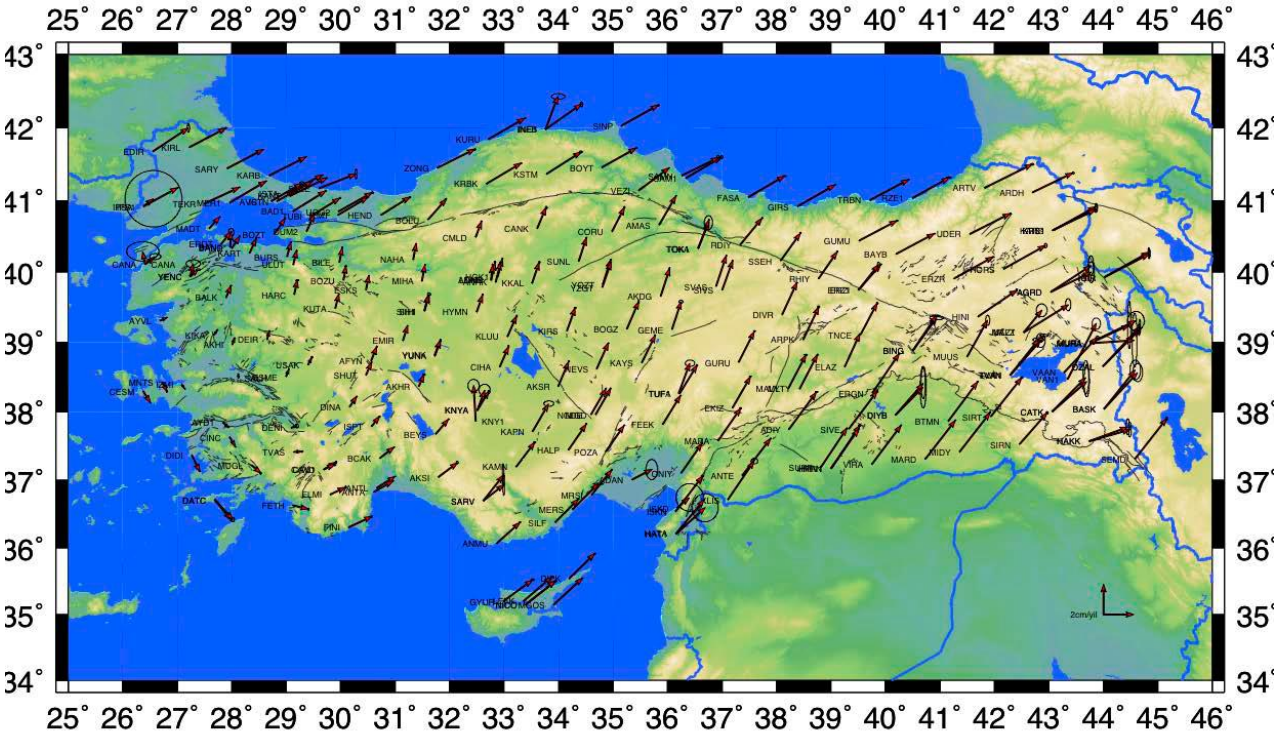
Kayıtlı kullanıcı sayısının 10.000'nin üzerinde olduğu sistemden düzeltme bilgisi alan anlık kullanıcılar örnek olarak Şekil'de görülmektedir. Tüm kullanıcılara; web sayfası, e-posta ve SMS ile gerekli bildirimler yapılmakta, Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğüne ait 444 46 77 numaralı Çağrı Merkezi üzerinden de destek verilmektedir.

Şekil 54. TUSAGA-Aktif Sisteminden Düzeltme Bilgisi Alan Anlık Kullanıcılar

Harita Genel Müdürlüğü kontrol ve analiz merkezinde IGS verilerinden yararlanılarak istasyonlara ait duyarlı koordinat ve hız bilgileri hesaplanmakta, istasyon performans analizleri yapılmakta, deprem vb. etkiler nedeniyle koordinat zaman serilerindeki atımlar tespit edilmektedir. TUSAGA-Aktif istasyonlarına ait aylık birleştirilmiş ölçülerden yararlanarak elde edilen ITRF sisteminde Kartezyen Koordinat ve Hızları (**Şekil 55**) ile Coğrafi Koordinatlar Harita Genel Müdürlüğü web sayfasında ve Harita Dergisi Ocak 2016 sayısında (Sayı 155) yayımlanmıştır:

Harita Dergisi Makalesi (TUSAGA ve TUSAGA-Aktif İstasyonlarının Hassas Koordinat ve Hızlarının Hesaplanması Üzerine): https://www.harita.gov.tr/images/dergi/makaleler/b1e2036afffdf8c.pdf

 © Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, 2020



Şekil 55. ITRF Sisteminde Elde Edilen Hızlar ve Hata Elipsleri (%95 güven düzeyinde)

Ayrıca, Harita Genel Müdürlüğü Jeodezik Ağlar web sayfasında (https://www.harita.gov.tr/sunum/) TUSAGA-Aktif istasyon yerleri, bilgi dosyaları (log file) ve koordinat zaman serileri sunulmaktadır.

Sistem, 15 Haziran 2011 tarihinden itibaren ücretli olarak hizmet vermektedir. Sistemin bakım-onarım ve idamesi ile ilgili çalışmalar, Harita Genel Müdürlüğü ile Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü personelinden oluşan Yürütme Kurulu tarafından koordine edilmektedir. Sisteme ait abonelik işlemleri, ücretlendirme, mesaj servisleri, 1 ve 30 saniyelik RINEX yapısındaki verilerin indirilmesi ve tanıtım videoları başta olmak üzere ayrıntılı bilgiye Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü web sayfasından ulaşılabilmektedir (https://www.tkgm.gov.tr/tr/icerik/tusaga-aktif-0).

TUSAGA-Aktif sisteminin haritacılık sektöründe yoğun olarak kullanılması öngörülmüş olsa da, gerçek zamanlı toplanan GNSS verisi, ulaşımdan altyapı hizmetlerine, coğrafi bilgi sistemlerinden savunma teknolojilerine, meteorolojik hava tahmini uygulamalarından iyonosfer tabakasının anlık modellenmesi ve haritalanması çalışmalarına kadar birçok alanda yaygın olarak kullanılmaktadır.

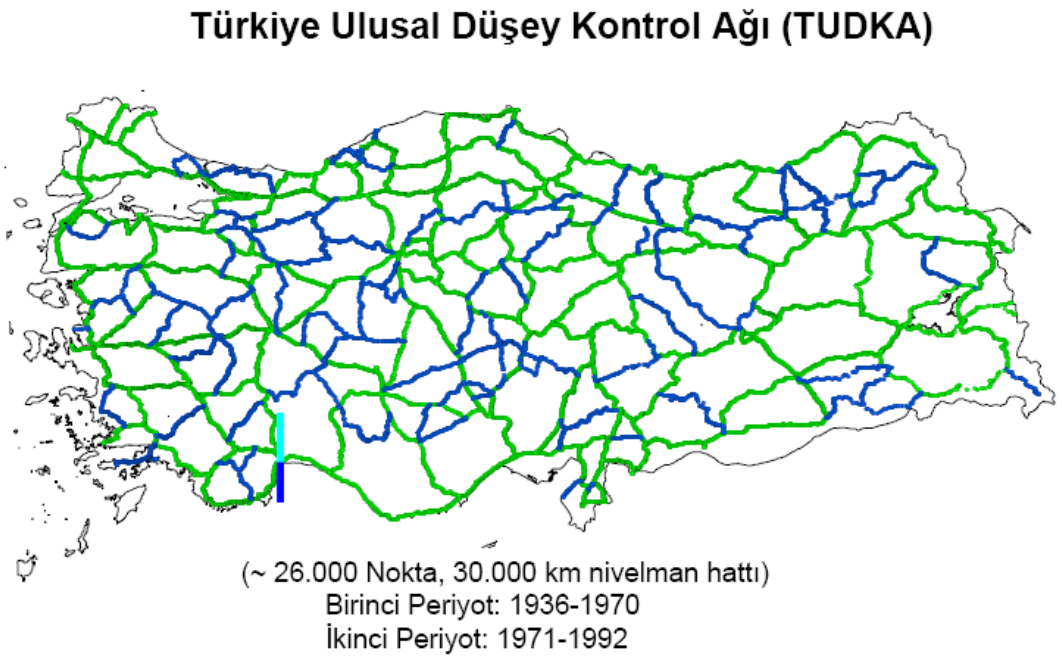
5.2 Türkiye Ulusal Düşey Kontrol Ağı (TUDKA)

Jeodezide düşey datum olarak Yer'in gravite alanı içerisinde eş potansiyelli yüzeylerden biri olan ve durgun deniz yüzeyi ile çakışık olduğu varsayılan jeoit yüzeyi seçilmektedir. Ancak jeoidin doğada matematiksel olarak tanımlanamaması ve sıfır yüksekliğine sahip bu yüzeyi yeryüzünde işaretlemek imkansızdır. Jeoitin ortalama deniz seviyesi ile çakışık olduğu varsayımından hareketle, düşey datumların pratikteki gerçekleşimi mareograf istasyonlarında belirlenen ortalama deniz seviyesidir. Klasik yaklaşımla bir veya birden fazla mareograf istasyonunda belirlenen ortalama deniz seviyesi potansiyeli, jeoit potansiyeline eşit kabul edilir. Böylece bu yüzey veya yüzeylerin jeopotansiyel sayıları sıfır olur ve datum noktası olarak gerçekleştirilmiş olur. Türkiye de dahil olmak üzere dünyada birçok ülke ortalama deniz seviyesine göre referans yüzeyini belirleyerek yükseklik sistemini oluşturmuştur.

Türkiye Ulusal Düşey Kontrol Ağı -1999 (TUDKA-99), daha önce belirlenen TUDKA-92'ye (Ayhan ve Demir, 1992) yeni ölçüler dahil edilerek geliştirilen nivelman ağı dengelenerek oluşturulmuştur. TUDKA-99 tek anlamlı ve tam diferansiyel olan jeopotansiyel sayılar ile dengelenmiş ve Düzenlenmiş Potsdam Gravite Datumundaki (International Gravity Standardization Network 1971 – IGSN71) gravite değerleri kullanılmıştır.

 © Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, 2020

TUDKA-99 için düşey datum, Antalya mareograf istasyonunda 1936-1971 yıllarında ölçülen anlık deniz seviyesi değerlerinin aritmetik ortalaması ile tanımlanmış olup, tüm noktalarda jeopotansiyel sayı ve Helmert ortometrik yükseklik hesaplanmıştır. Nokta duyarlıkları başlangıç noktası Antalya mareograf istasyonundan uzaklaştıkça artmak üzere ± 0.3 – 9 cm dir. İzmit ve Düzce depremlerinde oluşan düşey yer değiştirmeleri belirlemek amacıyla TUDKA-99 ve ölçüsü yenilenen geçkilere ait ortak noktalarda deprem öncesi ve sonrası ortometrik yükseklik farkları karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre TUDKA-99 da güncellenmiştir (**Şekil 56**).



Şekil 56. Türkiye Ulusal Düşey Kontrol Ağı (TUDKA)

Tablo 8. TUDKA-99 Hakkında Özet Bilgi

Referans Sistemi	Türkiye Ulusal Düşey Referans Sistemi
Referans Çerçevesi	Türkiye Ulusal Düşey Kontrol Ağı-1999 (TUDKA-99)
Düşey Datum	Antalya mareograf istasyonu, 1935-1971 dönemi ortalama deniz seviyesi
Gravite Datumu	IGSN71
Yükseklik Sistemi	Ortometrik
Periyot	1935-2005
Nokta Sayısı	25.680 adet
Uzunluk	29.316 km
Düğüm Noktası Sayısı	274 adet
1'nci Derece Hat Sayısı	158 adet (4√S mm)
2'nci Derece Hat Sayısı	85 adet (8√S mm)
Ölçülen Gravite Sayısı	21.568 adet
Kestirilen Gravite Sayısı	4.112 adet
Dengeleme Modeli	$\Delta C_{ij} = \sum_{k=1}^{K} \frac{g_k + g_{k+1}}{2} \Delta n_k ,$

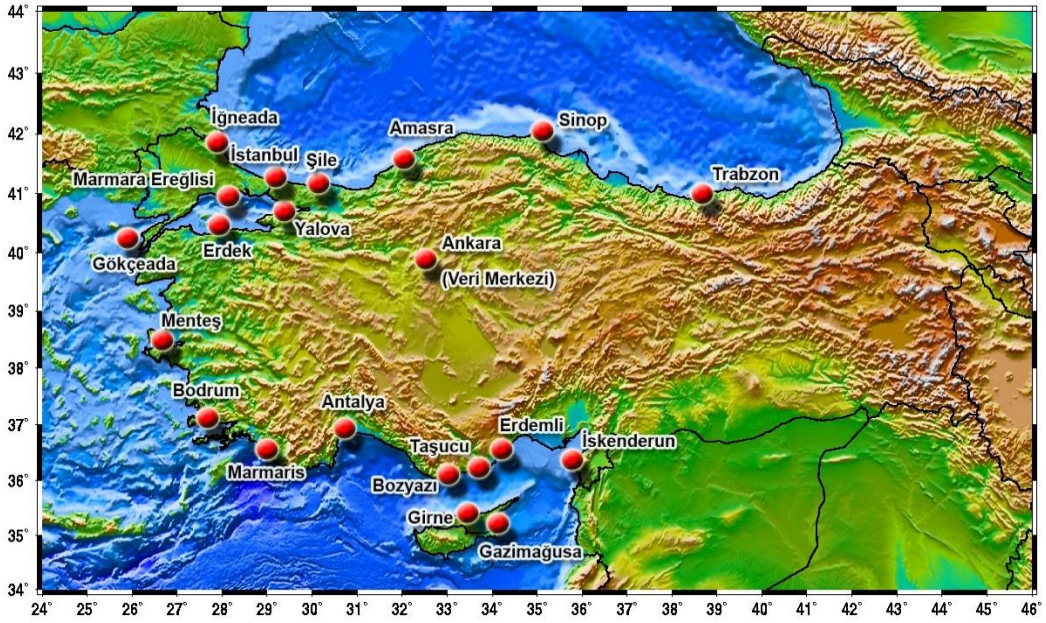
 © Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, 2020

Referans Sistemi	Türkiye Ulusal Düşey Referans Sistemi
	Gözlem: Jeopotansiyel Sayı
Ağırlık	$P_i = \frac{200}{t^2 S_i}$, Mesafenin tersi, t=1.414 (1'nci derece hat), t=2.828 (2'nci derece hat), t: 1 km.lik nivelmanda yükseklik farkının standart sapması
Kaba Hata	Data Snooping

Son yıllarda ağdaki noktaların önemli bir kısmının (~%63) tahrip olması ve nokta sayısının gün geçtikçe daha da azalması, tahrip olmayan mevcut noktaların ise Yer dinamikleri nedeniyle yatay ve düşey koordinatlarında değişimler olması nedeniyle, ülke genelinde yükseklik bilgisi ihtiyacına karşılık verebilecek daha güncel bir yükseklik sisteminin tesisi için Türkiye Ulusal Yükseklik Sisteminin Modernizasyonu ve Gravite Altyapısının İyileştirilmesi adı altında yeni bir proje (2015-2020) başlatılmıştır.

5.3 Türkiye Ulusal Deniz Seviyesi İzleme Sistemi (TUDES)

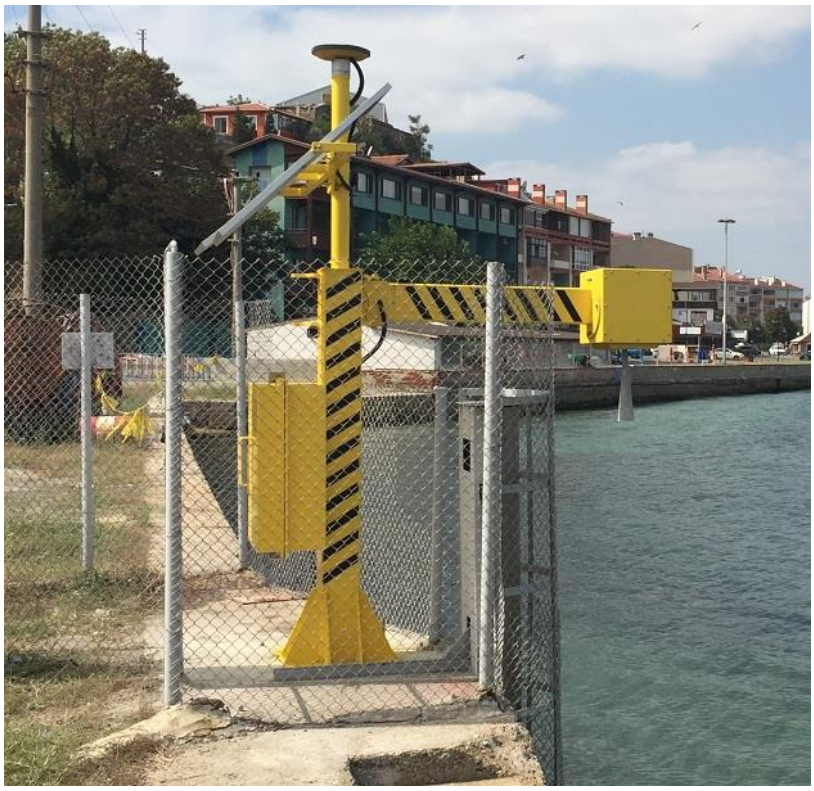
Türkiye Ulusal Deniz Seviyesi İzleme Sistemi (TUDES) verileri, uzun kıyılara sahip ülkemizde günümüz ve gelecekteki deniz seviyesi ile ilgili ihtiyaçları karşılamak, uzun dönemli deniz seviyesi değişimlerini izlemek, düşey datum için ortalama deniz seviyesini belirlemek ve gravimetrik jeoid modellerini kontrol etmek amacıyla kullanılmaktadır. TUDES halen Harita Genel Müdürlüğünde bulunan bir adet veri merkezi ile Türkiye ve KKTC kıyılarına tesis edilmiş 20 adet mareograf istasyonundan oluşmaktadır (**Şekil 57**).



Şekil 57. Türkiye Ulusal Deniz Seviyesi İzleme Sistemi (TUDES) Mareograf İstasyonları.

Mareograf istasyonlarının işletiminde karşılaşılan sorunları en aza indirmek, daha kaliteli ve kesintisiz veriler elde ederek bunları istenilen veri merkezine en hızlı şekilde aktarmak amacıyla modernizasyon çalışmalarına başlanmıştır. Bu kapsamda, 14.04.2016 İskenderun, 28.10.2016 Sinop, 16.09.2017 tarihinde ise Marmara Ereğlisi'nde akustik sistemle çalışan mareograf istasyonları radar sensörlü sistemle modernize edilmiştir. Yeni sistemde kullanılan 3G GPRS modemler ile kesintisiz ve daha hızlı veri aktarım imkânı sağlanmış, sabit GNSS alıcı ve anteni de eklenerek istasyon noktasının mutlak düşey hareketinin belirlenebilmesi daha sağlıklı hale gelmiştir. Radar sistemin sırasıyla tüm istasyonlara kurulması planlanmaktadır (**Şekil 58**).

 © Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, 2020



Şekil 58. Radar Sensörlü Mareograf İstasyonu

Mareograf verileri ile yardımcı meteorolojik ölçümlerin bir veri tabanında depolanması ve ön kalite kontrolü müteakip internet üzerinden kullanıcılara sunulması maksadıyla TUDES Portalı (https://tudes.harita.gov.tr/tudesportal/) hazırlanmıştır. Söz konusu veriler; hidrografik, oşinografik ve batimetrik çalışmalar yapan şirketler tarafından deniz araştırmaları ile kıyı ve deniz yapılarını içeren mühendislik projelerinde, üniversiteler tarafından ise bilimsel ve akademik amaçlarla kullanılmaktadır.

26 Aralık 2004 tarihinde Sumatra Adasında meydana gelen ve büyük toplu ölümlere neden olan tsunami felaketi sonrasında UNESCO çatısı altında, Hükümetlerarası Oşinografi Komisyonu (Intergovernmental Oceanographic Commission-IOC) tarafından Bölgesel Tsunami Erken Uyarı Sistemlerinin oluşturulmasına ağırlık verilmiştir. Bu kapsamda Türkiye'yi de içine alacak şekilde "Kuzeydoğu Atlantik, Akdeniz ve Bağlantılı Denizlerde Tsunami Erken Uyarı ve Hafifletme Sistemi (NEAMTWS)'nin kurulmasına Ağustos 2005 tarihinde karar verilmiştir.

Sistemin; zarar tahmini, risk ve modelleme, sismik ve jeofizik ölçümler, deniz seviyesi ölçümleri, tavsiye, zarar azaltma ve halkın haberdar edilmesi olmak üzere dört çalışma heyeti bulunmaktadır.

Çalışmalar Dışişleri Bakanlığı koordinesinde Türkiye adına Boğaziçi Üniversitesi (BÜ) Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü (KRDAE) tarafından yürütülmektedir. Bu kapsamda Harita Genel Müdürlüğünce söz konusu çalışmalara halen 7 mareograf istasyonu verileri ile destek sağlanmaktadır.

IOC Deniz Seviyesi İzleme Servisi Web Sayfası:
http://www.ioc-sealevelmonitoring.org/

KRDAE Deprem-Tsunami İzleme ve Değerlendirme Merkezi Web Sayfası:
http://www.koeri.boun.edu.tr/sismo/2/tsunami/olcumler/deniz-seviyesi-olcumleri/

5.4 Türkiye'de Jeoit Belirleme Çalışmaları

Türkiye'de jeoit belirleme çalışmaları 1970'li yıllarda başlamış olup günümüze dek çeşitli yöntemler kullanılarak yerel ve bölgesel jeoit modelleri hesaplanmıştır. 1976 yılında Ayan (1976), Ayan(1978) ve Gürkan (1978) tarafından yapılan ilk çalışmalarda 98 astronomi noktasındaki çekül sapması bileşenleri

 © Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, 2020

kullanılmıştır. Ancak bu çalışmada kullanılan çekül sapmalarının heterojen olması yeterli sayı ve sıklıkta olmaması nedeniyle belirlenen jeoit ihtiyaçları karşılayamamıştır.

Özellikle uydu teknolojilerinin de gelişmesiyle nivelman noktalarında yapılan doppler ölçülerinden yararlanarak Güney Batı Anadolu Doppler Jeoidi hesaplanmıştır (Ayhan vd., 1987). Ancak doğruluğunun yeterli olmaması nedeniyle doppler jeoidi belirleme çalışmalarına ara verilmiştir.

Global jeopotansiyel modellerin yayınlanması ve gravite ile arazi yükseklik verilerinin elde edilmesinden sonra Türkiye'nin ilk gravimetrik jeoit modeli (TG-91) hesaplanmıştır (Ayhan, 1993). Türkiye Doppler Datumunun belirlenmesinde sonra (Ayhan ve Kılıçoğlu, 1993) Türkiye'de uydu verisinden elde edilmiş elipsoit yüksekliklerinin ve 184 noktada nivelmanla elde edilmiş ortometrik yüksekliklerin ilk defa kullanıldığı Türkiye Doppler Jeoidi (TDG-92) hesaplanmıştır.

1994 yılında astogravimetrik nivelman tekniğiyle elde edilmiş veriler kullanılarak Türkiye Astrojeodezik Jeoidi (TAG-94) belirlenmiştir (Ayhan ve Alp, 1994). Türkiye Ulusal Temel GPS Ağı (TUTGA)'nın oluşturulmasıyla birlikte tutarlı ve homojen elipsoit yükseklik belirleme olanağı doğmuştur. Seçilen 197 TUTGA noktasının Türkiye Ulusal Düşey Kontrol Ağı (TUDKA)'na dayalı olarak duyarlı geometrik nivelman ölçüleriyle ortometrik yükseklikleri belirlenmiştir. Böylece GPS/niveman jeoit yükseklikleri elde edilmiştir. TG-91, mutlak jeosentrik jeoit modeli ile tam olarak uyuşmamakta ve aralarında kayıklık ve eğim gibi uzun dalga boyunda etkili farklılıklar bulunmaktadır. Bu nedenle GPS/nivelman jeoidi ile TG-91 jeoidinin birleştirilerek GPS ile uyumlu jeoit modelinin oluşturulması için TUTGA99 çalışmalarının bir parçası olarak Türkiye Jeoidi-1999 (TG-99) hesaplanmıştır (Ayhan vd., 2001). TG-99 hesabında kullanılan GPS/nivelman noktalarının sayıları artırılarak yeni bir çalışma yapılmış ve Güncelleştirilmiş Türkiye Jeoidi 1999 (TG-99A) hesaplanmıştır (Ayhan vd., 2002). Daha sonraki yıllarda global jeopotansiyel modelin iyileştirilmesi yüzey gravite verilerinin GPS/nivelman jeoit yüksekliklerinin ve sayısal arazi modellerinin geliştirilmesiyle birlikte Kaldır-Yerine Koy (Remove-Restore) yöntemiyle yeni gravimetrik jeoit modelleri hesaplanmıştır. Bunlar TG-03 (Kılıçoğlu vd., 2005) ve THG-09 (Kılıçoğlu vd., 2009) dur. Bugüne kadar gravimetrik yöntemle hesaplanan jeoit modelleri hakkında özet bilgi Tablo 9'da verilmektedir.

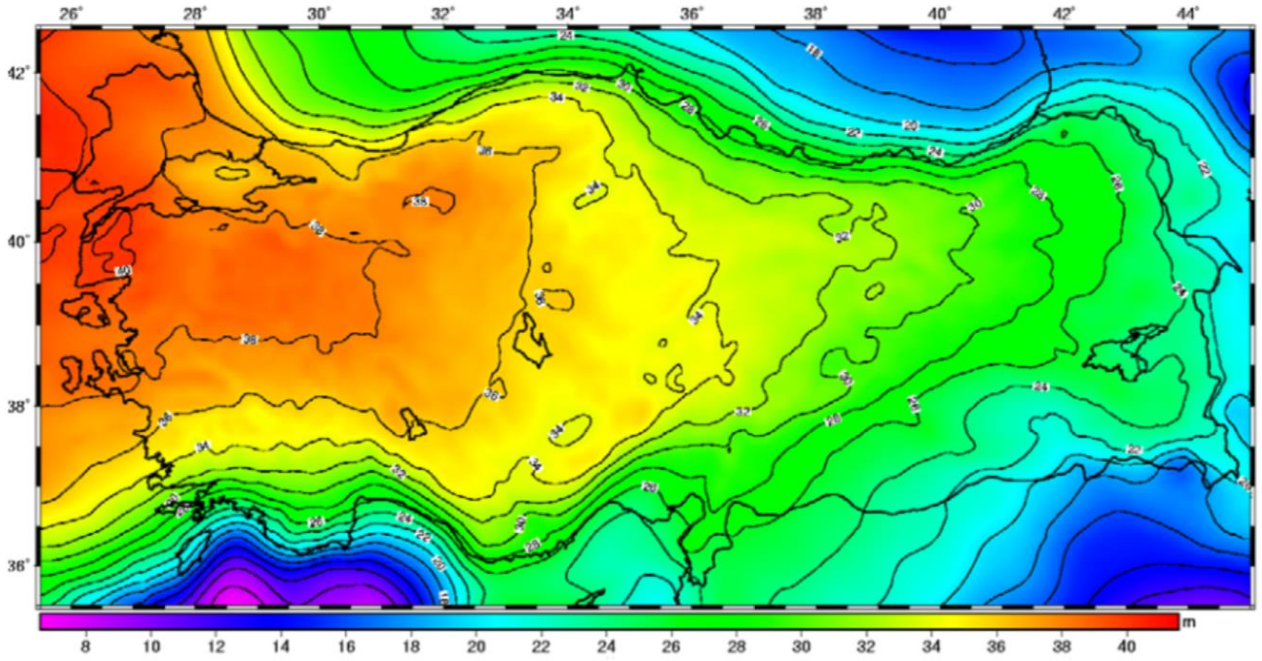
Tablo 9. Gravimetrik Yöntemle Hesaplanan Jeoit Modelleri

	TG-91 / TG-99A		TG-03
Yöntem	Kaldır Yerine Koy (EKKK)		Kaldır Yerine Koy (EKKK)
Yer Potansiyel Modeli	GPM2-T1EGM96		
Yersel Gravite Ölçüsü	62.250		61.597
Deniz Gravite Ölçüsü	-		Uydu Altimetresi
Sayısal Arazi Modeli	450m x 450m		450m x 450m
GPS/Nivelmen Nok.	32	187	192
Dış Doğruluğu	45 km için 1.5-2.1 ppm	±14.5 cm	±8.6 cm

Harita Genel Müdürlüğü tarafından 2011 yılından itibaren Türkiye genelinde 10x10 grid köşelerinde gravite noktası tesisi, GNSS ve gravite ölçümü çalışmalarına başlanmıştır. Günümüzde TG-03 jeoit modeli uygulamada kullanılmaktadır (**Şekil 59**).

Ülke yükseklik sistemini bilimsel ve teknolojik gelişmeler ışığında ve dünyadaki yeni yaklaşımlarla modernize edilmesi amacıyla, "Türkiye Yükseklik Sisteminin Modernizasyonu ve Gravite Altyapısının İyileştirilmesi" projesi Harita Genel Müdürlüğü, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (MTA), Türkiye Petrolleri, TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi (MAM) ve TÜBİTAK Ulusal Metroloji Enstitüsü (UME) iş birliğinde başlatılmıştır.

 © Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, 2020



Şekil 59. Türkiye Jeoidi -2003 (TG-03)

5.5 Türkiye Yükseklik Sisteminin Modernizasyonu ve TRGravNet

Türkiye Yükseklik Sisteminin Modernizasyonu ve Gravite Altyapısının İyileştirilmesi (YUKSİSMOD) projesi, Harita Genel Müdürlüğü koordinatörlüğünde, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (MTA), Türkiye Petrolleri, TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi (MAM) ve TÜBİTAK Ulusal Metroloji Enstitüsü (UME) iş birliği ile yürütülen, Kalkınma Bakanlığı destekli bir kamu altyapı projesidir. 2015 yılında başlayan proje çalışmalarının 2020 yılında tamamlanması planlanmaktadır.

Proje'nin amacı, ülke yükseklik sistemini bilimsel ve teknolojik gelişmeler ışığında ve dünyadaki yeni yaklaşımlarla modernize ederek;

- Mühendislik uygulamalarında kullanılan Yer gravite alanına dayalı fiziksel yüksekliklerin yüksek duyarlıkta ve gerçek zamanda belirlenmesine imkân sağlayacak, aynı zamanda eski sistemle uyumlu olacak yeni bir düşey referans sistemi tanımlamak ve pratikteki gerçekleşimini yapmak,
- Düşey referans sisteminin gerçekleşimi sırasında ülke genelinde toplanacak yersel gravite verilerinin jeofizik, jeoloji, maden ve petrol arama gibi Yer bilimlerinin diğer alanlarında kullanılmasına olanak sunacak altyapıyı geliştirmektir.

Projenin teknik anlamda dört temel ayağı vardır. Bunlar;

- Veri toplama (Mutlak ve bağıl yersel gravimetri, hava gravimetrisi, motorize nivelman ve GNSS teknikleriyle arazide veri toplanması),
- Veri değerlendirme (Toplanan verilerden parametre kestirim teknikleriyle anlamlı fiziksel değerlerin elde edilmesi, istatistiksel yöntemlerle kalite kontrol ve kalite doğrulamaları),
- Modelleme ve doğrulama (Kalite doğrulamasından geçirilmiş yersel veriler ve uydu gözlemleri kullanılarak spektral ve kollokasyon teknikleriyle bölgesel jeoit modelleme ve model testleri),
- Veri depolama ve sunum (Toplanan gravite verilerinin depolanması için ilişkisel veritabanı tasarımı ve gerçekleşimi, verilerin web üzerinden sunumu ve jeoit kestirimlerinin Harita Genel Müdürlüğü ile Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğünce müşterek olarak işletilen Türkiye Ulusal Sabit GNSS İstasyonları Ağı (TUSAGA-Aktif) sistemi üzerinden kullanıcılara iletimi).

5.5.1 TRGravNet: Türkiye Ulusal Gravite Standardizasyon Ağı

TRGravNet, gravite referans sisteminin ülkemizdeki gerçekleşimi olan yüksek duyarlıklı gravite ağıdır. Bu ağın amacı; Türkiye'de gerçekleştirilen bağıl gravimetri çalışmalarında standardizasyonu sağlamak, bağıl

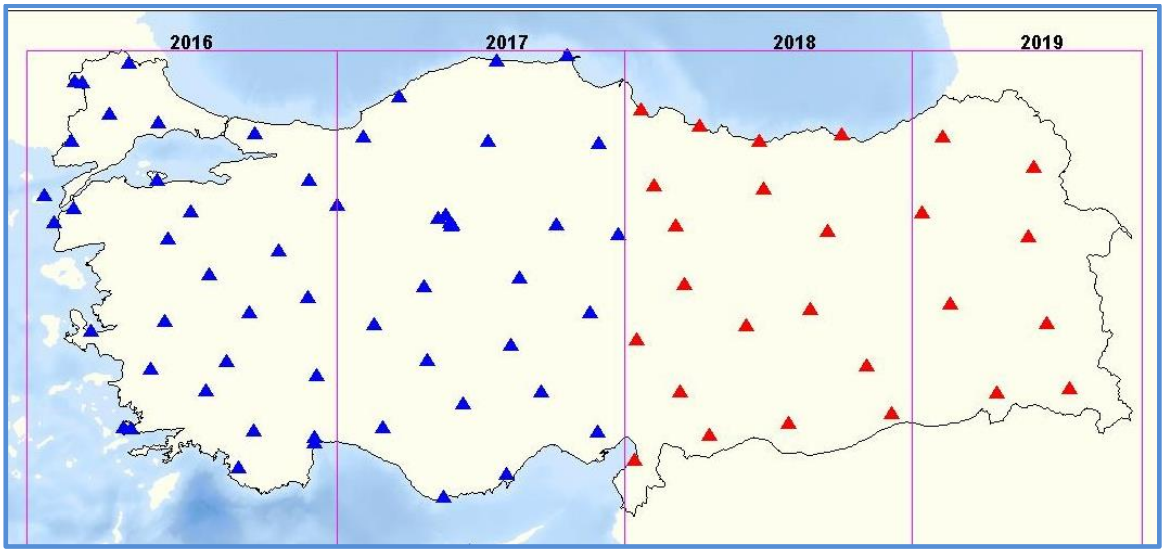
 © Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, 2020

gravite ölçülerinin ölçek ve datumunu tanımlamaktır. TRGravNet, A10 (#044) mutlak gravimetresi ile ölçülmüş 80 mutlak gravite noktası ve Scintrex CG-5 bağıl gravimetreleri ile ölçülmüş 12.000 sıklaştırma noktasından oluşmaktadır. TRGravNet; 2016-2019 yılları arasında olmak üzere gerçekleştirilmekte ve Yer gelgiti, okyanus yüklemesi, atmosferik basınç, kutup gezinmesi ve drift düzeltmesi getirilmiş ölçülerin serbest ve zorlamalı dengelenmesiyle oluşturulmuştur. Ağ noktalarının konum datumu TUREF (ITRF96-2005.0)'dir. Ağ noktalarının ortometrik yüksekliği Türkiye Jeoit Modeli-2003 (TG-03)'e göredir. Mutlak gravite noktalarındaki gravite belirsizliği 10 mikroGal, sıklaştırma noktalarındaki belirsizlik ise 20 mikroGal civarındadır. TRGravNet sıfır gelgit sistemindedir.

5.5.2 Mutlak Gravite Ölçüleri:

TRGravNet kapsamında, TÜBİTAK UME tarafından 2016-2019 yıllarında olmak üzere, ülke genelinde yaklaşık 80 noktada mutlak gravimetri çalışmaları icra edilmektedir. Harita Genel Müdürlüğü personeli tarafından aynı noktalarda düşey gravite gradyent gözlemleri de yapılmaktadır.

Şekil 60. Micro-g LaCoste A10-044 Mutlak Gravimetre



Şekil 61. 2016 ve 2017 yıllarında ölçümü tamamlanan (mavi) ve ölçümleri devam eden (kırmızı) mutlak gravite nokta yerleri.

 © Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, 2020

5.5.3 Göreli Gravite Ölçüleri:

Harita Genel Müdürlüğü tarafından ülke genelinde 30'x30' grid köşelerinde gravite standardizasyon noktaları tesis edilerek ölçülmektedir. Ölçülen söz konusu ağın aralarında 5'x5' aralıklı gravite ölçülerinin TÜBİTAK MAM, MTA ve Türkiye Petrolleri işbirliği ile yapılması öngörülmüştür. Bu çerçevede, dört yıllık (2016-2019) çalışma bölgelerinin 2016-2018 yılları için planlanan noktalarında bağıl gravimetri ölçümleri gerçekleştirilmiş bulunmaktadır.

Şekil 62. Göreli Gravite Arazi Ölçümleri

5.5.4 GNSS/Nivelman Çalışmaları

Gravimetrik jeoit modelinin testi için güncel ve tutarlı GNSS/Nivelman verisi elde etmek amacıyla motorize nivelman ölçümü yapılmaktadır. Bu amaçla, araç üzerine monte edilen donanım ve sistemlerden oluşan üçer araçlık iki adet motorize nivelman sisteminin tedariki tamamlanmış, belirlenen güzergâhlarda yeni nokta tesisi ile eş zamanlı olarak geometrik nivelman, gravite, gravite gradyenti ve GNSS ölçümleri devam etmektedir.

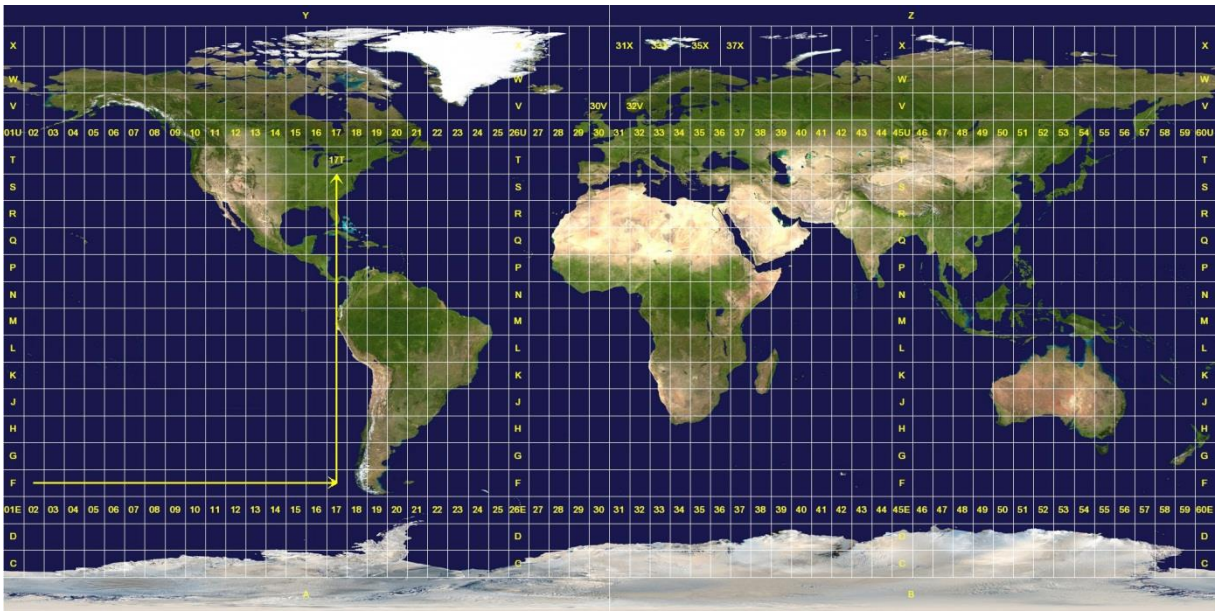
Şekil 63. Motorize Nivelman Ölçümü

 © Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, 2020

6 Grid Sistemleri

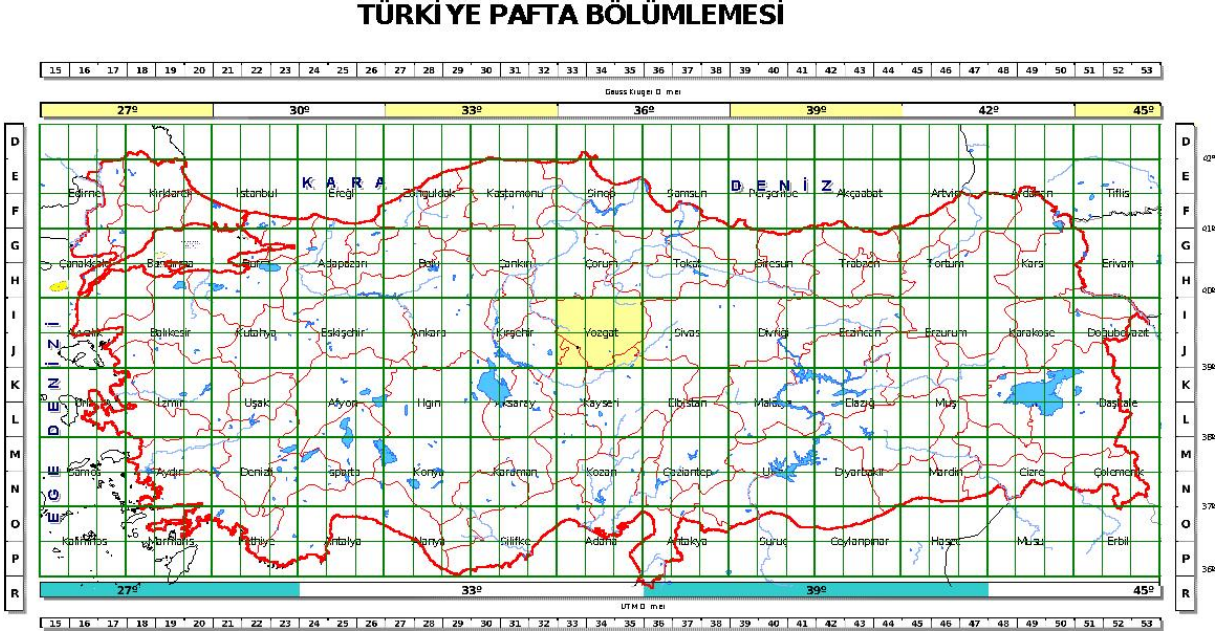
6.1 Pafta Bölümlemesi

Türkiye'de konum tabanlı hizmetleri geliştirmek için daha elverişli bir ortam yaratmak ve basılı harita ürünleri ile birlikte çalışabilirliğini arttırmak için Uluslararası Pafta Bölümleme Sistemi (**Şekil 64**) ile uyumlu Ulusal Pafta Bölümleme Sistemi (**Şekil 65**) oluşturulmuştur.



Şekil 64. Uluslararası Grid Sistemi

Pafta bölümlendirme standardı, konum bazlı servislerin sağladığı konum bilgisini grid referans sisteminde kullanımını destekleyerek mevcut durumu iyileştirmeyi amaçlamaktadır. 1:1 000 000-1:250 000 arası ölçekli paftalar uluslararası sisteme göre; 1:250 000'den daha büyük ölçekli harita takım paftaları ise ulusal sisteme göre bölümlendirilir.



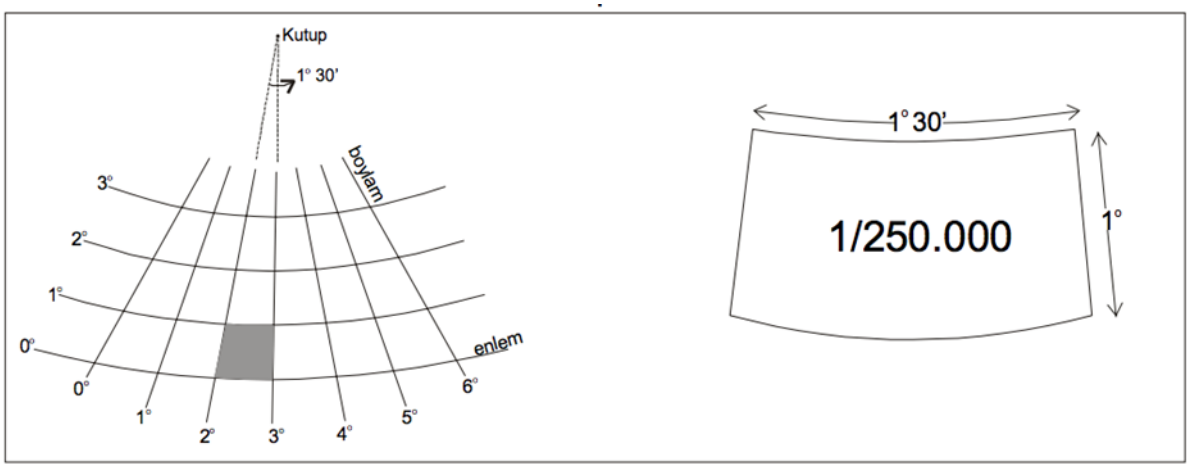
Şekil 65. Ulusal Grid Sistemi

 © Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, 2020

Belirli bir ölçek dâhilinde hazırlanan haritalarda arsa, arazi vb. yeryüzü parçalarının tek bir pafta içerisinde gösterilmesi genellikle mümkün değildir. Bu nedenle haritası hazırlanacak olan alan enlem ve boylam farkları alınıp belirli paftalara ayrılarak sistemli bir şekilde bölümlenir. Böyle bir sistem pafta bölümlemesi ya da pafta indeksi olarak adlandırılır. Pafta boyutları ölçeğe göre belirlenen sabit enlem ve boylam farkları olarak alınır. Pafta boyutları enlem ve boylam farkı olarak küre yüzeyinde sabittir. Harita düzleminde pafta boyutları, projeksiyon türüne göre ve yerdeki konuma bağlı olarak farklı boyutlarda olur. Türkiye'de ülke nirengi ağına dayalı 1/25000 ölçekli temel haritalarda düzlem koordinatlar 6º'lik dilimde Gauss- Krüger sistemine göre üretilmiştir. UTM projeksiyonunda, 180º meridyeninden başlamak üzere dünya, 6º boylam aralıklı 60 dilime ayrılmıştır. 1 / 5.000 ölçekli Standart Topografik (ST) ve Standart Topografik Kadastral Haritalar (STK) 3º'lik dilimler halinde Gauss-Krüger sistemine göre üretilmiştir. Türkiye 35, 36, 37, 38 zonlarda yer alır.

6.1.1 1/250 000 Ölçekli Pafta

Türkiye için, orta boylamı 27° olan birinci dilimin doğusunda ve batısındaki 1° ve 30' (bir derece 30 dakika)'lık boyutla, her tam dereceli enlemler arasında kalan 1° (bir derece)'lik boyutlu pafta, 1/250 000 ölçekli paftadır (**Şekil 66**). 1/250 000 ölçekli paftalar, içinde bulunan en büyük il ya da ilçenin adı ile adlandırılır.

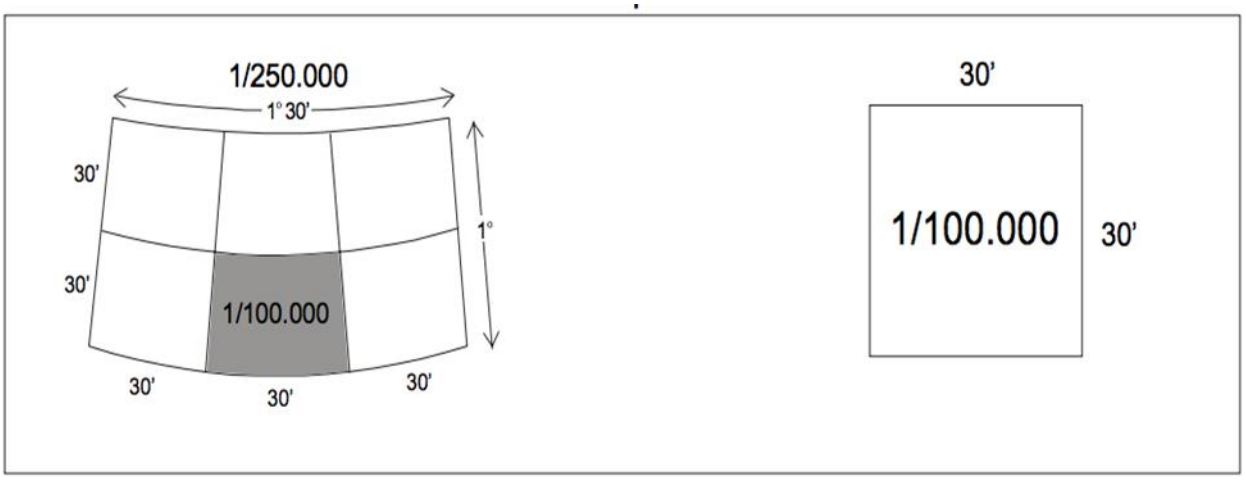


Şekil 66. 1/250 000 ölçekli pafta

6.1.2 1/100 000 Ölçekli Pafta

1/250 000 ölçekli paftanın 1° 30' lık kenarının üç eşit kısma, 1° 'lik kenarının iki eşit kısma bölünmesi ile elde edilir. 1/100 000 ölçekli bir pafta, 30 dakikalık enlemler ile 30 dakikalık boylamlar arasında kalan alanı kaplar (**Şekil 67**). Türkiye, kuzeyden güneye 30 dakikalık enlemler, batıdan doğuya 30 dakikalık boylamlara ayrılarak her bir 1/100 000 ölçekli 30' x 30'lık paftalar bir büyük harf ve rakamla numaralanır. Numaralamada, harfler kuzeyden güneye sırası ile ve rakamlar batıdan doğuya artarak verilir.

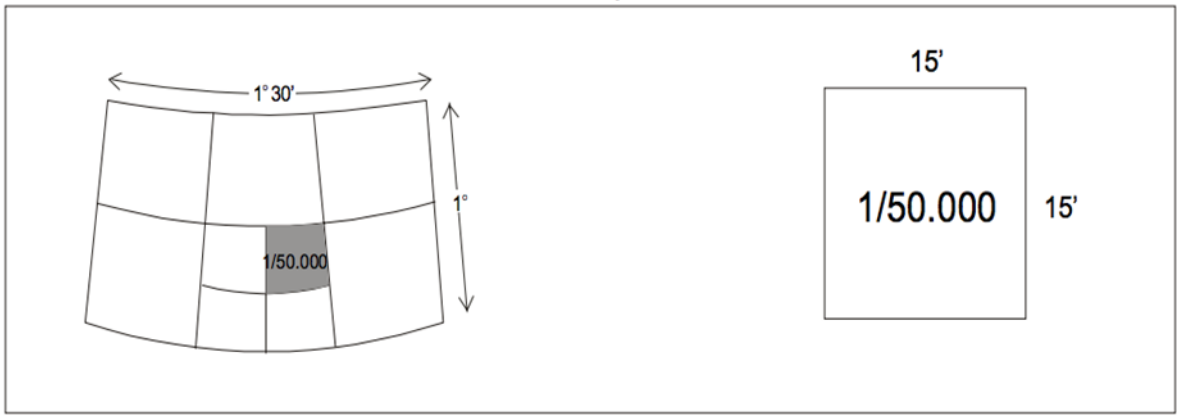
 © Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, 2020



Şekil 67. 1/100 000 ölçekli pafta

6.1.3 1/50 000 Ölçekli Pafta

Bu paftalar, 1/100 000 ölçekli paftaların dört eşit parçaya bölünmesi ile elde edilir. Her bir parçaya kuzey batıdaki paftadan başlamak ve saat ibresi yönünde devam etmek üzere a, b, c ve d harfleri verilir. Bu harfler, 1/100 000 ölçekli pafta numarasının arkasına (-) işaretinden sonra yazılarak 1/50 000 ölçekli pafta numaralanır. 1/50 000 ölçekli bir pafta, 15' x 15' lık bir alanı kaplamaktadır (**Şekil 68**).

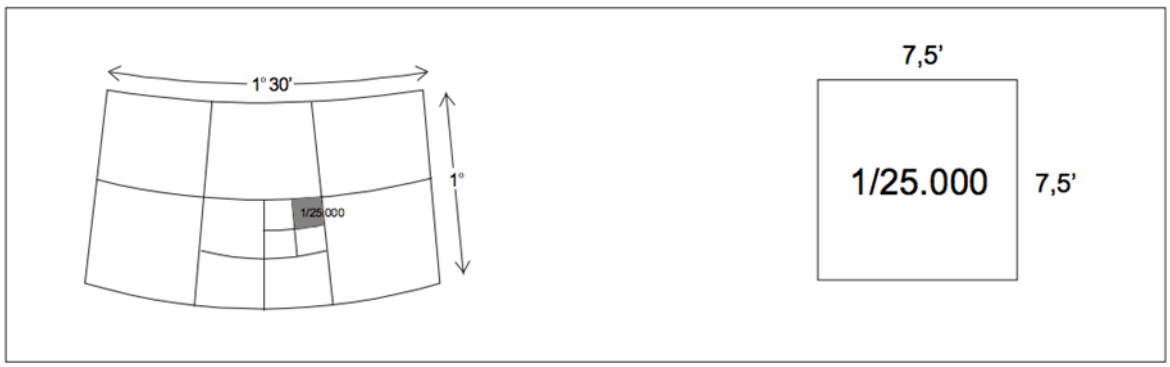


Şekil 68. 1/50 000 ölçekli pafta

6.1.4 1/25 000 Ölçekli Pafta

1/25 000 ölçekli paftalar, 1/50 000 ölçekli paftanın dört eşit parçaya bölünmesi ile elde edilir (**Şekil 69**). Her oluşan paftaya, 1,2,3 ve 4 rakamları sırası ile verilir. Bu rakamlar 1/50 000 ölçekli pafta numarasının hemen arkasına yazılmak suretiyle 1/25 000 ölçekli paftaların numaraları elde edilir.

 © Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, 2020



Şekil 69. 1/25 000 ölçekli pafta

6.1.5 1/10 000 Ölçekli Pafta

1/50 000 ölçeki paftanın 25 eşit parçaya bölünmesi ile elde edilir. Oluşan 1/10 000'lik paftalara 01'den başlayarak 25'e kadar numara verilir ve bu numaralar, 1/50 000 ölçekli pafta numarasının arkasına (-) işaretinden sonra yazılarak 1/10 000 ölçekli paftalar numaralanır.

6.1.6 1/5 000 Ölçekli Pafta

1/10 000 ölçekli paftanın dört eşit parçaya bölünmesi ile elde edilir. Olışan paftalara sırası ile a, b, c ve d harfleri verilir. Bu harfler 1/10 000 ölçekli pafta numarasının arkasına - işaretinden sonra yazılarak 1/5 000 ölçekli paftanın numarası elde edilir.

6.1.7 1/2 500 Ölçekli Pafta

1/2500 ölçekli paftalar, 1/5000 ölçekli paftaların dört eşit parçaya bölünmesi ile elde edilir. Oluşan her paftaya, sırası ile A, B, C ve D harfleri verilir ve bu harfler, 1/5000 ölçekli pafta numarasının arkasına (-) işaretinden sonra yazılarak 1/2500 ölçekli pafta numaralanır.

6.1.8 1/2 000 Ölçekli Pafta

1/2000 ölçekli paftalar, 1/5000 ölçeklki paftanın, pafta kenarları iki eşit parçaya bölünerek ve sonuçta tüm pafta dört eşit parçaya bölünerek elde edilir. Elde edilen paftalar, kuzey batıdaki paftadan başlayarak ve saat ibresi yönünde 1,2,3 ve 4 rakamları ile numaralanır. Bu numaralar, 1/5000 ölçekli paftanın numarasının arkasına konulacak (-) işaretinden sonra yazılarak, 1/2000 ölçekli pafta numarası elde edilir.

6.1.9 1/1 000 Ölçekli Pafta

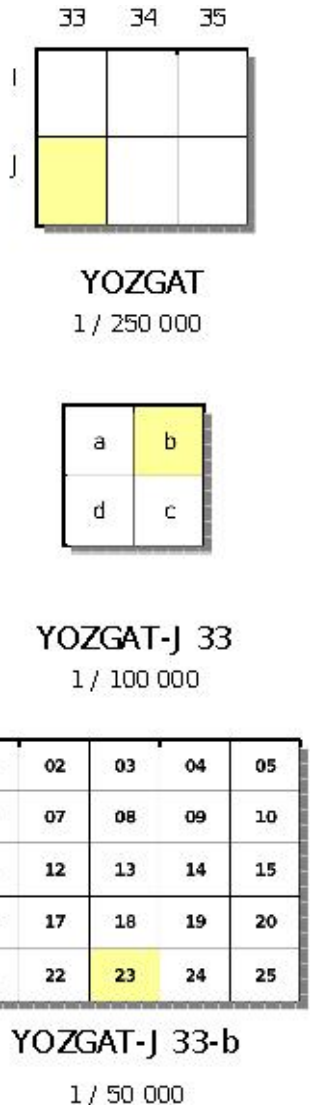
1/1000 ölçekli paftalar, pafta kenarları iki eşit parçaya ayrılmak suretiyle dörde bölünerek, elde edilir. Oluşan paftalara aynı sıra içinde a, b, c ve d harfleri verilir. Ve bu harfler 1/2000 ölçekli pafta numarasının arkasına (-) işaretinden sonra yazılarak 1/1000 ölçekli paftanın numarası elde edilir.

6.1.10 1/500 Ölçekli Pafta

1/1000 ölçekli pafta, pafta kenarları iki eşit parçaya ayrılarak dört eşit parçaya bölüğnmek suretiyle elde edilir. Oluşan 1/500 ölçekli paftalara aynı sıra içinde 1, 2, 3 ve 4 rakamları verilir ve bu rakamlar 1/1000 ölçekli pafta numarasının arkasına konulacak (-) işaretinden sonra yazılarak, 1/500 ölçekli pafta numaralanır.

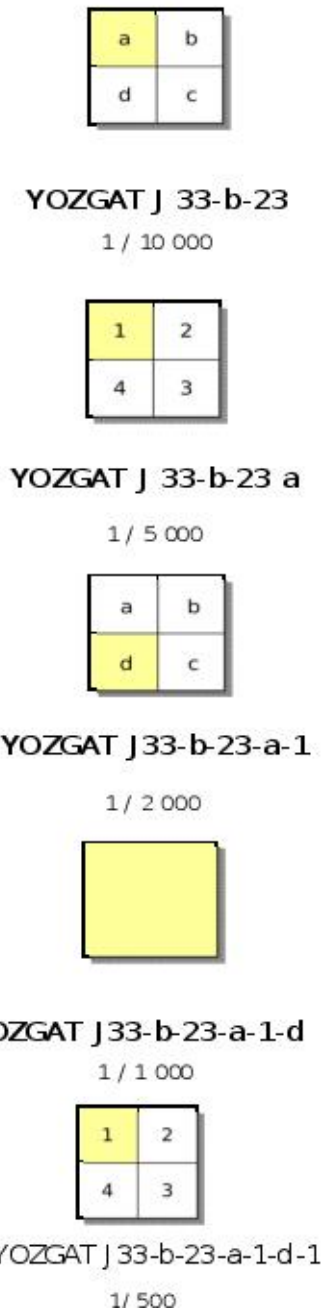
 © Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, 2020

6.1.11 Örnek Bölümleme :



Şekil 70. Bir grid bölgesinden 1/250000 pafta ve 1/250000'lik paftadan 1/100000'lük pafta, 1/100000'lik paftadan 1/50000'lik pafta elde edilmesi ve isimlendirilmeleri.

 © Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, 2020



Şekil 71. 1/10000'lik paftalardan 1/5000'lik, 1/5000'lik paftalardan 1/2000'lik, 1/2000'lik paftalardan 1/1000'lik ve 1/1000'lik paftalardan 1/500'lük paftaların elde edilmesi

6.1.12 Komşu Dilimler Arasında Koordinat Dönüşümü

1:25000' den daha büyük ölçekli haritaların üretiminde 3°'lik dilimler kullanılır. Kuramsal olarak her 3°' lik veya 6°' lik dilimler kendi içinde bağımsız bir koordinat sistemi oluşturur. Uygulamada ise nirengi ağları, poligon geçkileri ve ayrıntı alımları bu kurala uymaz ve bir süreklilik göstermektedir. Bir nirengi ağı veya poligon geçkisi bir dilimde başlayıp diğer bir dilimde sona erebilir. Böylesi durumlarda nirengi ağının veya poligon geçkisinin her iki dilimde de koordinatlarının hesaplanması gerekir. Bu probleme uygulamada bir dilimden komşu dilime geçiş, yani dilimler arasında koordinat dönüşümü denir.

Söz konusu noktanın coğrafi koordinatları ilgili dilimde Gauss-Krüger koordinatlarından hesaplanır. Daha sonra coğrafi koordinatlardan Gauss-Krüger koordinatları istenilen dilimin orta meridyenine göre tekrardan hesaplanır. Böylelikle komşu dilimler arasında dilim dönüşümü gerçekleştirilmiş olur. Bu yönteme dolaylı

 © Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, 2020

yöntem denir.

6.2 Alan Koruyan Grid

Bu bölüm, esas olarak verilerin istatistik analizi ve gösterimi için kullanılan coğrafi gridi tanımlar. Bu grid sistemi, Avrupa ile veri bütünlüğünü sağlamak için, ETRS89 Lambert Alan Koruyan Düzlem (ETRS89-LAKD) koordinat referans sistemine dayandırılmıştır.

6.2.1 Gridin Tanımı

Gridin karakteristik özellikleri aşağıda belirtilmiştir.

- Grid, ETRS89 Lambert Azimuthal Eşit Alan (ETRS89-LAEA) koordinat referans sistemine dayanmaktadır. Projeksiyonun merkez noktası 52oK, 10oD ve doğuya doğru: x0 = 4321000 m, kuzeye doğru: y0 = 3210000 m'dir.
- Gridin başlangıç noktası, ETRS89-LAEA koordinat referans sisteminin başlangıç noktası ile çakışmaktadır (x = 0, y = 0).
- ETRS89-LAEA'ya dayanan gridin grid noktaları gridin grid noktaları ile çakışacaktır.
- Grid hiyerarşiktir ve çözünürlükleri 1m, 10m, 100m, 1000m, 10000m ve 100000m olarak belirlenmiştir.
- Grid oryantasyonu güney-kuzey batı-doğudur.
- Grid Grid_ETRS89-LAEA olarak tanımlanmıştır. Bireysel çözünürlük seviyesinin belirlenmesi için, metre cinsinden hücre büyüklüğü eklenir.

Hücre büyüklüğünü metre cinsinden ifade etmek için aşağıdaki değerler kullanılmalıdır: 1, 10, 100, 1000, 10k, 100k, 1000k.

Bir grid hücresinin açık bir şekilde referanslanması ve tanımlanması için, hücre boyutunu ve sol alt köşenin konumunu tanımlayan için bir kodlama sistemine ihtiyaç duyulmaktadır.

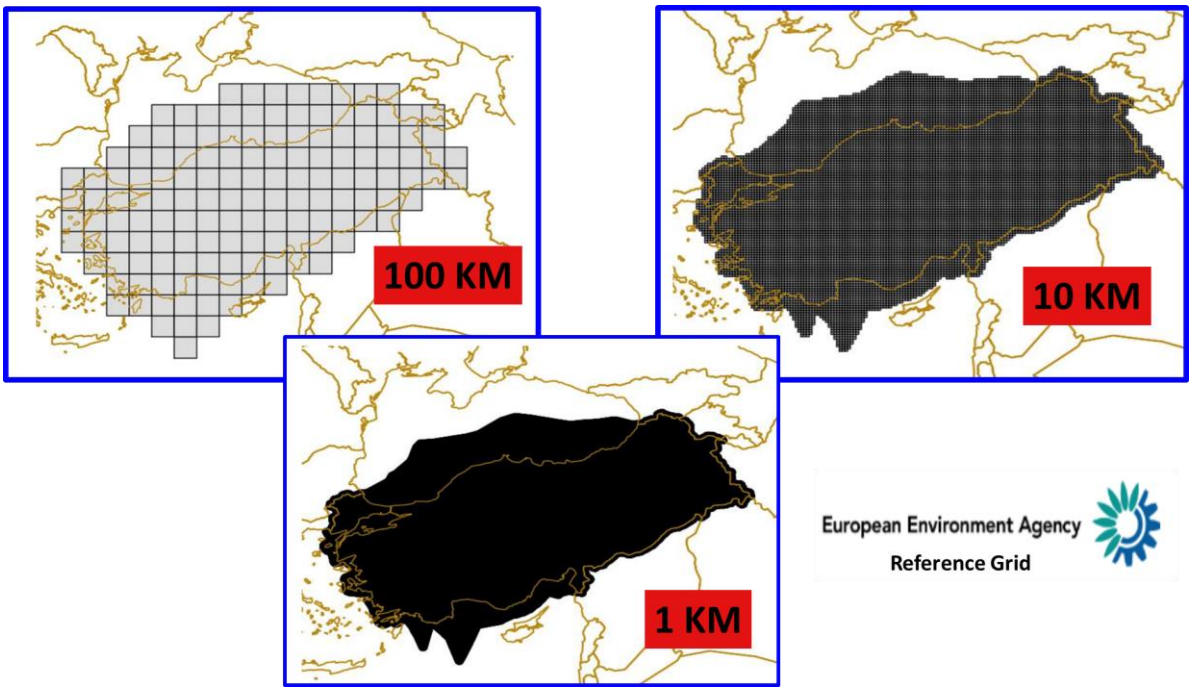
Bundan sonra açıklanan kodlama sistemi Avrupa Çevre Ajansı [AÇA 2008] 'in tavsiyelerini takip eder.

Bir grid hücresinin açık bir şekilde referanslanması ve tanımlanması için, hücrenin büyüklüğünden ve ETRS89-LAEA'daki sol alt köşenin koordinatlarından oluşan hücre kodu kullanılacaktır. Hücre büyüklüğü, 100m'ye kadar olan hücre boyutları için metre cinsinden ("m") ve 1000m ve üzerindeki hücre büyüklükleri kilometre cinsinden ("km") belirtilir. Northing ve easting için değerler 10n'ye bölünür, burada n, hücre boyutu değerindeki sıfır sayısıdır. Örneğin; 10000 metrelik bir hücre büyüklüğü, "10km" olarak belirtilmektedir.

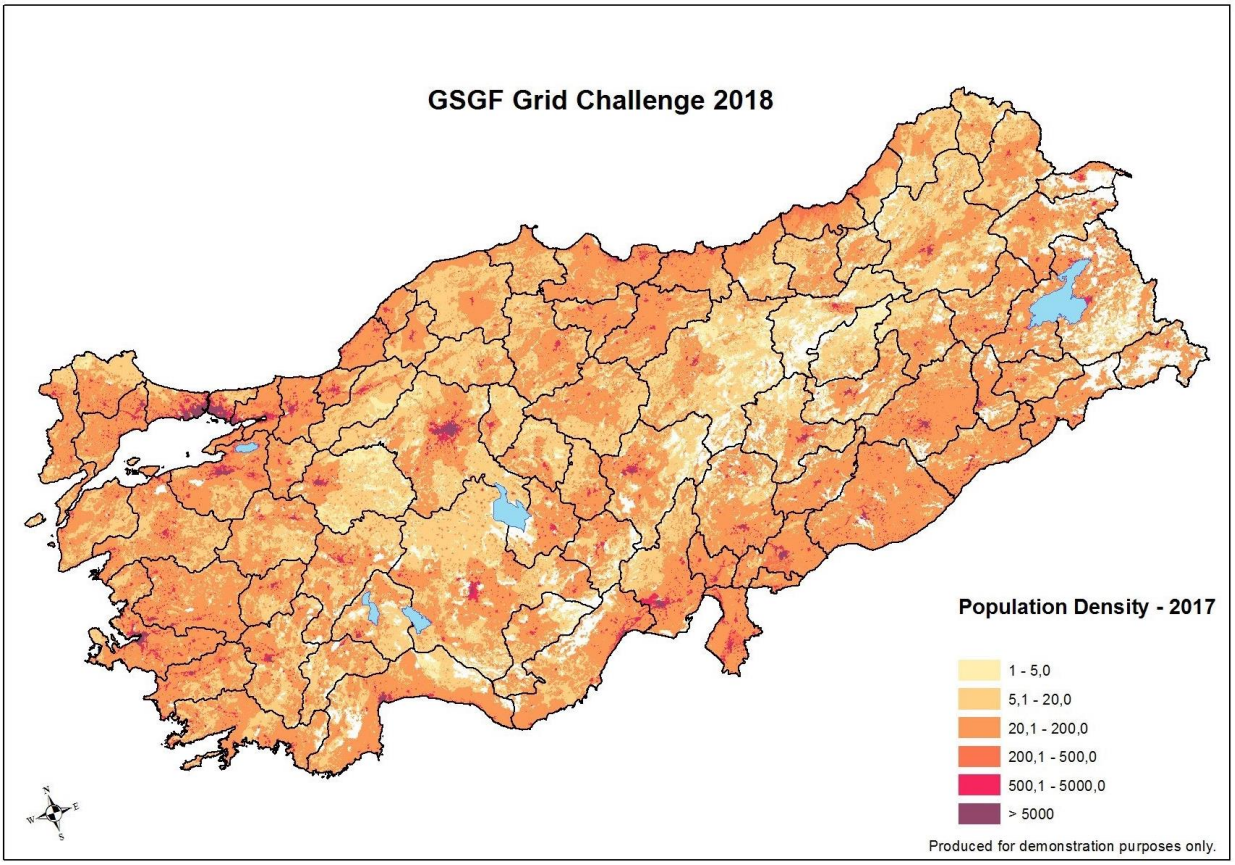
Değerin uzunluğunu azaltmak amacıyla kuzeye ve doğuya (ETRS89-LAEA'de Y ve X olarak adlandırılır) değerleri 10n ("n" hücre büyüklüğü değerinde sıfır sayısıdır) ile bölünür. Verilen çözünürlükte bu sıfırların kesildiği anlamına gelir. Örnek vermek grekirse; Hücre boyutu 1000 metreyse, sondaki sıfır sayısı 3'tür ve böylelikle bölen 10^3 = 1000'dir. "1kmN2599E4695" hücre kodu, sol alt köşenin koordinatları: Y = 2599000m, X = 4695000m olan 1 km'lik grid hücresini tanımlar.

ETRS89-LAEA'ya dayanan bazı gridler Grid_ETRS89-LAEA (ör. 5 m grid çözünürlüğü) ile uyumlu olmayabilir. Uyumluluğun en üst düzeye çıkarılması için, ETRS89-LAEA'ya dayalı tüm gridlerin kaynağı Grid_ETRS89-LAEA orijini ile çakışacaktır.

 © Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, 2020



Şekil 72. Alan Koruyan Grid Örnekleri



Şekil 73. 1m'lik Alan Koruyan Grid Kullanılarak Hazırlanan Türkiye Nüfus Yoğunluğu Haritası

© Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, 2020

7 Veri İçeriği ve Yapısı

7.1 Uygulama şemaları – Genel bakış

7.1.1 Uygulama Kurallarına Dâhil Edilen Uygulama Şemaları

UK Gerekliliği
Madde
Coğrafi Nesnelerin Birbiriyle Değişimi ve Sınıflandırılması için Tipler

1. Coğrafi veri üreten / kullanan kurumlar, veri setlerinin ilişkili olduğu temalar bakımından, veri tanımlama dokümanlarında tanımlanmış olan coğrafi nesne tiplerini, veri tiplerini, kod listelerini ve değer listelerini kullanacaktır.
2. Coğrafi nesne tipleri ve veri tipleri, tanımlara ve kısıtlamalara uygun olacaktır.
3. Coğrafi nesne tipleri veya veri tiplerinin özniteliklerinde kullanılan kod listeleri ve değer listeleri tanımlara ve kısıtlamalara uygun olacaktır.

CG veri temasında bulunan coğrafi veri setlerinin değişimi ve sınıflandırması için kullanılacak tipler, aşağıdaki uygulama şemalarında tanımlanmıştır.

- CG Uygulama Şeması

Uygulama şemaları, her bir coğrafi nesnenin özelliklerine (çokluğu, özniteliğin değeri, kısıtlamaları v.b.) ilişkin gereklilikleri belirtir.

Bu bölümde sunulan uygulama şemaları, Uygulama Kurallarında yer almayan bazı ek bilgileri, örneğin özniteliklerin ve ilişki rollerinin çokluğunu içermektedir.

Teknik Klavuz Gerekliliği 1 Coğrafi nesne tipleri ve veri tipleri, bu bölümdeki öznitelikler ve ilişki rolleri için tanımlanan çokluklara uygun olmalıdır.

Bir uygulama şeması, diğer coğrafi veri temalarında tanımlanan ortak tiplere ya da diğer coğrafi veri temalarında tanımlanan tipler ile ilişkilendirilebilir. Farklı temalardan aktarılan ve ortak kullanılan tipler, tema dokümanında belirtilir. Örneğin adres bileşenlerinden idari birim detay tipi idari birim temasından ve kapı detay tipi bina temasındaki detay tiplerinden ilişkilendirilerek adres veri temasına aktarılmıştır.

UK Gerekliliği
Madde
Ortak Tipler

Birden çok temada ortak olan tipler, Temel Türler ve Model dokümanında tanımlanmış olan tanımlara ve kısıtlamalara uygun olacaktır.

Uygulama kuralları tüm TUCBS coğrafi veri temalarına ait veri türlerini tek bir dokümanda topladığından ortak tipler, diğer coğrafi veri temalarında tanımlanan tiplere atıfta bulunmaktadır.

Ortak tipler, farklı veri temalarındaki ortak kullanılması ön görülen tipleri içerir. Bu ortak tipler TUCBS Temel Tip ve ModellerDokümanında (TUCBS_TTM) tanımlanmış olup ilgili uluslararası standartlarda (örneğin ISO 19100 serilerinde) ayrıntılı olarak açıklanmaktadır.

 © Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, 2020

7.2 Temel kavramlar

Bu bölümde TUCBS uygulama şemalarında kullanılan bazı temel kavramlar açıklanmaktadır.

7.2.1 Gösterim

7.2.1.1 Birleşik Modelleme Dili (UML)

Bu bölümde bulunan uygulama şemaları UML kullanılarak belirtilmiştir. Coğrafi nesne tipleri, öznitelikleri ve ilişkili tipleri, UML sınıf diyagramlarda gösterilmiştir.

UML gösterimine ait genel bilgi için TSE ISO/TS 19103'teki D Eki'ne bakınız.

Ortak bir kavramsal şema dilinin (yani UML) kullanımı, farklı temalar ve farklı detay seviyeleri arasında, uygulama şemalarının otomatik olarak işlenmesine ve uygulama şemasına dayalı verilerin kodlanmasına, sorgulanmasına ve güncellenmesine olanak sağlar.

Sınıf kalıtımı ve soyut sınıflarla ilgili aşağıdaki önemli kurallar uygulama kuralına dahil edilmiştir.

UK Gerekliliği
Madde
Tipler

1. Bir alt tip, üst tipin tüm özniteliklerini ve ilişki rollerini içermelidir.
2. Soyut bir tip örneklenmemelidir.

UML kullanımı, TS EN ISO 19109 8.3 maddesi ve TSE ISO/TS 19103 standartlarına uygundur. TSE ISO/TS 19103 ve TS EN ISO 19109, ISO 19100 serisi ile bağlantılı olarak kullanılacak olan UML profilini belirtir. Bu profil, özellikle uygulama şemalarında kullanılacak olan stereotiplerin ve temel tiplerin bir listesini içerir. TS EN ISO 19136 ise veri aktarımı amacıyla XML Şeması'nda doğrudan kodlamaya izin veren daha kısıtlı bir UML profilini belirtir.

Veri modellerinde coğrafi nesne tipleri ve bu tiplerin özelliklerinde kısıtlama tanımlamak gerekli ise ve veri seti tutarlılık kurallarını ifade etmek için, TSE ISO/TS 19103'de açıklanan OCL (Nesne Kısıtlama Dili) kullanılır.

7.2.1.2 Stereotipler

Bu bölümdeki uygulama şemalarında, TUCBS'de kullanılmak üzere, UML profilinin parçası olarak tanımlanmış birkaç stereotip kullanılmıştır. Bu stereotipler, TUCBS Temel Tip ve Model Dokümanı'nda (TUCBS2_TTM) açıklanmaktadır.

7.2.2 "Voidable" Özellikler

«Voidable» stereotipi, gerçek dünyada mevcut veya uygulanabilir olsalar da, bazı coğrafi veri setlerinde coğrafi nesnelere ait bulunamayan özelliklerini tanımlamak için kullanılır.

Coğrafi bir nesne için tanımlanan tüm nesne özellikleri için bir değer sağlanmalıdır; bu ya ilgili değer (veri sağlayıcı tarafından tutulan veri setinde mevcutsa) ya da void değer olur. Bir void değer, veri sağlayıcı tarafından tutulan kaynak coğrafi veri setinde karşılık gelen değerin bulunmadığını ya da uygun değerlerin mevcut kaynaklarla elde edilemeyeceğini ifade eder.

Tavsiye 2 Öznitelik değerinin tanımlanamama gerekçesi, VoidReasonValue kod listesinden bir değer kullanılarak belirtilmelidir.

VoidReasonValue kod listesi, aşağıdaki ön tanımlı değerleri içeren bir kod listesidir:

- *Unpopulated*: Nesne özelliği, gerçek dünyada var olsa bile, veri sağlayıcı tarafından sağlanan veri setinin bir parçası değildir. Bu nesne özelliği, coğrafi veri setindeki tüm coğrafi nesneler için aynı değeri alır.

 © Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, 2020

- *Unknown*: Belirli coğrafi nesne için doğru değer, veri sağlayıcısı tarafından bilinmez ve hesaplanamaz. Yine de, doğru bir değer mevcut olabilir. Bu değer yalnızca söz konusu özelliğin bilinmediği coğrafi nesneler için uygulanır.
- *Withheld*: Karakteristik mevcut olabilir, ancak gizlidir ve veri sağlayıcı tarafından yayınlanmak istenmemektedir.

İleride, mevcut değerler kullanılmak üzere gerektiğinde ek tanımlar yapılabilir.

«Voidable» stereotipi, gerçek dünyada bir karakteristik olup olmadığına dair herhangi bir bilgi vermez. Bu, çokluk kullanılarak ifade edilir:

- Gerçek dünyada bir karakteristik mevcutsa ya da mevcut olmayabilirse, en düşük değer 0 olarak tanımlanır. Örneğin, bir Adresin bir kapı numarası olabilir veya olmayabilirse, ilgili özelliğin çokluğu 0..1 olacaktır.
- Gerçek dünyada belirli bir karakteristik için en az bir değer varsa, en düşük değer 1 olarak tanımlanacaktır. Örneğin, bir İdari Birimin her zaman en az bir ismi varsa, ilgili özelliğin çokluğu 1..* olacaktır.

Her iki durumda «voidable» stereotip uygulanır. Minimum çokluğun 0 olduğu durumlarda, bir değerin yokluğu, hiçbir değerin mevcut olmadığının bilindiğini işaret ederken, void değer, bir değerin var olup olmadığının bilinmediğini gösterir.

7.2.3 Değer Listeleri

Değer listeleri, uygulama şemalarında sınıf olarak modellenir. Liste değerleri, aşağıdaki modelleme stilini kullanarak değer listesi sınıfının öznitelikleri olarak modellenmiştir:

- Değer listesi sınıf ismi öznitelik adı ile uyumlu olmalıdır.
- Öznitelik adı, öznitelik adları için belirlenmiş kurallara uygundur, (lowerCamelCase). Kısaltma gibi tüm harfleri büyük harflerden oluşan kelimeler istisnadır.

UK Gerekliliği
Madde
Kod Listeleri ve Değer Listeleri

5. Bir coğrafi nesne veya veri tipinin bir değer listesi tipinde özniteliği varsa, o öznitelik sadece değer listesi içinde tanımlanmış olan değerleri alabilir.

7.2.4 Kod Listeleri

Kod Listeleri, uygulama şemalarında sınıf olarak modellenir.

7.2.4.1 Kod Listesi Tipleri

Uygulama kuralı aşağıdaki kod listesi tiplerini tanımlar.

UK Gerekliliği
Madde
Kod Listeleri ve Değer Listeleri

1. Kod listeleri aşağıdaki maddelerden birisi gibi olabilir.
   a. Sadece belirlenmiş olan değerleri içeren değer liste.
   b. Veri sağlayıcıları tarafından belirlenmiş olan daha dar bir değer listesi.
   c. Belirlenmiş olan değer listesi ve veri sağlayıcıları tarafından belirlenmiş ek değerleri içeren değer listesi.
   d. Sadece veri sağlayıcılar tarafından belirlenmiş değerleri içeren değer listesi.

UML modelinde, *genişletilebilirlik* değeri ile etiketlenmiş olan kod listesi tipi, aşağıdaki değerleri alabilir:

- *none (hiçbiri)*, izin verilen değerleri, yalnızca uygulama kurallarında tanımlanan değerleri içeren kod listelerini temsil eder (tip a);

 © Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, 2020

- *narrower (daha dar)*, izin verilen değerleri, uygulama kuralında belirtilen değerleri ve veri sağlayıcıları tarafından tanımlanan daha kısıtlı değerleri içeren kod listelerini temsil eder (tip b);
- *open (açık)*, izin verilen değerleri, uygulama kuralında belirtilen değerleri ve veri sağlayıcıları tarafından herhangi bir seviyede tanımlanan ek değerleri içeren kod listelerini temsil eder (tip c);
- *any (herhangi)*, uygulama kuralında izin verilen değerlerin belirtilmediği, yani izin verilen değerlerin veri sağlayıcıları tarafından tanımlanan kod listelerini temsil eder (tip d).

Tavsiye 3 Veri sağlayıcıları tarafından tanımlanan ek değerler, uygulama kuralında önceden belirtilen herhangi bir değerin yerini almamalı ya da yeniden tanımlamamalıdır.

Bu veri tanımlaması, (b), (c) ve (d) tipindeki kod listelerinden bazıları için önerilen değerleri belirtebilir (5.2.4.3. bölüme bakınız).

UK Gerekliliği
Madde
Kod Listeleri ve Değer Listeleri

2. Kod listeleri hiyerarşik olabilir. Hiyerarşik kod listelerinin değerleri daha genel bir üst değere sahip olabilir. Hiyerarşik kod listesinin geçerli değerleri tablosal olarak gösterildiğinde üst değerler son sütunda listelenir.

Kod listesi tipi ve hiyerarşik olup olmadığı, detay kataloglarında da belirtilir.

7.2.4.2 Veri Sağlayıcılarının Yükümlülükleri

UK Gerekliliği
Madde
Kod Listeleri ve Değer Listeleri

3. Bir veri sağlayıcısı bir kod listesi için belirlenmiş olan değerlerin dışında bir değer sağlaması durumunda, bu değerin kaydının tutulması gereklidir.
4. Bir coğrafi nesne veya veri tipinin kod listesi tipinde bir özniteliği olması durumunda, o öznitelik sadece kod listesi içinde tanımlanmış olan değerleri alabilir.

(b), (c) ve (d) tipi kod listeleri, veri sağlayıcıları tarafından tanımlanan ek değerleri içerir. Bu ek değerlerin ve tanımlarının veri sağlayıcısı tarafından TUCBS'ye kayıt olarak yüklenmesi gerekmektedir. Böylelikle, kullanıcıların bir veri setinde kullanılan ek değerlerin anlamını aramalarını ve diğer veri sağlayıcıları tarafından ek değerlerin yeniden kullanılmasını kolaylaştırır.

7.2.4.3 Tavsiye Edilen Kod Listesi Değerleri

Bu veri tanımlama dokümanı, (b), (c) ve (d) tipi kod listeleri için tavsiye olarak ek değerler teklif edebilir (özel bir Ek içerisinde). Bu değerler, TUCBS'ye dahil edilir. Bir sistemde bulunan ve veri sağlayıcıları tarafından tanımlanan ek değerler oluşturma yükümlülüğü halihazırda karşılandığından, bu, veri sağlayıcılar tarafından önerilen değerlerin kullanımını kolaylaştıracak ve teşvik edecektir.

Tavsiye 4 Bu Teknik Kılavuzlar, uygulama kurallarında belirtilenlere ek olarak bir kod listesi için değer önerdiğinde, bu değerlerin kullanılması tavsiye edilir.

Bazı (d) tipi kod listeleri için, bu Teknik Kılavuzlarda hiçbir değer belirtilmeyebilir. Bu durumlarda, veri sağlayıcıları tarafından tanımlanan herhangi bir ek değer kullanılabilir.

7.2.4.4 Yönetim

Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü tarafından yönetilen kod listeleri, TUCBS kamsamında merkezi bir kayıt sisteminden yönetilir. Bu kod listelerine yapılan değişiklik talepleri (örneğin değer eklemek, kullanımdan kaldırmak ya da değiştirmek için) TUCBS kapsamında yönetilen merkezi bir kayıt sistemi yönetim iş akışları kullanarak işlenir ve karar verilir.

 © Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, 2020

Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü tarafından yönetilen kod listeleri, "https://tucbs-public-api.csb.gov.tr/tucbs/tucbs_kayit/tucbs_kodlistesi.xml" adresinde bulunan TUCBS Kayıt Sisteminde hazır tutulacaktır. Bunlar, SKOS/RDF, XML ve HTML biçimlerinde mevcut olacaktır. Sistemin yönetimi için, TS EN ISO 19135'te tanımlanan prosedürler uygulanacaktır.

7.2.4.5 Değer Açıklaması

Her kod listesinin değerlerini tanımlayan bir URI tanımlamak için "değer açıklaması" adı verilen etiketli bir değer tanımlanır. Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü tarafından yönetilen bir kod listesi için, örnek URI adresi https://tucbs-public-api.csb.gov.tr/tucbs/tucbs_kayit/tucbs_kodlistesi.xml adresinde belirtilecektir.

7.2.5 Tanımlayıcı Yönetimi

UK Gerekliliği
Madde
Tanımlayıcı Yönetimi

1. Coğrafi nesnenin tanımlayıcısı nesnenin harici nesne tanımlayıcısı olarak kullanılacaktır.
2. Coğrafi bir nesnenin tanımlayıcısı nesnenin yaşam döngüsü boyunca aynı kalacaktır.

Harici nesne tanımlayıcısı, sorumlu kuruluş tarafından yayınlanan, dış uygulamalar tarafından coğrafi nesneyi referans almak için kullanılabilen benzersiz bir nesne tanımlayıcısıdır.

7.2.6 Geometri Gösterimi

UK Gerekliliği
Madde
Diğer Gereklilikler ve Kurallar

1. Bu dokümanda tanımlanmış olan kurallarda sözü geçen coğrafi özelliklerin değer alanı aksi belirtilmedikçe OGC standartlarında geçen "Simple Feature Access – Part 1 : Common Architecture Version 1.2.1" ile sınırlıdır.

Tanımlama, tüm eğri enterpolasyonlarının doğrusal olduğu ve yüzey enterpolasyonları üçgenleme olarak yapıldığında, mekânsal şemayı 0-, 1-, 2- ve 2.5-boyutlu geometrilerle sınırlar.

Spesifik geometri ve topoloji özelliklerine dayanan iki coğrafi nesnenin topolojik ilişkileri, TS EN ISO 19107'de tanımlanan tiplerin (ya da TS EN ISO 19125-1'de belirtilen metotların) işletilmesi ile belirlenir.

7.2.7 Zamansal Gösterim

Uygulama şeması, bir coğrafi nesnenin ömrünü kaydetmek için "versiyonBaşlangıçTarihi", "versiyonBitişTarihi" ve "versiyonNo" türetilmiş özniteliklerini kullanır.

"versiyonBaşlangıçTarihi" öznitelikleri, coğrafi veri setindeki coğrafi nesnenin hangi sürümünün eklendiği ya da değiştirildiği tarih ve saati belirtir.

"versiyonBitişTarihi" özniteliği, coğrafi veri setindeki coğrafi nesnenin hangi sürümünün değiştirildiği ya da dışarıda bırakıldığı tarih ve saati belirtir.

Öznitelikler, coğrafi nesne tarafından tanımlanan gerçek dünya olayının zamansal özelliklerinden farklı olan coğrafi veri setindeki sürümün ömrünün başlangıcını belirtir. Varsa, bu ömür bilgisi esas olarak iki gerekliliği destekler: İlk olarak, belirli bir zamanda coğrafi veri seti içeriği hakkında bilgi; ikinci olarak, belirli bir zaman diliminde bir veri setinde yapılan değişiklikler hakkında bilgi. Kullanım ömrü bilgisi, veri setindeki gibi detaylı olmalıdır ve saat dilimi bilgilerini içermelidir.

"versiyonBitişTarihi" özniteliğindeki değişiklikler "versiyonBaşlangıçTarihi" özniteliğinde bir değişikliği tetiklemez.

 © Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, 2020

UK Gerekliliği
Madde
Coğrafi Nesnelerin Yaşam Döngüsü

1. Eğer coğrafi nesneler için yaşam süreleri ile ilgili bir başlangıç ve bitiş tarihi tanımlanmışsa, bitiş tarihi başlangıç tarihinden önce olmayacaktır.

Yukarıdaki uygulama kuralı gereksiniminde ifade edilen gereklilik, tüm temaların UML veri modellerinde kısıtlama olarak yer alacaktır.

Tavsiye 6 Yaşam döngüsü bilgisi, coğrafi veri setinin bir parçası olarak korunmazsa, bu veri setine ait tüm coğrafi nesneler, “unpopulated” olarak void değer almalıdır.

7.2.7.1 Gerçek Dünya Örneklerinin Geçerliliği

Uygulama şemaları, coğrafi bir nesne tarafından temsil edilen gerçek dünya olaylarının geçerliliğini kaydetmek üzere, “validFrom” ve “validTo” özniteliklerini kullanır.

“ValidFrom” öznitelikleri, gerçek dünya olayının gerçek dünyada geçerli olduğu tarih ve saati belirtir. “ValidTo” özniteliği, gerçek dünya olayının gerçek dünyada artık geçerli olmadığı tarih ve saati belirtir.

Spesifik uygulama şemaları, “geçerli olmanın”, coğrafi bir nesne tarafından temsil edilen gerçek dünya olayı için ne anlama geldiği hakkında örnekler verebilir.

UK Gerekliliği
Madde
Diğer Gereklilikler ve Kurallar

3. Eğer coğrafi nesneler için geçerli oldukları süre ile ilgili bir başlangıç ve bitiş tarihi tanımlanmışsa, bitiş tarihi başlangıç tarihinden önce olmayacaktır.

Yukarıdaki uygulama kuralı gereksiniminde ifade edilen gereklilik, tüm temaların UML veri modellerinde kısıtlamalar olarak yer alacaktır.

7.2.8 Coverages

Coverage fonksiyonları, uzay ve/veya zamana göre değişen gerçek dünya olaylarının karakteristiklerini tanımlamak için kullanılır. Sıcaklık, yükseklik, yağış, görüntü bu veri tipine örnek olarak verilebilir. Bir coverage, her biri mekansal, zamansal ya da mekânsal-zamansal kapsamdaki öğelerden biriyle ilişkili bir dizi değer içerir. Coğrafi kapsamı; nokta kümeleri (örneğin, sensör konumları), eğri kümeleri (örneğin, izohipsler) ve gridlerdir (örneğin, ortogörüntüler, yükseklik modelleri).

TUCBS uygulama şemalarında TS EN ISO 19123'de belirtilen coverage tipleri kullanılır. Coverage tipleri için bir uygulama şeması, Genel Kavramsal Modelde tanımlanmıştır. Bu uygulama şeması aşağıdaki coverage tiplerini içerir:

- *RectifiedGridCoverage*: Grid koordinatlarıyla farklı bir koordinat referans sisteminin koordinatları arasında afin dönüşümü yapılmış bir grid’dir.
- *ReferenceableGridCoverage*: Grid koordinat değerlerini, farklı bir koordinat referans sistemine ait koordinat değerlerine dönüştürmek için kullanılabilecek bir dönüşüm ile ilişkilendirilmiş grid’dir.

TUCBS uygulama şemalarında sadece bu coverage tiplerinin kullanılması önerilmektedir.

 © Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, 2020

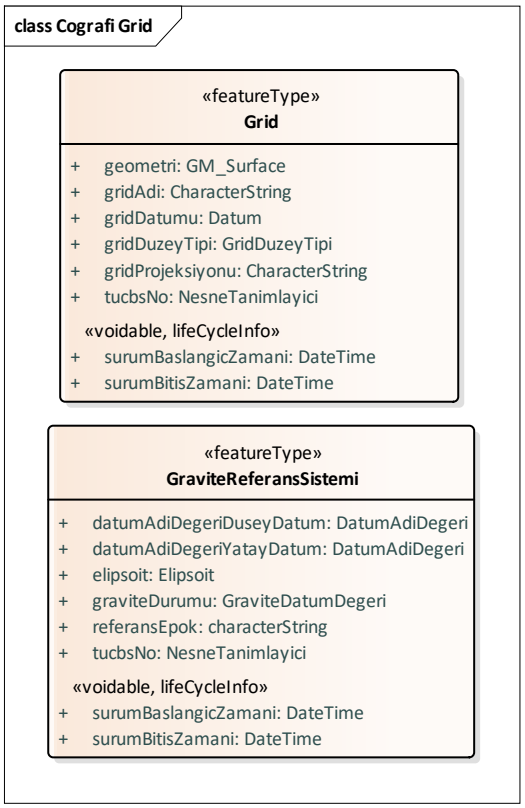
7.3 CG Uygulama Şeması

7.3.1 Açıklama

7.3.1.1 Genel Açıklaması

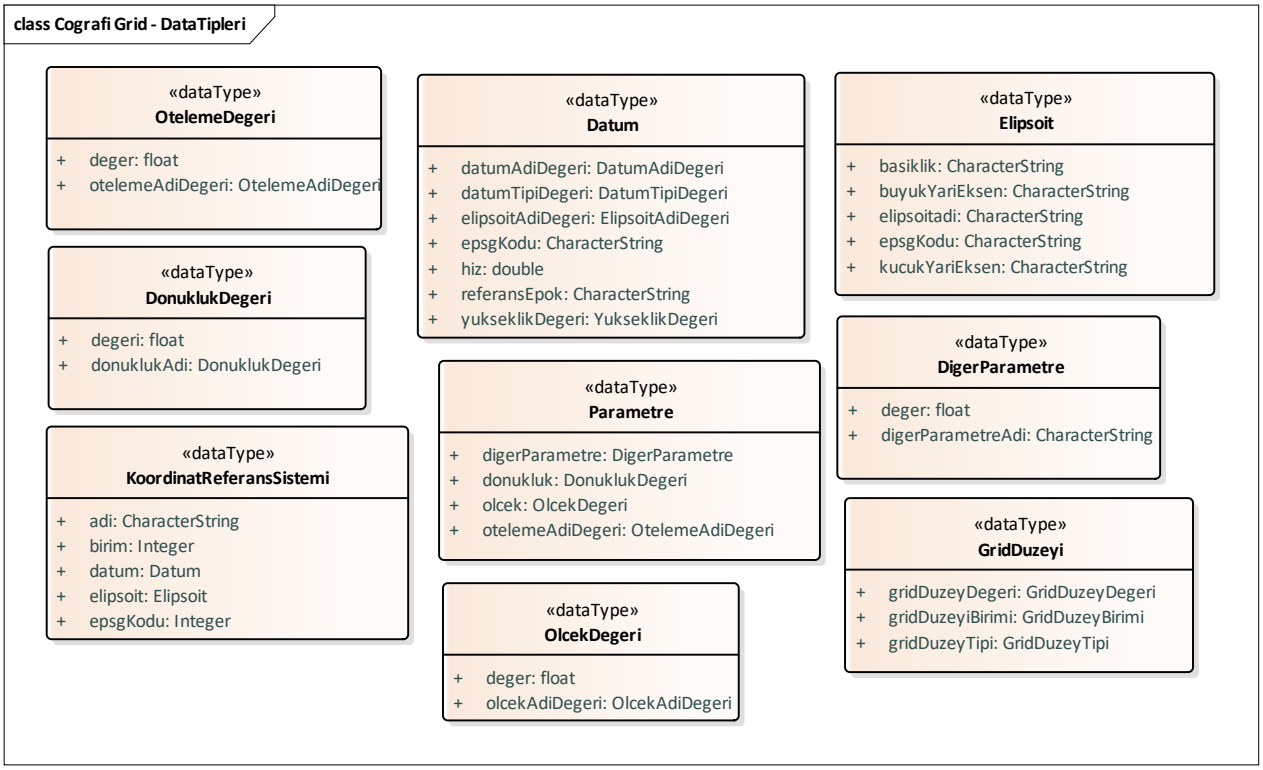
CG uygulama şeması, Koordinat Referans Sistemleri ve Coğrafi Gridler temasında tanımlanan nesne türleri, veri tipleri ve kod listelerini açıklar.

7.3.1.2 UML'ye Genel Bakış

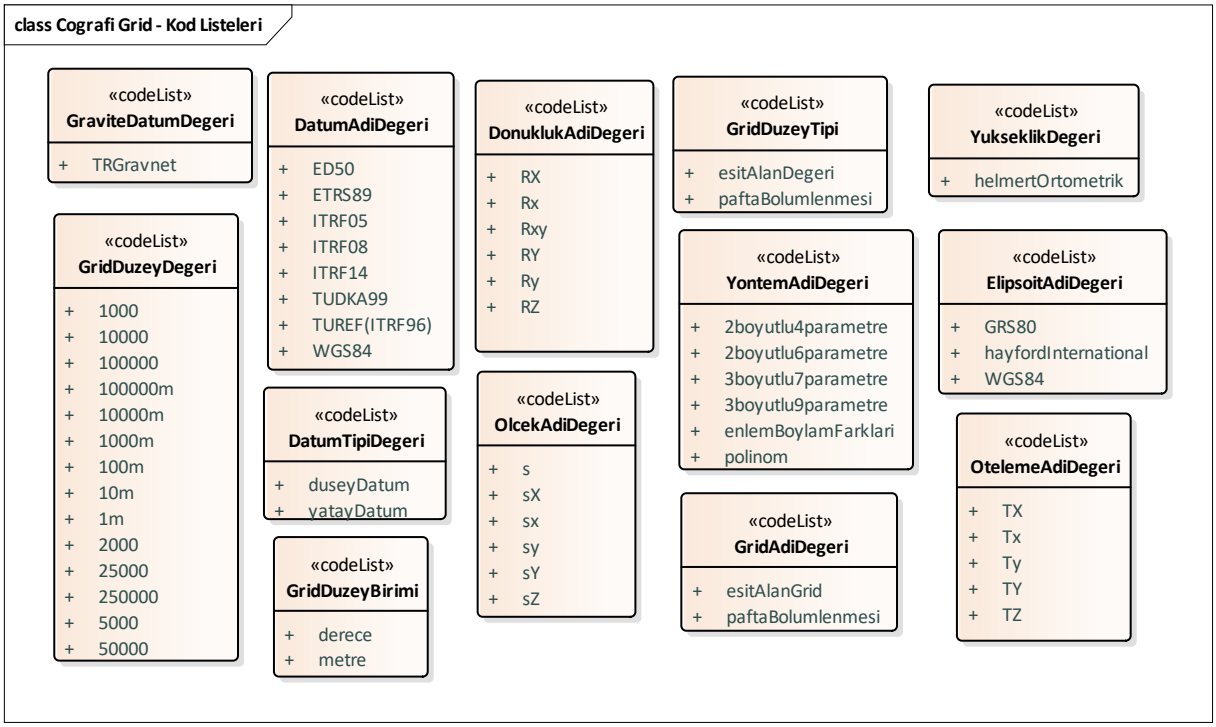


Şekil 74. UML Sınıf Diyagramı: CG Uygulama Şemasına Genel Bakış

 © Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, 2020



Şekil 75 UML Sınıf Diyagramı: CG Data Tipleri



Şekil 76 UML Sınıf Diyagramı: CG Kod Listeleri

7.3.1.3 Coğrafi Veri Setleri Arasındaki Tutarlılık

Coğrafi veri setleri arasında, uygulama şemalarında belirtilenler dışında, herhangi bir tutarlılık kuralı bulunmamaktadır.

 © Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, 2020

7.3.1.4 Tanımlayıcı Yönetimi

'Temel kavramlar' kısmında belirtilen gerekliliklere ek olarak tanımlayıcı yönetimi için herhangi bir gereklilik ve öneri bulunmamaktadır.

7.3.1.5 Nesne Referanslarının Modellenmesi

İç ve dış referanslar için herhangi bir gereklilik ve tavsiye bulunmamaktadır.

7.3.2 Detay Kataloğu

Tipi	Paket	Stereo Tipi
DatumAdiDegeri	CografiGridler	codeList
DatumTipiDegeri	CografiGridler	codeList
DigerParametre	CografiGridler	dataType
DonuklukAdiDegeri	CografiGridler	codeList
DonuklukDegeri	CografiGridler	dataType
ElipsoitAdiDegeri	CografiGridler	codeList
GraviteDatumDegeri	CografiGridler	codeList
GraviteReferansSistemi	CografiGridler	featureType
Grid	CografiGridler	featureType
GridAdiDegeri	CografiGridler	codeList
GridDuzeyBirimi	CografiGridler	codeList
GridDuzeyDegeri	CografiGridler	codeList
GridDuzeyi	CografiGridler	dataType
GridDuzeyTipi	CografiGridler	codeList
KoordinatReferansSistemi	CografiGridler	dataType
OlcekAdiDegeri	CografiGridler	codeList
OlcekDegeri	CografiGridler	dataType
OtelemeAdiDegeri	CografiGridler	codeList
OtelemeDegeri	CografiGridler	dataType
Parametre	CografiGridler	dataType
YontemAdiDegeri	CografiGridler	codeList
YukseklikDegeri	CografiGridler	codeList
Datum	CografiGridler	dataType
Elipsoit	CografiGridler	dataType

7.3.2.1 Coğrafi Nesne Tipleri

Cografi Gridler
Türkiye'de konum tabanlı hizmetleri geliştirmek için daha elverişli bir ortam yaratmak ve basılı harita ürünleri ile birlikte çalışabilirliğini arttırmak için Uluslararası Pafta Bölümleme Sistemi ile uyumlu Ulusal Pafta Bölümleme Sistemi oluşturulmuştur.Alan Koruyan Grid ise, esas olarak verilerin istatistik analizi ve gösterimi için kullanılan coğrafi gridi tanımlar. Bu grid sistemi, Avrupa ile veri bütünlüğünü sağlamak için, ETRS89 Lambert Alan Koruyan Düzlem (ETRS89-LAKD) koordinat referans sistemine dayandırılmıştır. Stereotip:

CografiGridler
Coğrafi Gridler teması altındaki Coğrafi Gridler uygulama şemasıdır. Stereotip: «applicationSchema»

 © Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, 2020

GraviteReferansSistemi

Ana paket: CografiGridler
Tanım:
Gravite ölçümleri ile arazi yükseklik verilerinin oluşturulması ve jeoit modelin oluşturulması için kullanılan sistemi ifade eder.
Tipi: Class
Stereotip: «featureType»
Çokluk:

Öznitelik: datumAdiDegeriDuseyDatum
Tipi: DatumAdiDegeri
Tanım:
Düşey datum adını tanımlar.
Çokluk:
Stereotip:

Öznitelik: datumAdiDegeriYatayDatum
Tipi: DatumAdiDegeri
Tanım:
Yatay datum adını tanımlar.
Çokluk:
Stereotip:

Öznitelik: elipsoit
Tipi: Elipsoit
Tanım:
Kullanılan elipsoidi tanımlar.
Çokluk:
Stereotip:

Öznitelik: graviteDurumu
Tipi: GraviteDatumDegeri
Tanım:
Kullanılan gravite datumunu ifade eder.
Çokluk:
Stereotip:

Öznitelik: referansEpok
Tipi: characterString
Tanım:
Kullandığı epok değerini tanımlar.
Çokluk:
Stereotip:

Öznitelik: surumBaslangicZamani
Tipi: DateTime
Tanım:
Coğrafi nesnenin coğrafi veri setine eklendiği ya da değiştirildiği tarih ve zamanı ifade eder.
Çokluk:
Stereotip: «voidable»

Öznitelik: surumBitisZamani
Tipi: DateTime
Tanım:
Coğrafi nesnenin coğrafi veri setinden çıkarıldığı ya da iptal edildiği tarih ve zamanı ifade eder.
Çokluk:
Stereotip: «voidable»

Öznitelik: tucbsNo
Tipi: NesneTanimlayici
Tanım:
Coğrafi nesnenin harici nesne tanımlayıcısıdır.
Çokluk:
Stereotip:

© Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, 2020

Grid
Ana paket: CografiGridler Tanım: Grid referans sistemlerini ifade eder. Tipi: Class Stereotip: «featureType» Çokluk:
Öznitelik: geometri Tipi: GM_Surface Tanım: Gridin geometri tipini tanımlar. Çokluk: Stereotip:
Öznitelik: gridAdi Tipi: CharacterString Tanım: Grid adını ifade eder. Çokluk: Stereotip:
Öznitelik: gridDatumu Tipi: Datum Tanım: Gridde kullanılan datumu tanımlar. Çokluk: Stereotip:
Öznitelik: gridDuzeyTipi Tipi: GridDuzeyTipi Tanım: Grid düzeyini tanımlar. Çokluk: Stereotip:
Öznitelik: gridProjeksiyonu Tipi: CharacterString Tanım: Gridde kullanılan projeksiyonu tanımlar. Çokluk: Stereotip:
Öznitelik: surumBaslangicZamani Tipi: DateTime Tanım: Coğrafi nesnenin coğrafi veri setine eklendiği ya da değiştirildiği tarih ve zamanı ifade eder. Çokluk: Stereotip: «voidable»
Öznitelik: surumBitisZamani Tipi: DateTime Tanım: Coğrafi nesnenin coğrafi veri setinden çıkarıldığı ya da iptal edildiği tarih ve zamanı ifade eder. Çokluk: Stereotip: «voidable»
Öznitelik: tucbsNo Tipi: NesneTanimlayici Tanım: Coğrafi nesnenin harici nesne tanımlayıcısıdır. Çokluk: Stereotip:

7.3.2.2 Veri Tipleri

 © Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, 2020

DigerParametre

Ana paket: CografiGridler
Tanım:
Datum dönüşümünde kullanılan kullanıcı tanımlı parametreleri ifade eder.
Tipi: Class
Stereotip: «dataType»
Çokluk:

Öznitelik: deger
Tipi: float
Tanım:
Kullanıcı tanımlı değerini ifade eder.
Çokluk:
Stereotip:

Öznitelik: digerParametreAdi
Tipi: CharacterString
Tanım:
Kullanıcı tanımlı değer adını ifade eder.
Çokluk:
Stereotip:

DonuklukDegeri

Ana paket: CografiGridler
Tanım:
Datum dönüşümünde kullanılan dönüklük değerini ifade eder.
Tipi: Class
Stereotip: «dataType»
Çokluk:

Öznitelik: degeri
Tipi: float
Tanım:
Dönüklük değerini ifade eder.
Çokluk:
Stereotip:

Öznitelik: donuklukAdi
Tipi: DonuklukDegeri
Tanım:
Dönüklük değer adını ifade eder.
Çokluk:
Stereotip:

GridDuzeyi

Ana paket: CografiGridler
Tanım:
Grid düzey değerlerinin detaylarını tanımlar.
Tipi: Class
Stereotip: «dataType»
Çokluk:

Öznitelik: gridDuzeyDegeri
Tipi: GridDuzeyDegeri
Tanım:
Grid düzey değerini tanımlar.
Çokluk:
Stereotip:

© Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, 2020

GridDuzeyi

Öznitelik: **gridDuzeyiBirimi**
Tipi: GridDuzeyBirimi
Tanım:
Grid düzey değerinin birimini tanımlar.
Çokluk:
Stereotip:

Öznitelik: **gridDuzeyTipi**
Tipi: GridDuzeyTipi
Tanım:
Grid düzey tipini tanımlar.
Çokluk:
Stereotip:

KoordinatReferansSistemi

Ana paket: CografiGridler
Tanım:
Koordinat referans sistemi detaylarını tanımlar.
Tipi: Class
Stereotip: «dataType»
Çokluk:

Öznitelik: **adi**
Tipi: CharacterString
Tanım:
Koordinat referans sisteminin adını ifade eder.
Çokluk:
Stereotip:

Öznitelik: **birim**
Tipi: Integer
Tanım:
Koordinat referans sisteminin birimini tanımlar.
Çokluk:
Stereotip:

Öznitelik: **datum**
Tipi: Datum
Tanım:
Datum değerini ifade eder.
Çokluk:
Stereotip:

Öznitelik: **elipsoit**
Tipi: Elipsoit
Tanım:
Kullanılan elipsoidi tanımlar.
Çokluk:
Stereotip:

Öznitelik: **epsgKodu**
Tipi: Integer
Tanım:
Koordinat referans sisteminin tanımlanmış EPSG kodunu belirtir.
Çokluk:
Stereotip:

OlcekDegeri

Ana paket: CografiGridler
Tanım:

© Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, 2020

OlcekDegeri

Datum dönüşümünde kullanılan ölçek değerini ifade eder.
Tipi: Class
Stereotip: «dataType»
Çokluk:

Öznitelik: deger
Tipi: float
Tanım:
Ölçek değerini ifade eder.
Çokluk:
Stereotip:

Öznitelik: olcekAdiDegeri
Tipi: OlcekAdiDegeri
Tanım:
Ölçek değer adını ifade eder.
Çokluk:
Stereotip:

OtelemeDegeri

Ana paket: CografiGridler
Tanım:
Datum dönüşümünde kullanılan öteleme değerini ifade eder.
Tipi: Class
Stereotip: «dataType»
Çokluk:

Öznitelik: deger
Tipi: float
Tanım:
Öteleme değerini ifade eder.
Çokluk:
Stereotip:

Öznitelik: otelemeAdiDegeri
Tipi: OtelemeAdiDegeri
Tanım:
Öteleme değer adını ifade eder.
Çokluk:
Stereotip:

Parametre

Ana paket: CografiGridler
Tanım:
Datum dönüşümünde kullanılan parametreleri ifade eder.
Tipi: Class
Stereotip: «dataType»
Çokluk:

Öznitelik: digerParametre
Tipi: DigerParametre
Tanım:
Kullanıcı tanımlı parametre değerlerini ifade eder.
Çokluk:
Stereotip:

Öznitelik: donukluk
Tipi: DonuklukDegeri
Tanım:
Dönüklük değerlerini ifade eder.

© Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, 2020

Parametre
Çokluk: Stereotip:
Öznitelik: **olcek** Tipi: OlcekDegeri Tanım: Ölçek değerlerini ifade eder. Çokluk: Stereotip:
Öznitelik: **otelemeAdiDegeri** Tipi: OtelemeAdiDegeri Tanım: Öteleme değerlerini ifade eder. Çokluk: Stereotip:

Datum
Ana paket: CografiGridler Tanım: Datum, yeryuvarının ya da onun bir parçasının ölçülerek haritaya aktarılmasında kullanılacak referans elipsoidinin uzaydaki konumunu, yönelimini ve boyutlarını tanımlayan matematiksel modeldir. Tipi: Class Stereotip: «dataType» Çokluk:
Öznitelik: **datumAdiDegeri** Tipi: DatumAdiDegeri Tanım: Datum adını tanımlar. Çokluk: Stereotip:
Öznitelik: **datumTipiDegeri** Tipi: DatumTipiDegeri Tanım: Datum tipini tanımlar. Çokluk: Stereotip:
Öznitelik: **elipsoitAdiDegeri** Tipi: ElipsoitAdiDegeri Tanım: Datumun kullandığı elipsoidi tanımlar. Çokluk: Stereotip:
Öznitelik: **epsgKodu** Tipi: CharacterString Tanım: Datumun tanımlanmış EPSG kodunu belirtir. Çokluk: Stereotip:
Öznitelik: **hiz** Tipi: double Tanım: Datumun hız değerlerini tanımlar. Çokluk: Stereotip:
Öznitelik: **referansEpok** Tipi: CharacterString Tanım:

© Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, 2020

Datum
Datumun kullandığı epok değerini tanımlar. Çokluk: Stereotip:
Öznitelik: **yukseklikDegeri** Tipi: YukseklikDegeri Tanım: Düşey datumlar için yüksekilk değerini tanımlar. Çokluk: Stereotip:

Elipsoit
Ana paket: CografiGridler Tanım: Yeryuvarının tamamına ya da bir kısmına boyut ve konum olarak en iyi uyan matematiksel tanımlı yüzeyi ifade eder. Tipi: Class Stereotip: «dataType» Çokluk:
Öznitelik: **basiklik** Tipi: CharacterString Tanım: Elipsoidin basıklık değerini tanımlar. Çokluk: Stereotip:
Öznitelik: **buyukYariEksen** Tipi: CharacterString Tanım: Elipsoidin büyük yarı eksen değerini tanımlar. Çokluk: Stereotip:
Öznitelik: **elipsoitadi** Tipi: CharacterString Tanım: Elipsoidin adını tanımlar. Çokluk: Stereotip:
Öznitelik: **epsgKodu** Tipi: CharacterString Tanım: Elipsoidin tanımlanmış EPSG kodunu belirtir. Çokluk: Stereotip:
Öznitelik: **kucukYariEksen** Tipi: CharacterString Tanım: Elipsoidin küçük yarı eksen değerini tanımlar. Çokluk: Stereotip:

7.3.2.3 Kod Listeleri

 © Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, 2020

DatumAdiDegeri

Tanım:
Datumlar arası dönüşümlerde kullanılan parametrelerin geçerli olduğu alanın geometrisinin tutulduğu nesnedir.
Esneklik: Açık
Tanımlayıcı: http://cbstr.csb.gov.tr/kodlistesi/...
Stereotip: «codeList»
Değerler:
ED50
ETRS89
ITRF05
ITRF08
ITRF14
TUDKA99
TUREF(ITRF96)
WGS84

DatumTipiDegeri

Tanım
Datum düzeyini ifade eder.
Esneklik: Açık
Tanımlayıcı: http://cbstr.csb.gov.tr/kodlistesi/...
Stereotip: «codeList»
Değerler:
duseyDatum
yatayDatum

DonuklukAdiDegeri

Tanım:
Dönüklük türü değerini ifade eder.
Esneklik: Açık
Tanımlayıcı: http://cbstr.csb.gov.tr/kodlistesi/...
Stereotip: «codeList»
Değerler:
RX
Rx
Rxy
RY
Ry
RZ

ElipsoitAdiDegeri

Tanım:
Elipsoit adını ifade eder.
Esneklik: Açık
Tanımlayıcı: http://cbstr.csb.gov.tr/kodlistesi/...
Stereotip: «codeList»
Değerler:
GRS80
hayfordInternational
WGS84

© Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, 2020

GraviteDatumDegeri

Tanım:
Gravite referansını ifade eder.
Esneklik: Açık
Tanımlayıcı: http://cbstr.csb.gov.tr/kodlistesi/...
Stereotip: «codeList»
Değerler:
TRGravnet

GridAdiDegeri

Tanım:
Grid türünün değerini ifade eder.
Esneklik: Açık
Tanımlayıcı: http://cbstr.csb.gov.tr/kodlistesi/...
Stereotip: «codeList»
Değerler:
esitAlanGrid
paftaBolumlenmesi

GridDuzeyBirimi

Tanım:
Gridin tanımladığı birim ifade eder.
Esneklik: Açık
Tanımlayıcı: http://cbstr.csb.gov.tr/kodlistesi/...
Stereotip: «codeList»
Değerler:
derece
metre

GridDuzeyDegeri

Tanım:
Grid düzey değerini ifade eder.
Esneklik: Açık
Tanımlayıcı: http://cbstr.csb.gov.tr/kodlistesi/...
Stereotip: «codeList»
Değerler:
1000
10000
100000
100000m
10000m
1000m
100m
10m
1m
2000
25000
250000
5000
50000

GridDuzeyTipi

Tanım:
Gridin düzey değerinin tipini ifade eder.
Esneklik: Açık
Tanımlayıcı: http://cbstr.csb.gov.tr/kodlistesi/...
Stereotip: «codeList»
Değerler:
esitAlanDegeri
paftaBolumlenmesi

 © Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, 2020

OlcekAdiDegeri

Tanım:
Ölçek adı değerini ifade eder.
Esneklik: Açık
Tanımlayıcı: http://cbstr.csb.gov.tr/kodlistesi/...
Stereotip: «codeList»
Değerler:
s
sX
sx
sy
sY
sZ

OtelemeAdiDegeri

Tanım:
Öteleme adı değerlerini ifade eder.
Esneklik: Açık
Tanımlayıcı: http://cbstr.csb.gov.tr/kodlistesi/...
Stereotip: «codeList»
Değerler:
TX
Tx
Ty
TY
TZ

YontemAdiDegeri

Tanım:
Yöntem değerlerini ifade eder.
Esneklik: Açık
Tanımlayıcı: http://cbstr.csb.gov.tr/kodlistesi/...
Stereotip: «codeList»
Değerler:
2boyutlu4parametre
2boyutlu6parametre
3boyutlu7parametre
3boyutlu9parametre
enlemBoylamFarklari
polinom

YukseklikDegeri

Tanım:
Yükseklik değeri referansını ifade eder.
Esneklik: Açık
Tanımlayıcı: http://cbstr.csb.gov.tr/kodlistesi/...
Stereotip: «codeList»
Değerler:
helmertOrtometrik

7.3.3 Harici Kod Listeleri

 © Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, 2020

Bu uygulama şemasında yer alan kod listeleri, bu bölümdeki tablolarda belirtilmiştir.

7.3.3.1 Yönetim ve Yetkili Kaynak

Kod listesi	Yönetim	Yetkili Kaynak
DatumAdiDegeri	Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü	Harita Genel Müdürlüğü
DatumTipiDegeri	Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü	Harita Genel Müdürlüğü
DonuklukAdiDegeri	Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü	Harita Genel Müdürlüğü
ElipsoitAdiDegeri	Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü	Harita Genel Müdürlüğü
GraviteDatumDegeri	Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü	Harita Genel Müdürlüğü
GridAdiDegeri	Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü	Harita Genel Müdürlüğü
GridDuzeyDegeri	Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü	Harita Genel Müdürlüğü
GridDuzeyiBirimi	Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü	Harita Genel Müdürlüğü
GridDuzeyTipi	Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü	Harita Genel Müdürlüğü
OlcekAdiDegeri	Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü	Harita Genel Müdürlüğü
OtelemeAdiDegeri	Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü	Harita Genel Müdürlüğü
YontemAdiDegeri	Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü	Harita Genel Müdürlüğü
YukseklikDegeri	Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü	Harita Genel Müdürlüğü

7.3.3.2 Bulunurluk

Kod listesi	Bulunurluk	Format (HTML, XML vb.)
DatumAdiDegeri	<uri adresi>	<format>
DatumTipiDegeri	<uri adresi>	<format>
DonuklukAdiDegeri	<uri adresi>	<format>
ElipsoitAdiDegeri	<uri adresi>	<format>
GraviteDatumDegeri	<uri adresi>	<format>
GridAdiDegeri	<uri adresi>	<format>
GridDuzeyDegeri	<uri adresi>	<format>
GridDuzeyiBirimi	<uri adresi>	<format>
GridDuzeyTipi	<uri adresi>	<format>
OlcekAdiDegeri	<uri adresi>	<format>
OtelemeAdiDegeri	<uri adresi>	<format>
YontemAdiDegeri	<uri adresi>	<format>
YukseklikDegeri	<uri adresi>	<format>

7.3.3.3 Kod Listesi Değerlerine Dair Kurallar

Kod listelerine ait değerler detay kataloğunda belirtilmiştir. Bunun dışında kod listesi değerlerine dair kural tanımı yapılmamıştır.

 © Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, 2020

Kaynakça

Aktuğ, B., 2005. Referans Sistemlerinin Zamansal Evrimi ve Türkiye İçin Ulusal Bir Model: TURES-96, Harita Dergisi, 133.

Aktuğ, B., Kılıçoğlu, A. ve Lenk, O. 2011a.INSPIRE Direktifi Kapsamında Avrupa Yersel Referans Sistemi-1989 ve Türkiye Ulusal Referans Çerçevesinin İncelenmesi, Harita Dergisi, 143.

Aktuğ, B., Seymen, S., Kurt, M., Parmaksız, E., Lenk, O., Sezer, S, Özdemir, S., 2011b. ED-50 (European Datum-1950) ile TUREF (Türkiye Ulusal Referans Çerçevesi) Arasında Datum Dönüşümü, Harita Dergisi, 146.

Aktuğ, B.., Kurt, M., Parmaksız, E., Lenk, O., Erkan, Y., Aysezen, Ş., 2011c. Türkiye'de Sabit GNSS İstasyonlarının Tarihi ve Türkiye Ulusal Sabit GPS İstasyonları Ağı-Aktif (TUSAGA-AKTİF), 13. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, 18-22 Nisan, Ankara.

Aydınoğlu, A.Ç., Tın, E., Lenk, O., Çobanoğlu, S., Toksoy, A., Güney, M., Kara, A., Bovkır, R., 2018. Coğrafi Veri Altyapısı, INSPIRE Direktifinin Uygulanmasına Yönelik Yatay Sektörde Kapasite Geliştirme için Teknik Destek Projesi – Eğitim Kitabı, CBS Genel Müdürlüğü, http://webdosya.csb.gov.tr/db/cbs/icerikler/inspire-booklet_v2-20180626135558.pdf.

Ayan, T., Astrogeodatische Geoidberechnung für das Gebiet der Türkei. Diss.Karlsruhe, 1976.

Ayan, T., 1976 Türkiye Geoidi, Harita Dergisi, Sayı 85, sayfa 5-17, 1978.

Gürkan, O.: Astrojeodezik ağların deformasyonu ve Türkiye I. Derece triyangülasyon ağı. KTÜ Yayın No. 104, YBF Yayın no. 21, KTÜ Yer Bilimleri Fakültesi, Trabzon, 1978.

Ayhan, M.E., E. Bank, O. Lenk, H.A. Şeker, South-Western Anatolia (aegean Region) Doppler Geoid. Boll. di Geod. e Sci. Aff., Anno XLVI, No.4, pp.293-308, 1987.

Ayhan, M.E., Türkiye Jeoidi – 1991 (TG-91), Harita Dergisi, Sayı 108, s. 1-17, Ankara, 1992.

Ayhan, M.E, Demir, C., 1992. Türkiye Ulusal Düşey Kontrol (Nivelman) Ağı-1992 (TUDKA-92). Harita Dergisi, sayı 109.

Ayhan, M.E., Geoid determination in Turkey (TG-91). Bull. Geod., Vol. 167, No. 1, pp. 10-22, 1993.

Ayhan, M.E., A. Kılıçoğlu: Türkiye Doppler Jeoidi (TDJ), Prof.Dr.H. Wolf Jeodezi Sempozyumu, s: 09-435, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul, 1993.

Ayhan, M.E. ve O. Alp: Türkiye Astrojeodezik Jeoidi – 1994 (TAG-94). İç Rapor, No. Jeof-94-2. Harita Genel Komutanlığı, Ankara, 1994.

Ayhan, M.E., C. Demir, O. Lenk, A. Kılıçoğlu, B. Aktuğ, M. Açıkgöz, O. Fırat, Y.S. Şengün, A. Cingöz, M.A. Gürdal, A.İ. Kurt, M. Ocak, A. Türkezer, H. Yıldız, N. Bayazıt, M. Ata, Y. Çağlar, A. Özerkan 2002, Türkiye Ulusal Temel GPS Ağı-1999A (TUTGA-99A), Harita Dergisi Özel Sayı, No.16.

Bildirici, Ö., Türkiye'de Büyük ve Orta Ölçekli Harita Yapımında Kullanılan Projeksiyon Sistemleri", TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, 16. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, 3-6 Mayıs 2017, Ankara.

Çobanoğlu, S., Coğrafi Bilgi Sisteminin Fiziki Coğrafya Konuları Uygulamalarında ve Öğretiminde Kullanılması, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi – Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara-2003.

Demirkol, E.Ö., Gürdal, M.A., Yıldırım, A. Avrupa Datumu 1950 (European Datum 1950: ED-50) ile Dünya Jeodezik Sistemi 1984 (World Geodetıc System 1984: WGS84) Arasında Datum (koordinat) Dönüşümü ve Askeri Uygulamaları, http://www.hgk.msb.gov.tr/haritalar_projeler/bildiriler/jeodezi/ozet(html)/jeo_tek_bil6.html.

Direnç, A., Simav, M., Türkezer, A., Kurt, A.İ., Kurt, M., Türkiye'de Jeoit Belirleme Çalışmaları, TUJK 2012, Türkiye Ulusal Yükseklik Sisteminin Modernizasyonu, 28-30 Mart 2012, Bülent Ecevit Üniversitesi, Zonguldak.

Doğan, U., Global Datumdan – Yerel Datuma Dönüşümde Yüksekliğin Yatay Konuma Etkisi, YTÜ, Jeodezi ve Foto. Müh. 2000 yılı seminerleri, İN. JFM –03.002, Haziran, İstanbul, 2000.

Fırat, O., Lenk, O.,2002. Türkiye Ulusal Temel GPS Ağı (TUTGA99A) ile Avrupa Datumu 1950-(ED-50) Arasındaki Dönüşüm, TUJK 2002 Yılı Çalıştayı: Tektonik ve Jeodezik Ağlar Çalıştayı, 10 – 12 Ekim 2002, İznik.

Hofmann, B., Lichtenegger, H. and Collins, J., 1992. GPS Theory and Practice, Springer-Verlag Wien New York.

Jekeli, C., 2006. Geometric Reference Systems in Geodesy, Division of Geodesy and Geospatial Science, School of Earth Sciences, Ohio State University.

Kılıçoğlu, A. (2002) Güncelleştirilmiş Türkiye Jeoidi –1999A (TG99A), TUJK 2002 Yılı Bilimsel Toplantısı, Tektonik ve Jeodezik Ağlar Çalıştayı Bildiri Kitabı, İznik.

Kılıçoğlu, A., Direnç, A., Simav, M., Lenk, O., Aktuğ, B., Yıldız, H., 2008. Evaluation of The Earth Gravitatıonal Model 2008 in Turkey, Newton's Bulletin, Special Issue: External Quality Evaluation Reports of EGM08, 4, 144-164.

Kılıçoğlu, A. ve Fırat, O., 2003. Büyük Ölçekli Harita Üretiminde GPS ile Ortometrik Yükseklik Belirlemeye Yönelik Jeoid Modelleme ve Uygulamalar, Türkiye Ulusal Jeodezi Komisyonu 2003 Yılı Bilimsel Toplantısı, Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Jeodezik Ağlar Çalıştayı, 27-34.

Kılıçoğlu, A., Fırat, O. ve Demir, C., 2005. Yeni Türkiye Jeoidi (TG-03)'nin Hesabında Kullanılan Ölçüler ve Yöntemler, Türkiye Ulusal Jeodezi Komisyonu 2005 Yılı Bilimsel Toplantısı, Jeoid ve Düşey Datum Çalıştayı, 53-65.

Kılıçoğlu, A., Yıldız, H., Direnç, A., Lenk, O., Bağcı, H. ve Simav, M., 2009. Türkiye Jeoidi (TG09)'nin Hesabında Kullanılan Ölçüler ve Yöntemler. Bakanlıklararası Harita İşlerini Koordinasyon ve Planlama Kurulu (BHIKPK) 1. Sempozyumu, ODTÜ Kültür ve Kongre Merkezi, Şubat, Ankara.

Krakiwsky, E.J., Wells, D.E., 1971. Coordinate Systems in Geodesy, Lecture Notes:16, Department of Geodesy and Geomatics Engineering, University of New Brunswick.

Iliffe, J., 2003. Datums and Map Projections for remote sensing, GIS, and surveying, Whittles Publishing.

Mueller, I., 1985, Reference coordinate systems and frames: concepts and realization, Bull.Geod. 59, 181-188.

Soler, T., 1976, "On differential transformations between Cartesian and curvilinear (geodetic) coordinates." Report No. 236, Dept. of Geodetic Science, Ohio State Univ., Columbus, Ohio.

Soler, T., 1998, "A compendium of transformation formulas useful in GPS work." J. Geod., 72(7-8), 482-490.

Robinson, A.H., Morrison, J.L., Muehrcke, P.C., Kimerling A.J., Guptill S.C. – Elements of Cartography 6. Baskı- John Wiley & Sons. Inc.-1995.

Uçar, D., İpbüker, C., Bildirici, İ.Ö., 2004. Matematiksel Kartografya: Harita Projeksiyonları Teorisi ve Uygulamaları, Atlas yayın dağıtım, İstanbul.

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

Yerci, M., Harita Projeksiyonları Ders Notları, T.C. Selçuk Üniversitesi Mühendislik – Mimarlık Fakültesi (Yayın no.:37)-Konya-1997

https://www.google.com.tr/search?q=1:25+000+scale+topographic+map+pictures&tbhttp://ica-proj.kartografija.hr/conics.en.html

Resmi Gazete, 2018. BÖHHBÜY-Büyük Ölçekli Harita ve Harita Bilgileri Üretim Yönetmeliği, 26.06.2018.

http://webdosya.csb.gov.tr/csb/dokumanlar/cbs0007.pdf Türkiye Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemleri Standartlarının Belirlenmesi Projesi: TUCBS.JD Jeodezi Veri Teması

 © Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, 2020

EK-1 Türkiye'de Kullanılan Koordinat Sistemleri

1. EPSG:5250 TUREF

```
GEOCCS["TUREF",
    DATUM["Turkish_National_Reference_Frame",
        SPHEROID["GRS 1980",6378137,298.257222101,
            AUTHORITY["EPSG","7019"]],
        AUTHORITY["EPSG","1057"]],
    PRIMEM["Greenwich",0,
        AUTHORITY["EPSG","8901"]],
    UNIT["metre",1,
        AUTHORITY["EPSG","9001"]],
    AXIS["Geocentric X",OTHER],
    AXIS["Geocentric Y",OTHER],
    AXIS["Geocentric Z",NORTH],
    AUTHORITY["EPSG","5250"]]
```

2. EPSG:5251 TUREF

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
 <gml:GeodeticCRS xmlns:epsg="urn:x-ogp:spec:schema-xsd:EPSG:1.0:dataset"
xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml/3.2" xmlns:xlink="http://www.w3.org/1999/xlink" gml:id="ogp-crs-
5251">
  <gml:metaDataProperty>
    <epsg:CommonMetaData>
      <epsg:type>geographic 3D</epsg:type>
      <epsg:informationSource>General Command of Mapping via EuroGeographics; http://www.crs-
geo.eu/</epsg:informationSource>
      <epsg:revisionDate>2010-09-06</epsg:revisionDate>
      <epsg:changes>
        <epsg:changeID xlink:href="urn:ogc:def:change-request:EPSG::2010.085" />
      </epsg:changes>
      <epsg:show>true</epsg:show>
      <epsg:isDeprecated>false</epsg:isDeprecated>
    </epsg:CommonMetaData>
  </gml:metaDataProperty>
  <gml:metaDataProperty>
    <epsg:CRSMetaData>
      <epsg:projectionConversion xlink:href="urn:ogc:def:coordinateOperation:EPSG::15592" />
      <epsg:sourceGeographicCRS xlink:href="urn:ogc:def:crs:EPSG::5250" />
    </epsg:CRSMetaData>
  </gml:metaDataProperty>
  <gml:identifier codeSpace="OGP">urn:ogc:def:crs:EPSG::5251</gml:identifier>
  <gml:name>TUREF</gml:name>
  <gml:domainOfValidity xlink:href="urn:ogc:def:area:EPSG::1237" />
  <gml:scope>Geodetic survey.</gml:scope>
  <gml:ellipsoidalCS xlink:href="urn:ogc:def:cs:EPSG::6423" />
  <gml:geodeticDatum xlink:href="urn:ogc:def:datum:EPSG::1057" />
</gml:GeodeticCRS>
```

3. EPSG:5252 TUREF

```
GEOGCS["TUREF",
    DATUM["Turkish_National_Reference_Frame",
        SPHEROID["GRS 1980",6378137,298.257222101,
            AUTHORITY["EPSG","7019"]],
        TOWGS84[0,0,0,0,0,0,0],
```

 © Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, 2020

```
    AUTHORITY["EPSG","1057"]],
  PRIMEM["Greenwich",0,
    AUTHORITY["EPSG","8901"]],
  UNIT["degree",0.0174532925199433,
    AUTHORITY["EPSG","9122"]],
  AUTHORITY["EPSG","5252"]]
```

4. EPSG:5253 TUREF / TM27

```
PROJCS["TUREF / TM27",
  GEOGCS["TUREF",
    DATUM["Turkish_National_Reference_Frame",
      SPHEROID["GRS 1980",6378137,298.257222101,
        AUTHORITY["EPSG","7019"]],
      TOWGS84[0,0,0,0,0,0,0],
      AUTHORITY["EPSG","1057"]],
    PRIMEM["Greenwich",0,
      AUTHORITY["EPSG","8901"]],
    UNIT["degree",0.0174532925199433,
      AUTHORITY["EPSG","9122"]],
    AUTHORITY["EPSG","5252"]],
  PROJECTION["Transverse_Mercator"],
  PARAMETER["latitude_of_origin",0],
  PARAMETER["central_meridian",27],
  PARAMETER["scale_factor",1],
  PARAMETER["false_easting",500000],
  PARAMETER["false_northing",0],
  UNIT["metre",1,
    AUTHORITY["EPSG","9001"]],
  AUTHORITY["EPSG","5253"]]
```

5. EPSG:5254 TUREF / TM30

```
PROJCS["TUREF / TM30",
  GEOGCS["TUREF",
    DATUM["Turkish_National_Reference_Frame",
      SPHEROID["GRS 1980",6378137,298.257222101,
        AUTHORITY["EPSG","7019"]],
      TOWGS84[0,0,0,0,0,0,0],
      AUTHORITY["EPSG","1057"]],
    PRIMEM["Greenwich",0,
      AUTHORITY["EPSG","8901"]],
    UNIT["degree",0.0174532925199433,
      AUTHORITY["EPSG","9122"]],
    AUTHORITY["EPSG","5252"]],
  PROJECTION["Transverse_Mercator"],
  PARAMETER["latitude_of_origin",0],
  PARAMETER["central_meridian",30],
  PARAMETER["scale_factor",1],
  PARAMETER["false_easting",500000],
  PARAMETER["false_northing",0],
  UNIT["metre",1,
    AUTHORITY["EPSG","9001"]],
  AUTHORITY["EPSG","5254"]]
```

6. EPSG:5255 TUREF / TM33

 © Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, 2020

```
PROJCS["TUREF / TM33",
    GEOGCS["TUREF",
        DATUM["Turkish_National_Reference_Frame",
            SPHEROID["GRS 1980",6378137,298.257222101,
                AUTHORITY["EPSG","7019"]],
            TOWGS84[0,0,0,0,0,0,0],
            AUTHORITY["EPSG","1057"]],
        PRIMEM["Greenwich",0,
            AUTHORITY["EPSG","8901"]],
        UNIT["degree",0.0174532925199433,
            AUTHORITY["EPSG","9122"]],
        AUTHORITY["EPSG","5252"]],
    PROJECTION["Transverse_Mercator"],
    PARAMETER["latitude_of_origin",0],
    PARAMETER["central_meridian",33],
    PARAMETER["scale_factor",1],
    PARAMETER["false_easting",500000],
    PARAMETER["false_northing",0],
    UNIT["metre",1,
        AUTHORITY["EPSG","9001"]],
    AUTHORITY["EPSG","5255"]]
```

7. EPSG:5256 TUREF / TM36

```
PROJCS["TUREF / TM36",
    GEOGCS["TUREF",
        DATUM["Turkish_National_Reference_Frame",
            SPHEROID["GRS 1980",6378137,298.257222101,
                AUTHORITY["EPSG","7019"]],
            TOWGS84[0,0,0,0,0,0,0],
            AUTHORITY["EPSG","1057"]],
        PRIMEM["Greenwich",0,
            AUTHORITY["EPSG","8901"]],
        UNIT["degree",0.0174532925199433,
            AUTHORITY["EPSG","9122"]],
        AUTHORITY["EPSG","5252"]],
    PROJECTION["Transverse_Mercator"],
    PARAMETER["latitude_of_origin",0],
    PARAMETER["central_meridian",36],
    PARAMETER["scale_factor",1],
    PARAMETER["false_easting",500000],
    PARAMETER["false_northing",0],
    UNIT["metre",1,
        AUTHORITY["EPSG","9001"]],
    AUTHORITY["EPSG","5256"]]
```

8. EPSG:5257 TUREF / TM39

```
PROJCS["TUREF / TM39",
    GEOGCS["TUREF",
        DATUM["Turkish_National_Reference_Frame",
            SPHEROID["GRS 1980",6378137,298.257222101,
                AUTHORITY["EPSG","7019"]],
            TOWGS84[0,0,0,0,0,0,0],
            AUTHORITY["EPSG","1057"]],
        PRIMEM["Greenwich",0,
            AUTHORITY["EPSG","8901"]],
        UNIT["degree",0.0174532925199433,
            AUTHORITY["EPSG","9122"]],
```

 © Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, 2020

```
    AUTHORITY["EPSG","5252"]],
  PROJECTION["Transverse_Mercator"],
  PARAMETER["latitude_of_origin",0],
  PARAMETER["central_meridian",39],
  PARAMETER["scale_factor",1],
  PARAMETER["false_easting",500000],
  PARAMETER["false_northing",0],
  UNIT["metre",1,
    AUTHORITY["EPSG","9001"]],
  AUTHORITY["EPSG","5257"]]
```

9. EPSG:5258 TUREF / TM42

```
PROJCS["TUREF / TM42",
  GEOGCS["TUREF",
    DATUM["Turkish_National_Reference_Frame",
      SPHEROID["GRS 1980",6378137,298.257222101,
        AUTHORITY["EPSG","7019"]],
      TOWGS84[0,0,0,0,0,0,0],
      AUTHORITY["EPSG","1057"]],
    PRIMEM["Greenwich",0,
      AUTHORITY["EPSG","8901"]],
    UNIT["degree",0.0174532925199433,
      AUTHORITY["EPSG","9122"]],
    AUTHORITY["EPSG","5252"]],
  PROJECTION["Transverse_Mercator"],
  PARAMETER["latitude_of_origin",0],
  PARAMETER["central_meridian",42],
  PARAMETER["scale_factor",1],
  PARAMETER["false_easting",500000],
  PARAMETER["false_northing",0],
  UNIT["metre",1,
    AUTHORITY["EPSG","9001"]],
  AUTHORITY["EPSG","5258"]]
```

10. EPSG:5259 TUREF / TM45

```
PROJCS["TUREF / TM45",
  GEOGCS["TUREF",
    DATUM["Turkish_National_Reference_Frame",
      SPHEROID["GRS 1980",6378137,298.257222101,
        AUTHORITY["EPSG","7019"]],
      TOWGS84[0,0,0,0,0,0,0],
      AUTHORITY["EPSG","1057"]],
    PRIMEM["Greenwich",0,
      AUTHORITY["EPSG","8901"]],
    UNIT["degree",0.0174532925199433,
      AUTHORITY["EPSG","9122"]],
    AUTHORITY["EPSG","5252"]],
  PROJECTION["Transverse_Mercator"],
  PARAMETER["latitude_of_origin",0],
  PARAMETER["central_meridian",45],
  PARAMETER["scale_factor",1],
  PARAMETER["false_easting",500000],
  PARAMETER["false_northing",0],
  UNIT["metre",1,
    AUTHORITY["EPSG","9001"]],
  AUTHORITY["EPSG","5259"]]
```

 © Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, 2020

11. EPSG:5637 TUREF / LCC Europe

```
PROJCS["TUREF / LCC Europe",
    GEOGCS["TUREF",
        DATUM["Turkish_National_Reference_Frame",
            SPHEROID["GRS 1980",6378137,298.257222101,
                AUTHORITY["EPSG","7019"]],
            TOWGS84[0,0,0,0,0,0,0],
            AUTHORITY["EPSG","1057"]],
        PRIMEM["Greenwich",0,
            AUTHORITY["EPSG","8901"]],
        UNIT["degree",0.0174532925199433,
            AUTHORITY["EPSG","9122"]],
        AUTHORITY["EPSG","5252"]],
    PROJECTION["Lambert_Conformal_Conic_2SP"],
    PARAMETER["standard_parallel_1",35],
    PARAMETER["standard_parallel_2",65],
    PARAMETER["latitude_of_origin",52],
    PARAMETER["central_meridian",10],
    PARAMETER["false_easting",4000000],
    PARAMETER["false_northing",2800000],
    UNIT["metre",1,
        AUTHORITY["EPSG","9001"]],
    AUTHORITY["EPSG","5637"]]
```

12. EPSG:5636 TUREF / LAEA Europe

```
PROJCS["TUREF / LAEA Europe",
    GEOGCS["TUREF",
        DATUM["Turkish_National_Reference_Frame",
            SPHEROID["GRS 1980",6378137,298.257222101,
                AUTHORITY["EPSG","7019"]],
            TOWGS84[0,0,0,0,0,0,0],
            AUTHORITY["EPSG","1057"]],
        PRIMEM["Greenwich",0,
            AUTHORITY["EPSG","8901"]],
        UNIT["degree",0.0174532925199433,
            AUTHORITY["EPSG","9122"]],
        AUTHORITY["EPSG","5252"]],
    PROJECTION["Lambert_Azimuthal_Equal_Area"],
    PARAMETER["latitude_of_center",52],
    PARAMETER["longitude_of_center",10],
    PARAMETER["false_easting",4321000],
    PARAMETER["false_northing",3210000],
    UNIT["metre",1,
        AUTHORITY["EPSG","9001"]],
    AUTHORITY["EPSG","5636"]]
```

13. EPSG:5775 Antalya height

```
VERT_CS["Antalya height",
    VERT_DATUM["Antalya",2005,
        AUTHORITY["EPSG","5173"]],
    UNIT["metre",1,
        AUTHORITY["EPSG","9001"]],
    AXIS["Up",UP],
    AUTHORITY["EPSG","5775"]]
```


© Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, 2020

14. EPSG:4230 ED50

```
GEOGCS["ED50",
    DATUM["European_Datum_1950",
        SPHEROID["International 1924",6378388,297,
            AUTHORITY["EPSG","7022"]],
        TOWGS84[-87,-98,-121,0,0,0,0],
        AUTHORITY["EPSG","6230"]],
    PRIMEM["Greenwich",0,
        AUTHORITY["EPSG","8901"]],
    UNIT["degree",0.0174532925199433,
        AUTHORITY["EPSG","9122"]],
    AUTHORITY["EPSG","4230"]]
```

15. EPSG:2319 ED50 / TM27

```
PROJCS["ED50 / TM27",
    GEOGCS["ED50",
        DATUM["European_Datum_1950",
            SPHEROID["International 1924",6378388,297,
                AUTHORITY["EPSG","7022"]],
            TOWGS84[-87,-98,-121,0,0,0,0],
            AUTHORITY["EPSG","6230"]],
        PRIMEM["Greenwich",0,
            AUTHORITY["EPSG","8901"]],
        UNIT["degree",0.0174532925199433,
            AUTHORITY["EPSG","9122"]],
        AUTHORITY["EPSG","4230"]],
    PROJECTION["Transverse_Mercator"],
    PARAMETER["latitude_of_origin",0],
    PARAMETER["central_meridian",27],
    PARAMETER["scale_factor",1],
    PARAMETER["false_easting",500000],
    PARAMETER["false_northing",0],
    UNIT["metre",1,
        AUTHORITY["EPSG","9001"]],
    AUTHORITY["EPSG","2319"]]
```

16. EPSG:2320 ED50 / TM30

```
PROJCS["ED50 / TM30",
    GEOGCS["ED50",
        DATUM["European_Datum_1950",
            SPHEROID["International 1924",6378388,297,
                AUTHORITY["EPSG","7022"]],
            TOWGS84[-87,-98,-121,0,0,0,0],
            AUTHORITY["EPSG","6230"]],
        PRIMEM["Greenwich",0,
            AUTHORITY["EPSG","8901"]],
        UNIT["degree",0.0174532925199433,
            AUTHORITY["EPSG","9122"]],
        AUTHORITY["EPSG","4230"]],
    PROJECTION["Transverse_Mercator"],
    PARAMETER["latitude_of_origin",0],
    PARAMETER["central_meridian",30],
    PARAMETER["scale_factor",1],
    PARAMETER["false_easting",500000],
```

 © Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, 2020

```
    PARAMETER["false_northing",0],
    UNIT["metre",1,
        AUTHORITY["EPSG","9001"]],
    AUTHORITY["EPSG","2320"]]
```

17. EPSG:2321 ED50 / TM33

```
PROJCS["ED50 / TM33",
    GEOGCS["ED50",
        DATUM["European_Datum_1950",
            SPHEROID["International 1924",6378388,297,
                AUTHORITY["EPSG","7022"]],
            TOWGS84[-87,-98,-121,0,0,0,0],
            AUTHORITY["EPSG","6230"]],
        PRIMEM["Greenwich",0,
            AUTHORITY["EPSG","8901"]],
        UNIT["degree",0.0174532925199433,
            AUTHORITY["EPSG","9122"]],
        AUTHORITY["EPSG","4230"]],
    PROJECTION["Transverse_Mercator"],
    PARAMETER["latitude_of_origin",0],
    PARAMETER["central_meridian",33],
    PARAMETER["scale_factor",1],
    PARAMETER["false_easting",500000],
    PARAMETER["false_northing",0],
    UNIT["metre",1,
        AUTHORITY["EPSG","9001"]],
    AUTHORITY["EPSG","2321"]]
```

18. EPSG:2322 ED50 / TM36

```
PROJCS["ED50 / TM36",
    GEOGCS["ED50",
        DATUM["European_Datum_1950",
            SPHEROID["International 1924",6378388,297,
                AUTHORITY["EPSG","7022"]],
            TOWGS84[-87,-98,-121,0,0,0,0],
            AUTHORITY["EPSG","6230"]],
        PRIMEM["Greenwich",0,
            AUTHORITY["EPSG","8901"]],
        UNIT["degree",0.0174532925199433,
            AUTHORITY["EPSG","9122"]],
        AUTHORITY["EPSG","4230"]],
    PROJECTION["Transverse_Mercator"],
    PARAMETER["latitude_of_origin",0],
    PARAMETER["central_meridian",36],
    PARAMETER["scale_factor",1],
    PARAMETER["false_easting",500000],
    PARAMETER["false_northing",0],
    UNIT["metre",1,
        AUTHORITY["EPSG","9001"]],
    AUTHORITY["EPSG","2322"]]
```


© Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, 2020

19. EPSG:2323 ED50 / TM39

```
PROJCS["ED50 / TM39",
    GEOGCS["ED50",
        DATUM["European_Datum_1950",
            SPHEROID["International 1924",6378388,297,
                AUTHORITY["EPSG","7022"]],
            TOWGS84[-87,-98,-121,0,0,0,0],
            AUTHORITY["EPSG","6230"]],
        PRIMEM["Greenwich",0,
            AUTHORITY["EPSG","8901"]],
        UNIT["degree",0.0174532925199433,
            AUTHORITY["EPSG","9122"]],
        AUTHORITY["EPSG","4230"]],
    PROJECTION["Transverse_Mercator"],
    PARAMETER["latitude_of_origin",0],
    PARAMETER["central_meridian",39],
    PARAMETER["scale_factor",1],
    PARAMETER["false_easting",500000],
    PARAMETER["false_northing",0],
    UNIT["metre",1,
        AUTHORITY["EPSG","9001"]],
    AUTHORITY["EPSG","2323"]]
```

20. EPSG:2324 ED50 / TM42

```
PROJCS["ED50 / TM42",
    GEOGCS["ED50",
        DATUM["European_Datum_1950",
            SPHEROID["International 1924",6378388,297,
                AUTHORITY["EPSG","7022"]],
            TOWGS84[-87,-98,-121,0,0,0,0],
            AUTHORITY["EPSG","6230"]],
        PRIMEM["Greenwich",0,
            AUTHORITY["EPSG","8901"]],
        UNIT["degree",0.0174532925199433,
            AUTHORITY["EPSG","9122"]],
        AUTHORITY["EPSG","4230"]],
    PROJECTION["Transverse_Mercator"],
    PARAMETER["latitude_of_origin",0],
    PARAMETER["central_meridian",42],
    PARAMETER["scale_factor",1],
    PARAMETER["false_easting",500000],
    PARAMETER["false_northing",0],
    UNIT["metre",1,
        AUTHORITY["EPSG","9001"]],
    AUTHORITY["EPSG","2324"]]
```

21. EPSG:2325 ED50 / TM45

```
PROJCS["ED50 / TM45",
    GEOGCS["ED50",
        DATUM["European_Datum_1950",
            SPHEROID["International 1924",6378388,297,
                AUTHORITY["EPSG","7022"]],
            TOWGS84[-87,-98,-121,0,0,0,0],
            AUTHORITY["EPSG","6230"]],
        PRIMEM["Greenwich",0,
```

 © Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, 2020

```
        AUTHORITY["EPSG","8901"]],
      UNIT["degree",0.0174532925199433,
        AUTHORITY["EPSG","9122"]],
      AUTHORITY["EPSG","4230"]],
    PROJECTION["Transverse_Mercator"],
    PARAMETER["latitude_of_origin",0],
    PARAMETER["central_meridian",45],
    PARAMETER["scale_factor",1],
    PARAMETER["false_easting",500000],
    PARAMETER["false_northing",0],
    UNIT["metre",1,
      AUTHORITY["EPSG","9001"]],
    AUTHORITY["EPSG","2325"]]
```

22. EPSG:5269 TUREF / 3-degree Gauss-Kruger zone 9

```
PROJCS["TUREF / 3-degree Gauss-Kruger zone 9",
    GEOGCS["TUREF",
        DATUM["Turkish_National_Reference_Frame",
            SPHEROID["GRS 1980",6378137,298.257222101,
                AUTHORITY["EPSG","7019"]],
            TOWGS84[0,0,0,0,0,0,0],
            AUTHORITY["EPSG","1057"]],
        PRIMEM["Greenwich",0,
            AUTHORITY["EPSG","8901"]],
        UNIT["degree",0.0174532925199433,
            AUTHORITY["EPSG","9122"]],
        AUTHORITY["EPSG","5252"]],
    PROJECTION["Transverse_Mercator"],
    PARAMETER["latitude_of_origin",0],
    PARAMETER["central_meridian",27],
    PARAMETER["scale_factor",1],
    PARAMETER["false_easting",9500000],
    PARAMETER["false_northing",0],
    UNIT["metre",1,
        AUTHORITY["EPSG","9001"]],
    AUTHORITY["EPSG","5269"]]
```

23. EPSG:5270 TUREF / 3-degree Gauss-Kruger zone 10

```
PROJCS["TUREF / 3-degree Gauss-Kruger zone 10",
    GEOGCS["TUREF",
        DATUM["Turkish_National_Reference_Frame",
            SPHEROID["GRS 1980",6378137,298.257222101,
                AUTHORITY["EPSG","7019"]],
            TOWGS84[0,0,0,0,0,0,0],
            AUTHORITY["EPSG","1057"]],
        PRIMEM["Greenwich",0,
            AUTHORITY["EPSG","8901"]],
        UNIT["degree",0.0174532925199433,
            AUTHORITY["EPSG","9122"]],
        AUTHORITY["EPSG","5252"]],
    PROJECTION["Transverse_Mercator"],
    PARAMETER["latitude_of_origin",0],
    PARAMETER["central_meridian",30],
    PARAMETER["scale_factor",1],
    PARAMETER["false_easting",10500000],
    PARAMETER["false_northing",0],
    UNIT["metre",1,
```

 © Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, 2020

```
    AUTHORITY["EPSG","9001"]],
  AUTHORITY["EPSG","5270"]]
```

24. EPSG:5271 TUREF / 3-degree Gauss-Kruger zone 11

```
PROJCS["TUREF / 3-degree Gauss-Kruger zone 11",
  GEOGCS["TUREF",
    DATUM["Turkish_National_Reference_Frame",
      SPHEROID["GRS 1980",6378137,298.257222101,
        AUTHORITY["EPSG","7019"]],
      TOWGS84[0,0,0,0,0,0,0],
      AUTHORITY["EPSG","1057"]],
    PRIMEM["Greenwich",0,
      AUTHORITY["EPSG","8901"]],
    UNIT["degree",0.0174532925199433,
      AUTHORITY["EPSG","9122"]],
    AUTHORITY["EPSG","5252"]],
  PROJECTION["Transverse_Mercator"],
  PARAMETER["latitude_of_origin",0],
  PARAMETER["central_meridian",33],
  PARAMETER["scale_factor",1],
  PARAMETER["false_easting",11500000],
  PARAMETER["false_northing",0],
  UNIT["metre",1,
    AUTHORITY["EPSG","9001"]],
  AUTHORITY["EPSG","5271"]]
```

25. EPSG:5272 TUREF / 3-degree Gauss-Kruger zone 12

```
PROJCS["TUREF / 3-degree Gauss-Kruger zone 12",
  GEOGCS["TUREF",
    DATUM["Turkish_National_Reference_Frame",
      SPHEROID["GRS 1980",6378137,298.257222101,
        AUTHORITY["EPSG","7019"]],
      TOWGS84[0,0,0,0,0,0,0],
      AUTHORITY["EPSG","1057"]],
    PRIMEM["Greenwich",0,
      AUTHORITY["EPSG","8901"]],
    UNIT["degree",0.0174532925199433,
      AUTHORITY["EPSG","9122"]],
    AUTHORITY["EPSG","5252"]],
  PROJECTION["Transverse_Mercator"],
  PARAMETER["latitude_of_origin",0],
  PARAMETER["central_meridian",36],
  PARAMETER["scale_factor",1],
  PARAMETER["false_easting",12500000],
  PARAMETER["false_northing",0],
  UNIT["metre",1,
    AUTHORITY["EPSG","9001"]],
  AUTHORITY["EPSG","5272"]]
```

26. EPSG:5273 TUREF / 3-degree Gauss-Kruger zone 13

```
PROJCS["TUREF / 3-degree Gauss-Kruger zone 13",
  GEOGCS["TUREF",
    DATUM["Turkish_National_Reference_Frame",
      SPHEROID["GRS 1980",6378137,298.257222101,
        AUTHORITY["EPSG","7019"]],
```

 © Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, 2020

```
        TOWGS84[0,0,0,0,0,0,0],
        AUTHORITY["EPSG","1057"]],
    PRIMEM["Greenwich",0,
        AUTHORITY["EPSG","8901"]],
    UNIT["degree",0.0174532925199433,
        AUTHORITY["EPSG","9122"]],
    AUTHORITY["EPSG","5252"]],
  PROJECTION["Transverse_Mercator"],
  PARAMETER["latitude_of_origin",0],
  PARAMETER["central_meridian",39],
  PARAMETER["scale_factor",1],
  PARAMETER["false_easting",13500000],
  PARAMETER["false_northing",0],
  UNIT["metre",1,
    AUTHORITY["EPSG","9001"]],
  AUTHORITY["EPSG","5273"]]
```

27. EPSG:5274 TUREF / 3-degree Gauss-Kruger zone 14

```
PROJCS["TUREF / 3-degree Gauss-Kruger zone 14",
  GEOGCS["TUREF",
    DATUM["Turkish_National_Reference_Frame",
      SPHEROID["GRS 1980",6378137,298.257222101,
        AUTHORITY["EPSG","7019"]],
      TOWGS84[0,0,0,0,0,0,0],
      AUTHORITY["EPSG","1057"]],
    PRIMEM["Greenwich",0,
      AUTHORITY["EPSG","8901"]],
    UNIT["degree",0.0174532925199433,
      AUTHORITY["EPSG","9122"]],
    AUTHORITY["EPSG","5252"]],
  PROJECTION["Transverse_Mercator"],
  PARAMETER["latitude_of_origin",0],
  PARAMETER["central_meridian",42],
  PARAMETER["scale_factor",1],
  PARAMETER["false_easting",14500000],
  PARAMETER["false_northing",0],
  UNIT["metre",1,
    AUTHORITY["EPSG","9001"]],
  AUTHORITY["EPSG","5274"]]
```

28. EPSG:5275 TUREF / 3-degree Gauss-Kruger zone 15

```
PROJCS["TUREF / 3-degree Gauss-Kruger zone 15",
  GEOGCS["TUREF",
    DATUM["Turkish_National_Reference_Frame",
      SPHEROID["GRS 1980",6378137,298.257222101,
        AUTHORITY["EPSG","7019"]],
      TOWGS84[0,0,0,0,0,0,0],
      AUTHORITY["EPSG","1057"]],
    PRIMEM["Greenwich",0,
      AUTHORITY["EPSG","8901"]],
    UNIT["degree",0.0174532925199433,
      AUTHORITY["EPSG","9122"]],
    AUTHORITY["EPSG","5252"]],
  PROJECTION["Transverse_Mercator"],
  PARAMETER["latitude_of_origin",0],
  PARAMETER["central_meridian",45],
  PARAMETER["scale_factor",1],
```

 © Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, 2020

```
    PARAMETER["false_easting",15500000],
    PARAMETER["false_northing",0],
    UNIT["metre",1,
        AUTHORITY["EPSG","9001"]],
    AUTHORITY["EPSG","5275"]]
```

29. EPSG:4326 WGS 84

```
GEOGCS["WGS 84",
    DATUM["WGS_1984",
        SPHEROID["WGS 84",6378137,298.257223563,
            AUTHORITY["EPSG","7030"]],
        AUTHORITY["EPSG","6326"]],
    PRIMEM["Greenwich",0,
        AUTHORITY["EPSG","8901"]],
    UNIT["degree",0.0174532925199433,
        AUTHORITY["EPSG","9122"]],
    AUTHORITY["EPSG","4326"]]
```

30. EPSG: 3857 WGS 84 Spherical Mercator

```
PROJCS["WGS 84 / Pseudo-Mercator",
    GEOGCS["WGS 84",
        DATUM["WGS_1984",
            SPHEROID["WGS 84",6378137,298.257223563,
                AUTHORITY["EPSG","7030"]],
            AUTHORITY["EPSG","6326"]],
        PRIMEM["Greenwich",0,
            AUTHORITY["EPSG","8901"]],
        UNIT["degree",0.0174532925199433,
            AUTHORITY["EPSG","9122"]],
        AUTHORITY["EPSG","4326"]],
    PROJECTION["Mercator_1SP"],
    PARAMETER["central_meridian",0],
    PARAMETER["scale_factor",1],
    PARAMETER["false_easting",0],
    PARAMETER["false_northing",0],
    UNIT["metre",1,
        AUTHORITY["EPSG","9001"]],
    AXIS["X",EAST],
    AXIS["Y",NORTH],
    EXTENSION["PROJ4","+proj=merc +a=6378137 +b=6378137 +lat_ts=0.0 +lon_0=0.0 +x_0=0.0 +y_0=0
+k=1.0 +units=m +nadgrids=@null +wktext  +no_defs"],
    AUTHORITY["EPSG","3857"]]
```

31. EPSG:32635 WGS 84 / UTM zone 35N

```
PROJCS["WGS 84 / UTM zone 35N",
    GEOGCS["WGS 84",
        DATUM["WGS_1984",
            SPHEROID["WGS 84",6378137,298.257223563,
                AUTHORITY["EPSG","7030"]],
            AUTHORITY["EPSG","6326"]],
        PRIMEM["Greenwich",0,
            AUTHORITY["EPSG","8901"]],
        UNIT["degree",0.0174532925199433,
            AUTHORITY["EPSG","9122"]],
        AUTHORITY["EPSG","4326"]],
```

 © Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, 2020

```
    PROJECTION["Transverse_Mercator"],
    PARAMETER["latitude_of_origin",0],
    PARAMETER["central_meridian",27],
    PARAMETER["scale_factor",0.9996],
    PARAMETER["false_easting",500000],
    PARAMETER["false_northing",0],
    UNIT["metre",1,
        AUTHORITY["EPSG","9001"]],
    AXIS["Easting",EAST],
    AXIS["Northing",NORTH],
    AUTHORITY["EPSG","32635"]]
```

32. EPSG:32636 WGS 84 / UTM zone 36N

```
PROJCS["WGS 84 / UTM zone 36N",
    GEOGCS["WGS 84",
        DATUM["WGS_1984",
            SPHEROID["WGS 84",6378137,298.257223563,
                AUTHORITY["EPSG","7030"]],
            AUTHORITY["EPSG","6326"]],
        PRIMEM["Greenwich",0,
            AUTHORITY["EPSG","8901"]],
        UNIT["degree",0.0174532925199433,
            AUTHORITY["EPSG","9122"]],
        AUTHORITY["EPSG","4326"]],
    PROJECTION["Transverse_Mercator"],
    PARAMETER["latitude_of_origin",0],
    PARAMETER["central_meridian",33],
    PARAMETER["scale_factor",0.9996],
    PARAMETER["false_easting",500000],
    PARAMETER["false_northing",0],
    UNIT["metre",1,
        AUTHORITY["EPSG","9001"]],
    AXIS["Easting",EAST],
    AXIS["Northing",NORTH],
    AUTHORITY["EPSG","32636"]]
```

33. EPSG:32637 WGS 84 / UTM zone 37N

```
PROJCS["WGS 84 / UTM zone 37N",
    GEOGCS["WGS 84",
        DATUM["WGS_1984",
            SPHEROID["WGS 84",6378137,298.257223563,
                AUTHORITY["EPSG","7030"]],
            AUTHORITY["EPSG","6326"]],
        PRIMEM["Greenwich",0,
            AUTHORITY["EPSG","8901"]],
        UNIT["degree",0.0174532925199433,
            AUTHORITY["EPSG","9122"]],
        AUTHORITY["EPSG","4326"]],
    PROJECTION["Transverse_Mercator"],
    PARAMETER["latitude_of_origin",0],
    PARAMETER["central_meridian",39],
    PARAMETER["scale_factor",0.9996],
    PARAMETER["false_easting",500000],
    PARAMETER["false_northing",0],
    UNIT["metre",1,
        AUTHORITY["EPSG","9001"]],
    AXIS["Easting",EAST],
```

 © Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, 2020

```
    AXIS["Northing",NORTH],
    AUTHORITY["EPSG","32637"]]
```

34. EPSG:32638 WGS 84 / UTM zone 38N

```
PROJCS["WGS 84 / UTM zone 38N",
    GEOGCS["WGS 84",
        DATUM["WGS_1984",
            SPHEROID["WGS 84",6378137,298.257223563,
                AUTHORITY["EPSG","7030"]],
            AUTHORITY["EPSG","6326"]],
        PRIMEM["Greenwich",0,
            AUTHORITY["EPSG","8901"]],
        UNIT["degree",0.0174532925199433,
            AUTHORITY["EPSG","9122"]],
        AUTHORITY["EPSG","4326"]],
    PROJECTION["Transverse_Mercator"],
    PARAMETER["latitude_of_origin",0],
    PARAMETER["central_meridian",45],
    PARAMETER["scale_factor",0.9996],
    PARAMETER["false_easting",500000],
    PARAMETER["false_northing",0],
    UNIT["metre",1,
        AUTHORITY["EPSG","9001"]],
    AXIS["Easting",EAST],
    AXIS["Northing",NORTH],
    AUTHORITY["EPSG","32638"]]
```

 © Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, 2020