

AVRUPA DATUMU 1950 (EUROPEAN DATUM 1950: ED-50) İLE DÜNYA JEODEZİK SİSTEMİ 1984 (WORLD GEODETIC SYSTEM 1984: WGS84) ARASINDA DATUM (KOORDİNAT) DÖNÜŞÜMÜ VE ASKERİ UYGULAMALARI

E.Ömür DEMİRKOL, Mehmet Ali GÜRDAL, Abdullah YILDIRIM

ÖZET

Amerika Birleşik Devletleri (A.B.D) tarafından 1973 yılında uydulara dayalı NAVSTAR GPS (Navigation Satellite Timing and Ranging/Global Positioning System) konum belirleme sisteminin devreye sokulması konum belirlemede yeni ufuklar açmıştır. Noktalar arasında görüş zorunluluğu olmaksızın, her mevsimde, günün 24 saatinde ve her türlü hava koşulunda kesintisiz, yüksek doğrulukta koordinat belirleme olanağını sağlaması; sisteminin 1990 yılı başlarında haritacılık çalışmalarında kullanılabilir hale gelmesi; küçük, taşınabilir ve ucuz el GPS alıcılarının ticari pazarlara girmesi sonucu sivil ve askerî kullanıcılarının sisteme olan ilgisi yoğun biçimde artmıştır. GPS'in günümüzde kullanımı her alanda gittikçe artmakta olup haritacılık çalışmalarında konum belirlemenin vazgeçilmez teknolojisi haline gelmiştir. Günümüzde GPS'in kullanımına yalnızca askerî amaçlarla değil, aynı zaman da sivil ve bilimsel amaçlar için de özel ilgi gösterilmeye başlanmıştır.

A.B.D Silahlı Kuvvetleri içerisinde 1980 li yılların sonlarından itibaren yoğun olarak kullanılmaya başlanan GPS' in dayandığı WGS-84 datumunun, 1990 lı yılların başından itibaren NATO içerisindeki müşterek hareketlerde ve harita üretimlerinde kullanım zorunluluğu doğmuştur. Diğer taraftan, günümüzde kalkınma amaçlı harita üretimlerinde de GPS alıcıları ile WGS-84 sisteminde konum belirleme ve harita üretimi eğilimi iyice artmıştır. Bu gelişmeler doğrultusunda, ülkemizde askerî ve sivil amaçlarla 2001 yılına kadar Avrupa Datumu-1950 (European Datum-1950: ED-50) sisteminde üretilen 1/25.000, 1/50.000 ve 1/100.000 ölçekli topoğrafik haritaların 2002 yılından itibaren WGS-84 sisteminde üretimine geçilmiştir.

2001 yılına kadar üretilen haritaların ED-50 datumunda, 2002 yılından itibaren üretilen haritaların WGS-84 datumunda olması ve GPS alıcıları veya diğer yöntemlerle WGS-84 sisteminde belirlenen koordinatların ED-50 datumunda üretilmiş olan haritalar ile uyumunun sağlanması için uygulamada çeşitli sorunlarla karşılaşılacağı değerlendirilerek, bu yazıda, karşılaşılabilecek sorunlar ve bu sorunların çözümleri ele alınmıştır.

1. GİRİŞ

Haritacılık mesleğinin faaliyetlerinden birisi de yeryüzünün tümünün ya da bir bölümünün haritasını yapmaktır. Harita tanım olarak, yeryüzünün tümünün ya da bir bölümünün kuşbakışı görünümünün matematik yöntemler ile istenilen ölçeğe göre küçültülerek özel işaretleriyle belirli standartlarda bir düzlem üzerine çizilmiş bir örneğidir. Haritaların üretim ve kullanımı M.Ö.3500 yıllarına kadar uzanan uzun bir geçmişe sahip olup /1/, tüm insanlığın yaşamında önemli bir yere sahiptir. Haritaların kullanım amacına, ölçeğine, tipine vs. göre sınıflandırılması /2/ de gösterilmektedir.

Haritalar değişik amaçlarla üzerinden bilgi alınma amacıyla kullanılırlar. Yaşadığımız dünyanın şekli ile haritanın çizildiği düzlem arasında şekil bakımından çok büyük farklılık söz konusudur. Noktalara ilişkin koordinatlarla matematiksel işlemler yapılabilmesini sağlamak amacıyla, yeryüzünün gerçek şeklinin; matematiksel olarak tanımlanabilen ve herhangi bir elipsin eksenlerinden biri etrafında döndürülmesiyle oluşan bir dönel elipsoid ya da daha basit yaklaşımla küre gibi kapalı geometrik eğri yüzeyler olduğu varsayılır. Dünyanın şekli için hangi kapalı yüzey alınır alınsın, harita yapılırken bu eğri yüzey üzerindeki bilgilerin düzlem bir harita üzerine geçirilmesi gerekir. Bu tür kapalı eğri geometrik yüzeyler üzerindeki bilgilerin harita düzlemine geçirilmesi için matematik ve geometri kurallarından yararlanılmakta olup bu işleme harita projeksiyonu adı verilmektedir /3/.

Yeryüzündeki noktaların tanımlanabilmesi amacıyla kullanılan referans koordinat sistemi için kabul edilen başlangıca "datum" adı verilir. Harita veya arazi üzerindeki bir noktanın kabul edilen bir başlangıç sistemine göre yerini bulmak için bir referans koordinat sistemi tanımlanır; ayrıca bu kapsamda dünyanın gerçek şekline en uygun bir elipsoid ve koordinat sisteminin başlangıcı (datumu) seçilir ve tanımlanır. Bu amaçla, seçilen datuma genel olarak örneğin ED50 datumu, WGS84 datumu, Krassovsky 1940 vs. gibi kısa bir isim verilir. Uygulamada, noktaların yatay koordinatları için farklı bir datum, nokta yükseklikleri için başka bir datum seçilmektedir. Ülkeler, kendi durumlarına uygun bir datumu benimseyerek haritalarını üretirler. Haritalardaki nokta koordinatları, harita üretimi için seçilen datuma göre belirlenmektedir. Datum seçimine bağlı olarak, bir noktanın herhangi bir datumdaki koordinatları (enlem, boylam; sağa, yukarı değerler ile yükseklik) diğer datumdaki koordinatlarından farklılık gösterir.

Harita Genel Komutanlığı tarafından askeri ve sivil amaçlarla 2001 yılına kadar üretilen 1/25.000, 1/50.000 ve 1/100.000 ölçekli topoğrafik haritalarda kullanılan koordinat sistemi (datum) Avrupa Datumu-1950 (European Datum-1950: ED-50) sistemine göredir. Ancak, GPS teknolojisinde yaşanan gelişmelere bağlı olarak haritaların WGS-84 sisteminde üretiminin dünyada yaygınlaşmasına paralel olarak, Türkiye'nin 1/25.000, 1/50.000 ve 1/100.000 ölçekli topoğrafik haritalarının 2002 yılından itibaren WGS-84 sisteminde üretimine karar verilmiştir.

Ülkemizde 1/25.000, 1/50.000 ve 1/100.000 ölçekli Türkiye haritalarında yatay koordinatlar ED-50'ye göre, yükseklikler ise başlangıç olarak alınan ortalama deniz seviyesine göre tanımlanmıştır. Ancak GPS aletleri ile noktaların yatay koordinatları ile yükseklikleri WGS-84 sistemine (datumuna) göre belirlenmekte olup noktanın GPS ile belirlenen yüksekliği (elipsoid yüksekliği) ile ortalama deniz seviyesinden olan yüksekliği arasında bir farklılık söz konusudur.

Datum farklılığı nedeniyle, ED-50 datumunda üretilen herhangi bir Türkiye haritasındaki bir noktanın koordinatları ile aynı noktanın GPS aleti ile WGS84 datumunda belirlenen koordinatları birbirinden farklılık gösterir. Bu nedenle, noktanın WGS84 datumunda belirlenen yatay koordinatlarını kullanarak, bu noktayı doğrudan ED50 datumunda üretilmiş olan bir paftada işaretlemek yanlıştır. Bir noktanın ED-50 datumu ile WGS-84 datumunda belirlenen koordinatları arasındaki uyumu sağlamak için, noktanın ED50 ile WGS84 datumundaki koordinatları arasında hesaplanan koordinat düzeltme (kayıklık) veya dönüşüm değerlerinin bilinmesi gereklidir.

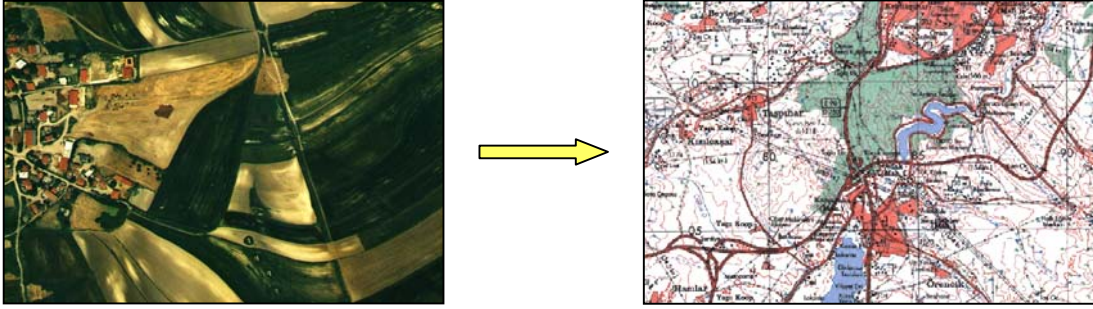
Ülkemizde ED-50 sisteminden WGS-84 sistemine geçiş sürecinde, her iki sistemdeki koordinatlarının birbirine dönüşümünde kullanılmak üzere, Harita Genel Komutanlığı tarafından; ED50 ile WGS84 datuamları arasındaki pafta bazındaki kayıklık değerleri eski ve yeni paftalara basılmaya ve pafta bazında sayısal (CD, disket, TSKNet, Internet vb. ortamda) ve kitapçıklarda "Koordinat Dönüşüm Tabloları" yayımlanmaya başlamıştır. İhtiyaç olacağı değerlendirilerek WGS84 datumunda üretilecek paftalarda da, WGS84' den ED50'ye koordinat dönüşümü için gerekli koordinat kayıklık değerleri basılacaktır. Diğer taraftan, Harita Genel Komutanlığınca konuyla ilgili olarak hazırlanan ders notlarının; TSKNet'te yayımlanması, sınıf okulları ve askerî okullarda okutulan topografya dersi müfredatına dahil edilmesi için gerekli çalışmalar yapılmış ve Harita Genel Komutanlığınca her yıl iki kez açılan Sayısal Haritacılık kursunda konuyla ilgili eğitim verilmesine başlanmıştır.

Bu yazıda, Türkiye Haritalarının WGS-84 sisteminde üretilecek olması sonucu, ED50 sisteminde üretilen haritalarla yapılacak uygulama çalışmalarda datum değişimine bağlı olarak karşılaşılabilecek sorunlar ile bu sorunların çözümleri ve TSK'da yaygın kullanım alanı bulan el GPS alıcıları ile yapılacak ölçmelerinde datum dönüşümü konusunda dikkat edilmesi gereken hususlar ele alınmaktadır.

2. HARİTA, DATUM VE DATUM DÖNÜŞÜMÜ

Harita; çok genel anlamda, yer yüzünün kağıt düzlemi üzerinde gösterilmesi veya detayların, yatay (Coğrafi veya projeksiyon (UTM) koordinatları) ve düşey (yükseklik) koordinatlarla tanımlanabilir olmasıdır (Şekil-1). Ancak, geometrik olarak bilinen hiçbir şekle benzemeyen Fiziksel Yeryüzü üzerindeki detayların; depremler, doğal afetler gibi doğal, şehirleşme, sanayi, ulaştırma yatırımları gibi zamanla üç boyutta oluşan yapay değişiklikler nedeniyle zaman boyutu

da dikkate alınarak dört boyutta tanımlanması gerekmektedir. Ayrıca, çekim (Gravite) alanı, manyetik alan gibi fiziksel özellikler de taşıyan yeryüzünü kağıt düzlemi üzerinde ifade etmek kolay olmayıp matematik modelleme, bazı varsayımlar ve yüklü hesaplama işlemlerine ihtiyaç duyulmaktadır /4/.

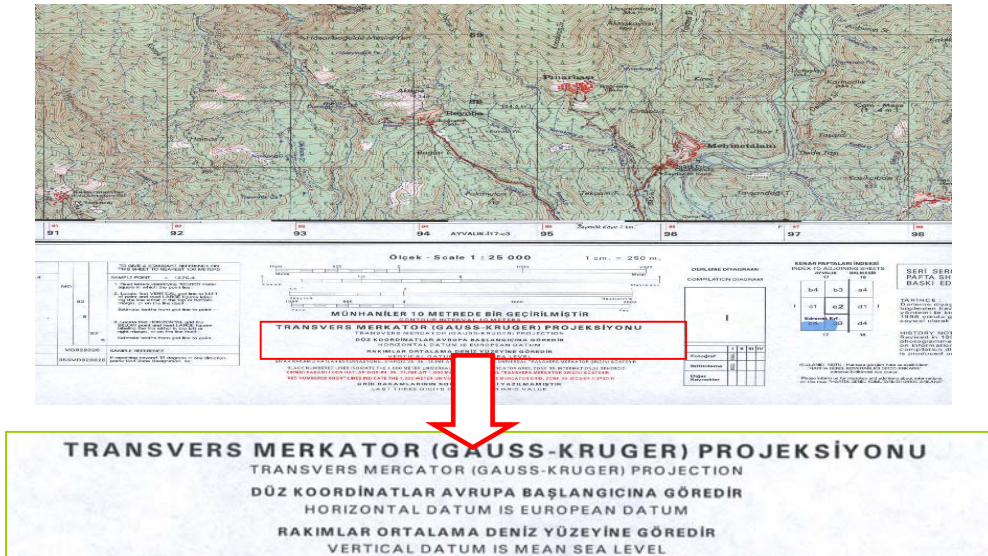


Şekil-1: Yeryüzünün kağıt düzlem üzerinde gösterilmesi

Harita üretiminde "DATUM" deyimini BAŞLANGIÇ anlamına gelmektedir. Uygulamada yatay koordinatlar (sağa, yukarı; enlem, boylam) ve yükseklikler için farklı datumlar kullanılmaktadır. Yeryüzündeki noktalar, harita için seçilen koordinat sisteminde (yatay datum) olmak üzere enlem, boylam veya UTM (Universal Transvers Merkator) projeksiyonunda sağa değer, yukarı değeri ile tanımlanır. Ülkeler haritalarını üretmek amacıyla genellikle kendi koşullarına uygun bir yatay datum oluşturur. Ülkemizde üretilen 1/25.000, 1/50.000, 1/100.000 ve 1/250.000 ölçekli haritaların yatay datumu Avrupa Datumu 1950 (European Datum 1950: ED50) sistemine göre, yükseklikler ise ortalama deniz seviyesi başlangıç yüzeyi (düşey datum)'ne göre tanımlıdır. Her haritanın alt bölümünde yatay ve düşey datumlar ile ilgili açıklama bulunur (Şekil-2). Paftalara ilişkin DATUM bilgileri, her paftanın alt bölümünde;

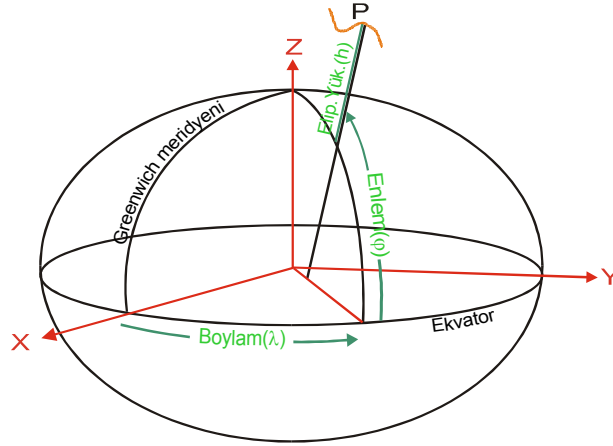
- Universal Transvers Mercator (UTM) Projeksiyonu,
- Düz Koordinatlar Avrupa Başlangıcına Göredir (Avrupa Datumu ED50) (YATAY DATUM)
- Rakımlar Ortalama Deniz Yüzeyine (DÜŞEY DATUM) göredir

olarak verilmektedir (Şekil-2).



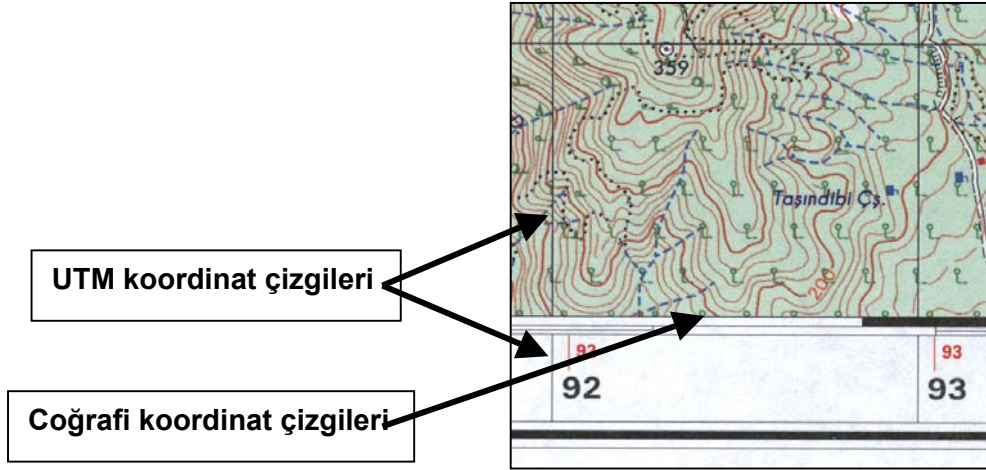
Şekil-2: Haritalarda projeksiyon ve datum (başlangıç) bilgilerinin verilmesi.

Harita kitabesindeki coğrafi koordinat çizgileri; yeryüzündeki bir noktadan geçen meridyen ile Greenwich meridyeni arasında kalan açı olan **BOYLAM** değerini, ekvator düzlemi ile nokta arasındaki açı olan **ENLEM** değerini tanımlamaktadır (Şekil-3).



Şekil-3: Coğrafi koordinat sistemi.

Ayrıca harita kitabesi üzerinde; coğrafi (Jeodezik - Elipsoid) koordinat çizgileri ve UTM (Düzlem - Projeksiyon) koordinat çizgileri mevcuttur (Şekil-4).

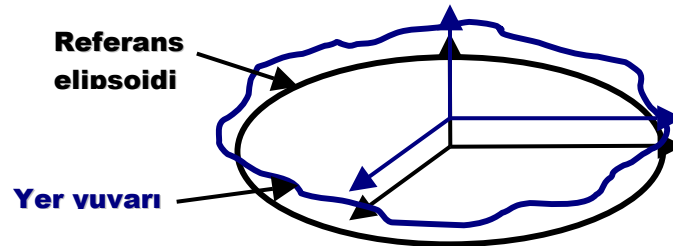


Şekil-4: Haritalar üzerinde UTM ve coğrafi koordinat çizgilerinin gösterimi.

Yatay Datum tanımının geometrik ve fiziksel anlamı (Şekil-5) yardımıyla;

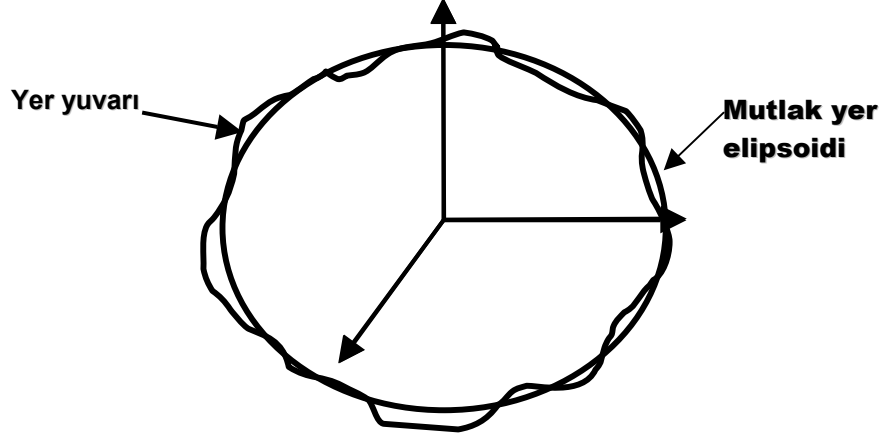
- Fiziksel yeryüzüne en yakın geometrik şeklin bir elipsoid (Hesap yüzeyi. Matematik model),
- Elipsoidin kitlesinin yerin kitlesine eşit (Fiziksel model),
- Dönme ekseninin yer dönme eksenine paralel olması (Geometrik koşul)
- Ağırlık merkezinin yerin ağırlık merkezi ile çakışık (Geometrik koşul) olması

model ve koşullar ile anlaşılabilir /4/.

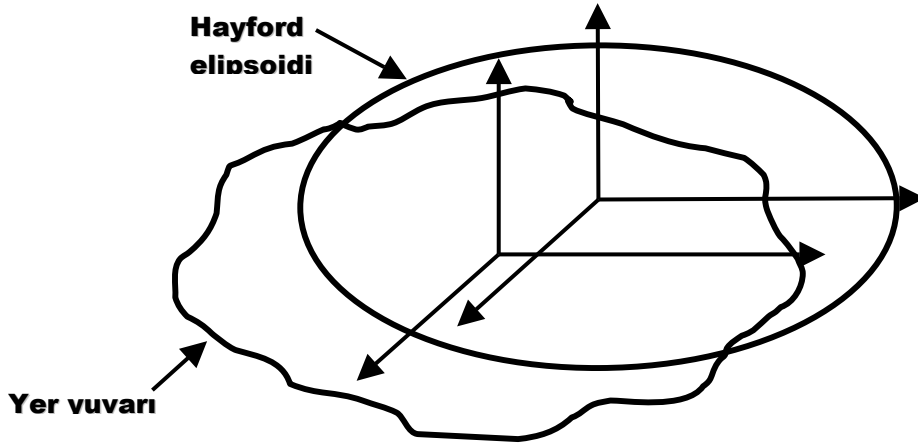


Şekil-5: Yer yuvarı ve referans elipsoidi.

Elipsoid için varsayılan tüm koşullar gerçekleştirilebiliyorsa, tanımlanan bu elipsoide, **Mutlak Yer Elipsoidi** (Şekil-6), dönme eksenleri için sadece paralellik koşulu gerçekleştirilebiliyorsa seçilen elipsoide **Rölatif Yer Elipsoidi** denir (Şekil-7). Bu açıdan, ülkemizde ED50 sisteminde kullanılan ve 1924 yılında Hayford tarafından tanımlanan elipsoit rölatif bir elipsoit, WGS84 sistemi tarafından kullanılan WGS84 elipsoidi ise mutlak bir elipsoittir /4/.

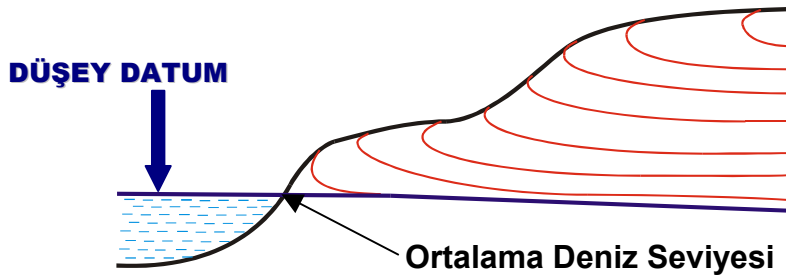


Şekil-6: Mutlak yer elipsoidi.



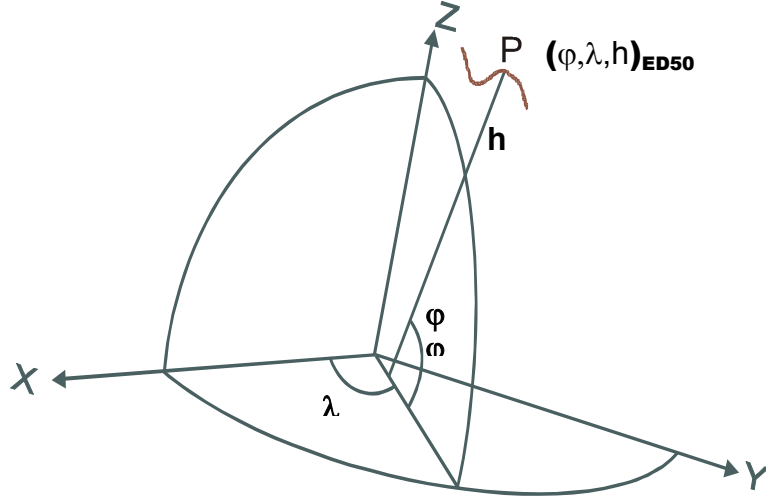
Şekil-7: Rölatif yer elipsoidi.

Harita üzerinde görülen münhaniler, ortalama deniz seviyesinden itibaren ölçülen yükseklikleri tanımlamaktadır (Şekil-8). Ülkemiz haritalarında kullanılan düşey datum; ANTALYA'da 1936 yılında kurulmuş olan deniz seviyesi ölçme (mareograf) istasyonunda 1936-1970 yılları arasında yapılan ölçülerin ortalaması ile belirlenmiştir.

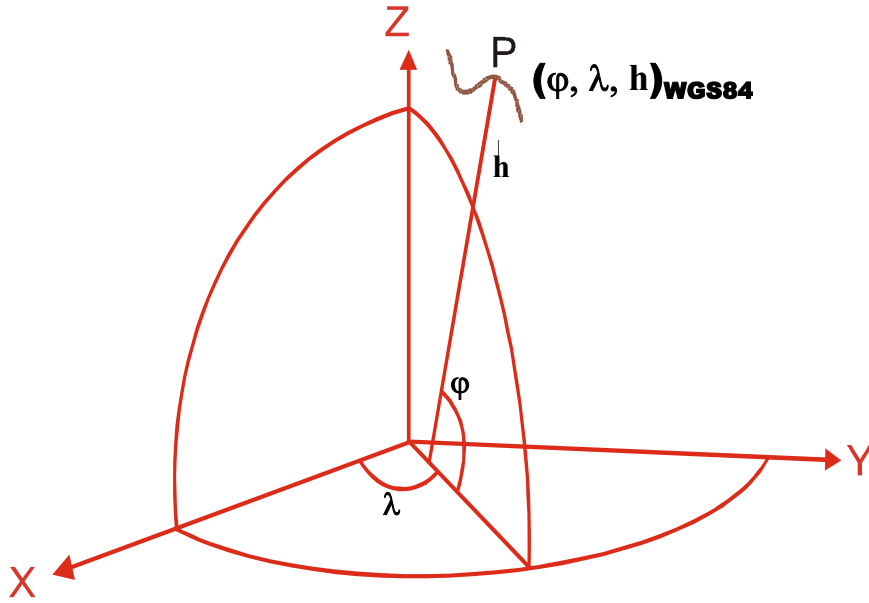


Şekil-8: Düşey datum.

Türkiye haritaları için bugüne kadar öngörülen ED50 ile WGS84 koordinat sistemleri arasındaki datum dönüşümü işlemi; rölatif bir elipsoit olan Hayford elipsoidine göre belirlenen ED50 coğrafi koordinatlarının $(\varphi, \lambda)_{ED50}$ (Şekil-9) mutlak bir elipsoide göre tanımlanan WGS84 coğrafi koordinatlarına $(\varphi, \lambda)_{WGS84}$ (Şekil-10) dönüştürülmesi için gerekli dönüşüm parametrelerinin tespit edilmesi, mevcut paftaların belirlenen dönüşüm parametreleri yardımıyla tespit edilen kayıklık değerlerine göre yeni datumda üretilmesinden ibarettir (Şekil-11) /4/.

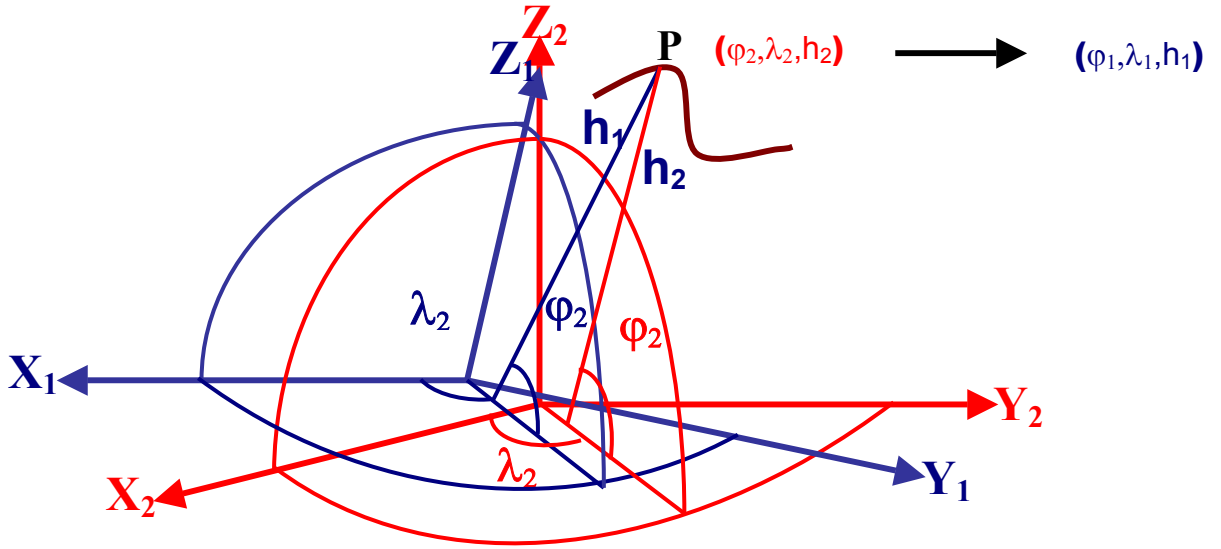


Şekil-9: ED50 datumuna göre tanımlı coğrafi koordinatlar.

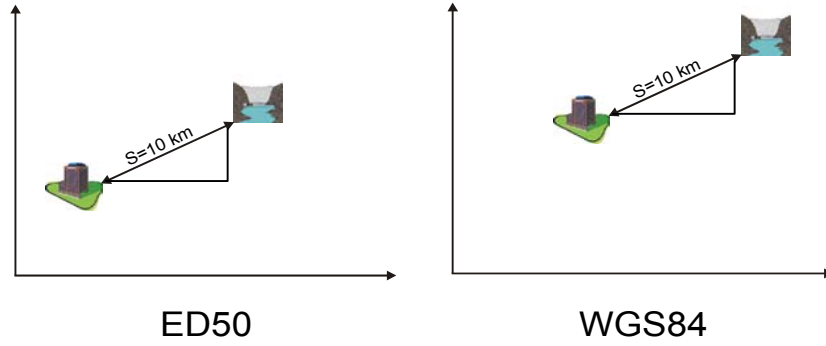


Şekil-10: WGS84 datumuna göre tanımlı coğrafi koordinatlar.

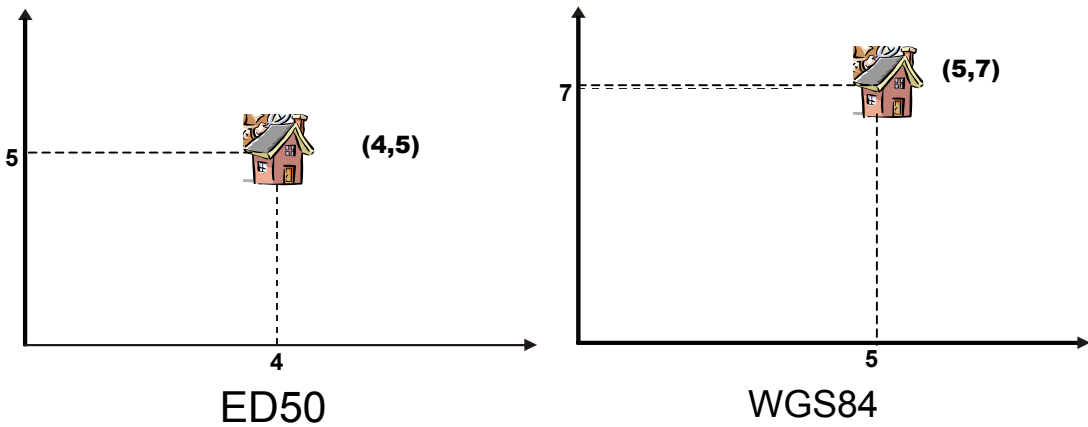
Koordinat sistemleri arasındaki dönüşüm sonucunda; topografya ve üzerindeki detaylar arasındaki rölatif konumlarda herhangi bir değişiklik olmamakta (Şekil-12), başlangıç meridyeni ve ekvatorun konumundaki değişikliğe bağlı olarak topoğrafik detayların koordinatları değişmekte (Şekil-13), veya rölatif anlamda aynı koordinata karşılık gelen topografya kaymaktadır (Şekil-14). Başka bir deyişle, harita düzlemi üzerindeki projeksiyon koordinat çizgilerinde belirli oranlarda kaymalar olmaktadır (Şekil-15) /4/.



Şekil-11: ED50 ve WGS84 koordinat sistemleri arasında dönüşüm.

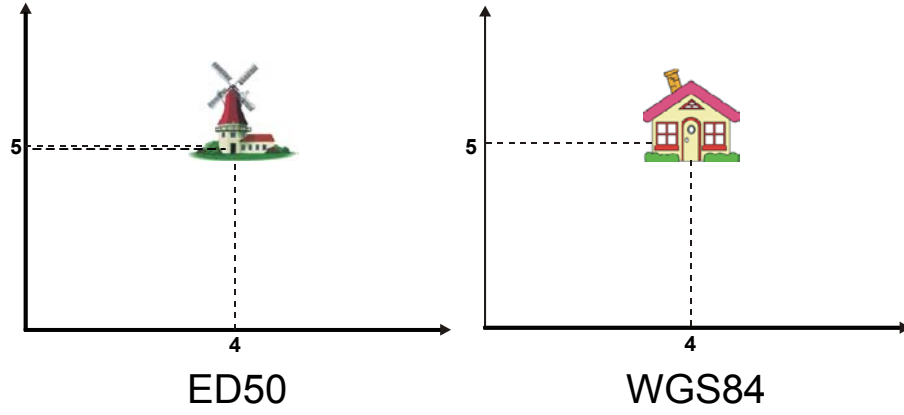


Şekil-12: Datum dönüşümü sonucu pafta üzerindeki bir detayın durumu.

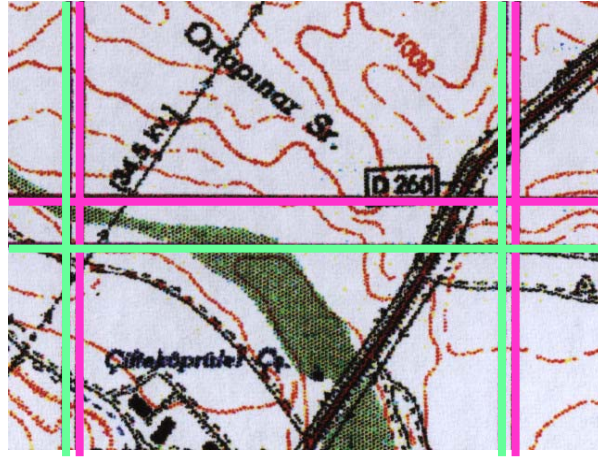


Şekil-13: Datum dönüşümü sonucu pafta üzerindeki bir detayın koordinatının değişimi.

Datum dönüşümü daha basit bir anlatımla; pafta ebatlarında kareajlı şeffaf bir çerçevenin yeryüzü üzerinde belirli miktarda kaydırılması olarak tanımlanabilir /4/.

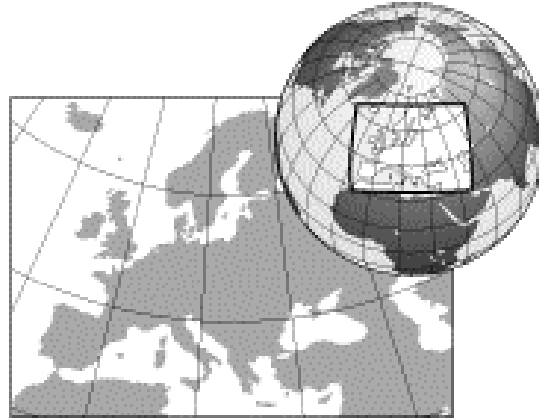


Şekil-14: Datum dönüşümü sonucu pafta üzerinde aynı koordinatta farklı detayın olması.



Şekil-15: Datum dönüşümü sonucu pafta üzerindeki koordinat çizgilerinin durumu.

Bu ifadelerden de anlaşılacağı üzere, harita kitabesinde görülen UTM koordinat çizgilerinin Yatay Datum ile doğrudan bir ilgisi olmayıp, yere en yakın geometrik şekil olarak aldığımız, elipsoid üzerindeki yeryüzü bilgilerini, harita düzlemi üzerine izdüşürmek için kullandığımız çok sayıdaki projeksiyon yönteminden biridir (Şekil-16) /4/.



Şekil-16: Harita düzlemi üzerine izdüşüm.

Amerika Birleşik Devletleri tarafından işletilen uydular sayesinde konum belirleme ve navigasyon amaçlarıyla kullanılan NAVSTAR Küresel Konumlama Sistemi (GPS) Dünya Jeodezik Sistemi 1984 (WGS84) datumunda koordinat üretmektedir. GPS alıcıları ile ölçülen koordinatlar (enlem, boylam veya sağa değer, yukarı değer) için yatay datum Dünya Jeodezik Sistemi 1984 (World Geodetic System 1984: WGS84) olmasına karşılık yükseklik olarak elipsoid yüksekliği veya kot (elevation) ölçülebilmekte (default olarak), elipsoid yüksekliği için düşey datum WGS84 elipsoidi, kot (elevation) için düşey datum ise ortalama deniz seviyesidir. WGS84 düşey datumu ED50'de üretilen haritaların düşey datumu ile aynı olmadığından, GPS alıcısı ile bulunan yükseklik ile harita üzerindeki nokta yüksekliği farklı olup, bu farklar Türkiye'nin değişik bölgelerinde farklı değerler almaktadır.

3. ED50 DATUMUNDAN WGS84 DATUMUNA DÖNÜŞÜM İHTİYACI

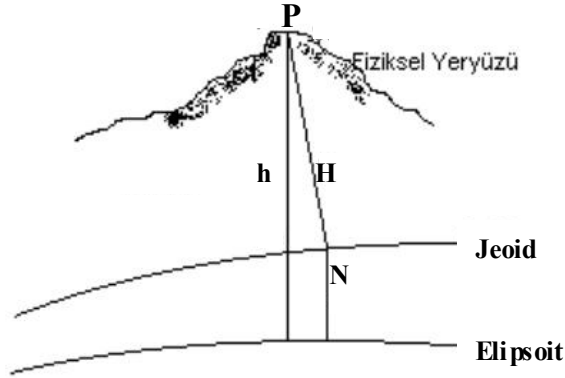
1980'li yılların başından itibaren ABD silâhlı kuvvetleri içerisinde yoğun olarak kullanılmaya başlanan GPS'nin dayandığı WGS84 datumunun, 1990 yılı başlarından itibaren NATO içerisindeki müşterek harekâtlarda ve harita üretiminde kullanım zorunluluğu gündeme gelmiş ve WGS84 datumunda koordinat üreten GSP el alıcıları ve harita üretiminde kullanılan jeodezik amaçlı GPS alıcıları günümüzde yoğun olarak kullanılmaya başlanmıştır. Diğer taraftan Harita Genel Komutanlığınca 1934 – 1954 yılları arasında ülke genelinde yürütülen yoğun jeodezik çalışmalar sonucu kurulan ve daha sonra ED-50 datumuna dönüştürülen Türkiye Ulusal Datumu-1954 (TUD-54); teknolojik ve bilimsel gelişmeler ve özellikle ülkemizde olan depremler nedeniyle zaman içerisinde haritacılık ihtiyaçlarını karşılayamaz hâle gelmiş ve yeni bir datum oluşturma zorunluluğu doğmuştur. Bu amaçla Harita Genel Komutanlığı ve Tapu Kadastro Genel Müdürlüğü'nün ortak çabaları ile, 1997–1999 yılları arasında, Global Konumlama Sistemi (GPS) teknolojisine dayalı ve ED-50 datumundaki Ulusal Temel Yatay Kontrol Ağı ile arasındaki dönüşümü sağlanan, Türkiye Ulusal Temel GPS Ağı-1999 (TUTGA-99) oluşturulmuş /5/ ve Türkiye paftalarının 2002 yılından itibaren doğrudan WGS84 datumunda üretilmesi kararlaştırılmıştır.

Harita Genel Komutanlığınca üretimleri tüm Türkiye için tamamlanmış olan 1/25.000-1/50.000-1/100.000 ölçekli standart topoğrafik haritalar, Hayford Elipsoidini kullanan ED50 datumunda üretilmişlerdir. Haritadan alınacak koordinat ve yüksekliğin GPS ile bulunan koordinat ve yükseklik değeri ile uyumlu hale getirilmesi için ED50 datumundaki koordinat ve yükseklik değerleri ile GPS ile bulunan WGS84 datumundaki koordinat ve yükseklikler arasında dönüşüm yapılması gerekir.

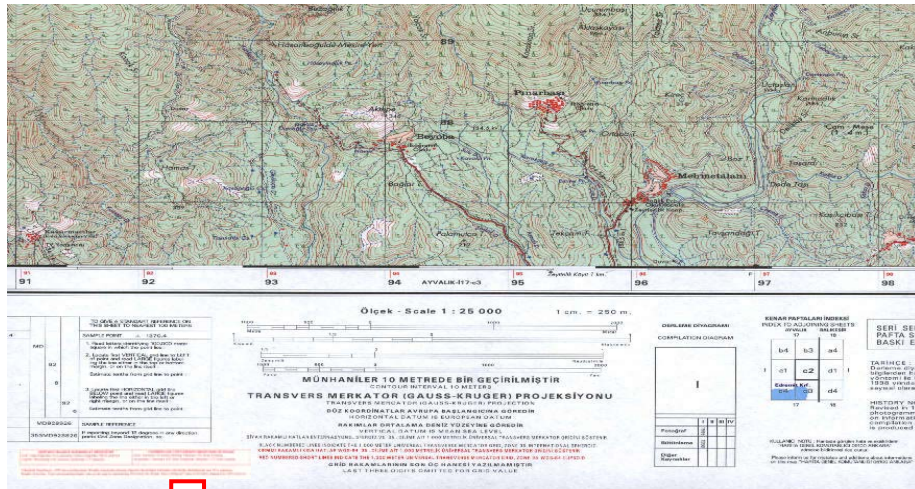
ED50 datumunda üretilen standart topoğrafik haritaların, projeksiyon düzleminde WGS84 datumuna dönüştürülmesine yönelik olarak, Harita Genel Komutanlığınca yapılan çalışmalar tamamlanmıştır. Buna göre, ED50 ile WGS84 datumları arasındaki farklar, 1/250.000 ve daha küçük ölçekli haritaların kartografik doğruluğundan daha küçük olduğu tespit edildiğinden bu ölçekli paftalarda dönüşüm ihtiyacı bulunmamaktadır. Ancak, ED50 datumunda basımı yapılan 1/25.000, 1/50.000, 1/100.000 ölçekli paftalar da ise farkların dikkate alınması gerekmektedir.

ED50 ile WGS84 koordinat sistemleri arasında datum farklılığının belirlenmesi amacıyla; değişik zamanlarda yapılan periyodik GPS ölçüleri yardımıyla yer kabuğu hareketlerinin hızı modellenmiş ve datum dönüşümü için 3' x 3' sıklığında grid dönüşüm dosyası hazırlanmıştır. Bu dönüşüm dosyasının enterpole edilmesi sonucu her pafta orta noktası için coğrafi (φ_i, λ_i) ve UTM ($\Delta x, \Delta y$) kayıklık değerleri hesaplanmıştır. Diğer taraftan, GPS ile ölçülen WGS84 elipsoidinden olan yükseklik (h) (Şekil-17), deniz seviyesinden olan yükseklik kavramından farklı olup, GPS ile ölçülen elipsoid yüksekliğinin paftalarda münhanilerle gösterilen ortalama deniz seviyesinden olan yüksekliğe (H: ortometrik yükseklik) dönüştürülmesini sağlayan jeoid yüksekliği (N) her paftanın orta noktası için hesaplanmıştır /5/.

ED50 datumunda basımı yapılan paftalarda yatay ve düşey datum dönüşümünü gerçekleştirmek amacıyla; ED50'den WGS84'e yatay koordinat dönüşümü (yatay datum dönüşümü) ile yükseklik dönüşümü (düşey datum dönüşümü) için gerekli düzeltme değerleri, basılan paftaların kitabe bilgileri bölümüne basılacaktır (Şekil-18). Ayrıca Nisan 2002 ayından itibaren datum dönüşümü için kullanılacak düzeltme değerleri pafta bazında sayısal (CD, disket, TSKNET, vb. ortamında) ve basılı ortamda kullanıcılara sunulmaktadır.



Şekil-17: Yükseklik sistemleri.



ED50'DEN WGS84'E KOORDİNAT DÖNÜŞÜMÜ

Grid : Sağa Değerden 14 m çıkarınız, Yukarı Değerden 180 m çıkarınız.

Coğrafi : Boylamdan 0.8" çıkarınız, Enlemden 3.7" çıkarınız.

COORDINATE CONVERSION FROM ED50 TO WGS84

Grid : Subtract 14 m from Easting, Subtract 181 from Northing.

Geographic : Subtract 0.8" from Longitude, Subtract 3.7" from Latitude.

Yükseklik Düzeltmesi : GPS alıcısı kullanılarak WGS84 sisteminde bulunan elipsoid yüksekliğini haritadaki yüksekliğe dönüştürmek için 29 m çıkarınız.

Height correction: Find corresponding height value in the map by subtracting 29 m from the Height Above Ellipsoid Value in WGS84 computed by GPS receivers.

Şekil-18: ED50 ile WGS84 sistemleri arasında pafta bazında koordinat düzeltme bilgilerinin verilmesi.

3.1 Datum (veya koordinat) Dönüşümü Uygulamalarında Karşılaşılabilecek Sorunlar ile Sorunların Çözümleri

Datum dönüşüm işlemi; ED50 sistemindeki koordinatlarının (□, □), WGS84 sistemindeki koordinatlarına dönüştürülmesi için gerekli dönüşüm parametrelerinin tespit edilmesi veya mevcut paftaların bu parametreler yardımıyla tespit edilen kayıklık değerlerine (□□, □□ ve □X, □Y) göre yeni datumda üretilmesinden ibarettir.

Datum dönüşümü sonucunda; topografya ve üzerindeki detaylar arasındaki rölatif konumlarda herhangi bir değişiklik olmamakta, başlangıç meridyeni ve ekvatorun konumundaki değişikliğe bağlı olarak topoğrafik detayların koordinatları değişmekte veya rölatif anlamda, aynı koordinata karşılık gelen topografya kaymaktadır. Başka bir deyişle, harita üzerindeki grid koordinat çizgilerinde belirli oranlarda kaymalar olmaktadır. Daha basit bir anlatımla, datum dönüşümü; pafta ebatlarında kareli şeffaf bir çerçevenin yeryüzü üzerinde belirli miktarda kaydırılması olarak tanımlanabilir. Bir örnek vermek gerekirse, Ankara i29 b1 paftası için;

Enlemdaki ortalama kayıklık 3.5 saniye

Boylamdaki ortalama kayıklık 1 saniye

Sağa değerde ortalama 30 metre,

Yukarı değerde ortalama 120 metre

kayıklık oluşmaktadır. Ancak bu değerler sabit olmayıp her pafta için farklı büyüklükte ortaya çıkmaktadır.

3.2 El GPS Alıcıları İle Koordinat Ölçmeleri ve ED50 İle WGS84 sistemleri arasındaki Datum Dönüşüm İşlemlerinde Dikkat Edilecek Hususlar

Farklı amaçlarla ED50 sisteminde üretilen bir haritadaki koordinatların WGS84 sisteminde üretilen bir haritaya aktarılması veya WGS84 sisteminde üretilen haritadaki koordinatların ED50 sisteminde üretilen bir haritaya aktarılması sırasında datum dönüşümlerine ihtiyaç duyulabileceği gibi GPS alıcısı ile WGS84 datumunda ölçülen koordinatların ED50 sisteminde üretilen bir haritaya aktarılması sırasında da datum dönüşümlerine ihtiyaç duyulabilir. Gerek GPS alıcıları ile koordinat ölçme işlemleri ve ölçülen koordinatların elde mevcut bir harita üzerine aktarımı gerekse ED50 ile WGS84 sistemlerindeki koordinatların birbirlerine dönüştürülmesi işlemlerinin hatasız olarak gerçekleştirilmesi büyük öneme sahiptir.

Günümüzde değişik marka ve modelde çok sayıdaki el GPS alıcıları 500 \$ ve daha düşük fiyatlarla pazara inmiş olup, çok sayıda sivil ve askeri kullanıcının koordinat ölçmeleri ile ilgili taleplerine cevap vermek üzere kullanılmaktadır. Genel olarak GPS alıcıları ile WGS84 sisteminde koordinat ölçmeleri yapılmakla beraber, alıcılara henüz imalat sırasında yüklenen datum dönüşüm parametrelerinin kullanılmasına olanak veren mikro işlemcilerle sahip GPS alıcıları ile belirli doğrulukta farklı koordinat sistemlerinde koordinat ölçme olanaklıdır.

Konum belirleme amacıyla kullanılan el GPS alıcıları, genel olarak, yatay datum ve düşey datum olanaklarına sahip olarak üretilmektedir. GPS alıcılarının bu olanakları kullanılarak ve menü ayarları yapılarak, koordinatlar WGS84 veya ED50 sisteminde enlem - boylam veya sağa değer - yukarı değer olarak bulunabilmekte ve ayrıca Ortalama Deniz Seviyesi (Mean Sea Level – MSL veya Altitude) seçeneği ile de doğrudan harita yüksekliği ölçülebilmektedir. Bu yeteneğe sahip GPS alıcıları ile ölçülen koordinat ve yükseklik değerlerinin harita kenar bilgileri, sayısal ve basılı ortamda sunulan dönüşüm tabloları (Tablo-1) veya TSKNet’deki dönüşüm tablosundan (Şekil-19) alınan koordinat ve yükseklik düzeltme değerleri ile yapılan dönüşüme göre daha az güvenilir olduğu unutulmamalıdır.

Ülkemizde ED50 ile WGS84 sistemlerinde üretilen haritalardaki koordinatlar ile GPS alıcısı ile ölçülen koordinatların dönüşümleri ve koordinat uyumları için açıklayıcı dört adet sayısal örnek aşağıda verilmektedir:

Sayısal Örnek 1. ED50 datumundaki 1/25.000 ölçekli AYVALIK İ17-c2 paftasında yer alan bir noktanın,

Sağa Değer (ED50) = 494 500 m

Yukarı Değer (ED50) = 4 386 000 m

Harita Yüksekliği = 200 m

olarak verilen UTM koordinatları ve harita yüksekliğinin WGS84 sistemine dönüşümü.

Çözüm-1

Gerekli koordinat düzeltmeleri harita kenar bilgilerinden Şekil-19 veya Tablo-1'de verilen listeden AYVALIK İ17-c2 paftası için;

$$\text{Sağa Değer Düzeltmesi} = 42 \text{ m}$$

$$\text{Yukarı Değer Düzeltmesi} = 188 \text{ m}$$

$$\text{Yükseklik düzeltmesi} = 40 \text{ m}$$

olarak alınır.

Tablo-1 : 1/250000 ölçekli Ayvalık paftası için sayısal ve basılı olarak yayımlanmış olan "Koordinat Dönüşüm Tablosu".

Pafta Adı	Pafta Orta Noktası		WGS84'den ED50 Datumu'na				
	Koordinatı (ED50)		Dönüşüm için Düzeltme Değerleri				
	ENLEM	BOYLAM	Enlem Düz. (")	Boylam Düz. (")	Yukarı Değ. Düz. (m)	Sağa Değ. Düz. (m)	Yükseklik Düz. (m)
AYVALIK	39 30 00	26 15 00	3.7	1.8	188	42	40
AYVALIK İ17	39 45 00	26 45 00	3.7	1.8	188	42	40
AYVALIK İ17-a	39 52 30	26 37 30	3.6	1.8	188	42	40
AYVALIK İ17-a1	39 56 15	26 33 45	3.6	1.8	188	42	40
AYVALIK İ17-a2	39 56 15	26 41 15	3.6	1.8	188	42	40
AYVALIK İ17-a3	39 48 45	26 41 15	3.7	1.8	188	42	40
AYVALIK İ17-a4	39 48 45	26 33 45	3.7	1.8	188	42	40
AYVALIK İ17-b	39 52 30	26 52 30	3.6	1.8	188	42	40
AYVALIK İ17-b1	39 56 15	26 48 45	3.6	1.8	188	42	40
AYVALIK İ17-b2	39 56 15	26 56 15	3.6	1.8	188	42	40
AYVALIK İ17-b3	39 48 45	26 56 15	3.7	1.8	188	42	40
AYVALIK İ17-b4	39 48 45	26 48 45	3.7	1.8	188	42	40
AYVALIK İ17-c	39 37 30	26 52 30	3.7	1.8	188	42	40
AYVALIK İ17-c1	39 41 15	26 48 45	3.7	1.8	188	42	40
AYVALIK İ17-c2	39 41 15	26 56 15	3.7	1.8	188	42	40
AYVALIK İ17-c3	39 33 45	26 56 15	3.7	1.8	188	42	39
AYVALIK İ17-c4	39 33 45	26 48 45	3.7	1.8	188	42	39
AYVALIK İ17-d	39 37 30	26 37 30	3.7	1.8	188	42	40
AYVALIK İ17-d1	39 41 15	26 33 45	3.7	1.8	188	42	40
AYVALIK İ17-d2	39 41 15	26 41 15	3.7	1.8	188	42	40
AYVALIK İ17-d3	39 33 45	26 41 15	3.7	1.8	188	42	40
AYVALIK İ17-d4	39 33 45	26 33 45	3.7	1.8	188	42	40

NOT :

1. SAĞA DEĞER (WGS84) = SAĞA DEĞER (ED50) - SAĞA DEĞER DÜZELTMESİ
2. SAĞA DEĞER (ED50) = SAĞA DEĞER (WGS84) + SAĞA DEĞER DÜZELTMESİ
3. YUKARI DEĞER (WGS84) = YUKARI DEĞER (ED50) - YUKARI DEĞER DÜZELTMESİ
4. YUKARI DEĞER (ED50) = YUKARI DEĞER (WGS) + YUKARI DEĞER DÜZELTMESİ
5. YÜKSEKLİK (HARİTA) = ELİPSOİD YÜKSEKLİĞİ - YÜKSEKLİK DÜZELTMESİ

Noktanın WGS84 datumundaki UTM koordinatları ve elipsoid yüksekliği;

$$\begin{aligned} \text{Sağa Değer (WGS84)} &= \text{Sağa Değer (ED50)} - \text{Sağa Değer Düzeltmesi} \\ \text{Sağa Değer (WGS84)} &= 494\,500 \text{ m} - 188 \text{ m} = 494\,312 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Yukarı Değer (WGS84)} &= \text{Yukarı Değer (ED50)} - \text{Yukarı Değer Düzeltmesi} \\ \text{Yukarı Değer (WGS84)} &= 4\,386\,000 \text{ m} - 42 \text{ m} = 4\,385\,958 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Elipsoid Yüksekliği (WGS84)} &= \text{Harita Yüksekliği} + \text{Yükseklik Düzeltmesi} \\ \text{Elipsoid Yüksekliği (WGS84)} &= 200 \text{ m} + 40 \text{ m} = 240 \text{ m} \end{aligned}$$

olarak hesaplanır. Bu noktanın ortalama deniz seviyesinden olan yüksekliği (harita yüksekliği) ise WGS84 datumunda da aynı olup 200 metredir.

Harita Genel Komutanlığı - HGK - Microsoft Internet Explorer

Adres: http://www.hgk.tsk

HARİTA GENEL KOMUTANLIğI

AYVALIK I17-c2 Paftasına Ait Düzeltme Değerleri

Pafta Adı	Enlem Düz. (")	Boylam Düz. (")	Yukarı Değer Düz. (m)	Sağa Değer Düz. (m)	Yükseklik Düz. (m)
AYVALIK I17-c2	3.7	1.8	188	42	40

NOT :

1. SAĞA DEĞER(WGS84) = SAĞA DEĞER(ED50) - SAĞA DEĞER DÜZELTMESİ
2. SAĞA DEĞER(ED50) = SAĞA DEĞER(WGS84) + SAĞA DEĞER DÜZELTMESİ
3. YÜKSEKLİK(HARİTA) = ELİPSOİD YÜKSEKLİĞİ - YÜKSEKLİK DÜZELTMESİ

ANA SAYFA ÖNKEKİ SAYFA

Şekil-19 : TSKNET ile datum dönüşüm düzeltme değerleri tablosuna erişim

Sayısal Örnek 2. ED50 datumundaki 1/25.000 ölçekli AYVALIK İ17-c2 paftasında yer alan bir noktanın

$$\text{Enlem (ED50)} = 39^{\circ} 37' 40.4''$$

$$\text{Boylam (ED50)} = 26^{\circ} 56' 15.3''$$

$$\text{Harita Yüksekliği} = 212 \text{ m}$$

olarak verilen coğrafî koordinatlar ve harita yüksekliğinin WGS84 sistemine dönüşümü.

Çözüm-2

WGS84 sisteminde dönüşüm için gerekli koordinat düzeltmeleri harita kenar bilgilerinden Şekil-19 veya Tablo-1'de verilen listeden AYVALIK İ17-c2 paftası için;

$$\text{Enlem düzeltmesi} = 3.7''$$

$$\text{Boylam Düzeltmesi} = 1.8''$$

$$\text{Yükseklik düzeltmesi} = 40 \text{ m}$$

olarak alınır.

Noktanın WGS84 datumundaki enlem ve boylamı ile elipsoid yüksekliği;

$$\text{Enlem (WGS84)} = \text{Enlem (ED50)} - \text{Enlem Düzeltmesi}$$

$$\text{Enlem (WGS84)} = 39^\circ 37' 40.4'' - 3.7'' = 39^\circ 37' 36.7''$$

$$\text{Boylam (WGS84)} = \text{Boylam (ED50)} - \text{Boylam Düzeltmesi}$$

$$\text{Boylam (WGS84)} = 26^\circ 56' 15.3'' - 1.8'' = 26^\circ 56' 13.5''$$

$$\text{Elipsoid Yüksekliği (WGS84)} = \text{Harita Yüksekliği} + \text{Yükseklik Düzeltmesi}$$

$$\text{Elipsoid Yüksekliği (WGS84)} = 212 \text{ m} + 40 \text{ m} = 252 \text{ m}$$

olarak hesaplanır. Bu noktanın ortalama deniz seviyesinden olan yüksekliği ise WGS84 datumunda da aynıdır ve 212 metredir.

Sayısal Örnek 3. Bir noktanın, WGS84 sisteminde GPS alıcısı ile

$$\text{Sağa Değer (WGS84)} = 494\,300 \text{ m}$$

$$\text{Yukarı Değer (WGS84)} = 4\,386\,500 \text{ m}$$

$$\text{Elipsoid Yüksekliği (WGS84)} = 260 \text{ m}$$

olarak ölçülen UTM koordinatları ve WGS84 elipsoid yüksekliğinin, ED50 datumundaki UTM koordinatlarına ve harita yüksekliğine dönüştürülmesi.

Çözüm-3

Önce noktanın içine girdiği harita ismi ölçeği ile (örneğin 1/25.000 ölçekli AYVALIK İ17-c2 olsun) belirlenir. Daha sonra harita kenar bilgilerinden veya Tablo-1'den harita ismi ile sağa değer, yukarı değer ve yükseklik düzeltmeleri;

$$\text{Sağa Değer düzeltmesi} = 188 \text{ m}$$

$$\text{Yukarı Değer Düzeltmesi} = 42 \text{ m}$$

$$\text{Yükseklik düzeltmesi} = 40 \text{ m}$$

alınır.

Noktanın ED50 datumundaki UTM koordinatları ve harita yüksekliği;

$$\text{Sağa Değer (ED50)} = \text{Sağa Değer (WGS84)} + \text{Sağa Değer Düzeltmesi}$$

$$\text{Sağa Değer (ED50)} = 494\,300 \text{ m} + 188 \text{ m} = 494\,488 \text{ m}$$

$$\text{Yukarı Değer (ED50)} = \text{Yukarı Değer (WGS84)} + \text{Yukarı Değer Düzeltmesi}$$

$$\text{Yukarı Değer (ED50)} = 4\,386\,500 \text{ m} + 42 \text{ m} = 4\,386\,542 \text{ m}$$

$$\text{Harita Yüksekliği} = \text{Elipsoid Yüksekliği (WGS84)} - \text{Yükseklik Düzeltmesi}$$

$$\text{Harita Yüksekliği} = 260 \text{ m} - 40 \text{ m} = 220 \text{ m}$$

olarak hesaplanır.

Sayısal Örnek 4. Bir noktanın GPS alıcısı ile ölçülen WGS84 sistemindeki enlem, boylamı ve yüksekliği;

$$\text{Enlem (WGS84)} = 39^\circ 37' 36.7''$$

$$\text{Boylam (WGS84)} = 26^\circ 56' 13.5''$$

$$\text{Elipsoid Yüksekliği (WGS84)} = 250 \text{ m}$$

olsun ve bu noktanın ED50 datumundaki enlem, boylam ve harita yüksekliğinin bulunması istensin.

Çözüm-4

Önce noktanın içine girdiği harita ismi ölçeği ile (örneğin 1/25.000 ölçekli AYVALIK İ17-c2 olsun) belirlenir. Daha sonra harita kenar bilgilerinden veya Tablo-1'den veya TSKNet (Şekil-19) 'ten pafta ismi ile enlem, boylam ve yükseklik düzeltmeleri yardımıyla, enlem, boyla ve yükseklik düzeltmesi;

$$\text{Enlem düzeltmesi} = 3.7''$$

$$\text{Boylam Düzeltmesi} = 1.8''$$

$$\text{Yükseklik düzeltmesi} = 40 \text{ m}$$

olarak alınır.

Noktanın ED50 datumundaki enlem ve boylamı ile harita yüksekliği;

$$\text{Enlem (ED50)} = \text{Enlem (WGS84)} + \text{Enlem Düzeltmesi}$$

$$\text{Enlem (ED50)} = 39^\circ 37' 36.7'' + 3.7'' = 39^\circ 37' 40.4''$$

$$\text{Boylam (ED50)} = \text{Boylam (WGS84)} + \text{Boylam Düzeltmesi}$$

$$\text{Boylam (ED50)} = 26^\circ 56' 13.5'' + 1.8'' = 26^\circ 56' 13.5''$$

$$\text{Harita Yüksekliği} = \text{Elipsoid Yüksekliği (WGS84)} - \text{Yükseklik Düzeltmesi}$$

$$\text{Harita Yüksekliği} = 250 \text{ m} - 40 \text{ m} = 210 \text{ m}$$

olarak hesaplanır.

SONUÇLAR

Türkiye paftaları 2002 yılından itibaren WGS84 sisteminde üretilecektir. Ancak, daha önceden ED50 sisteminde baskısı yapılan haritaların yeni sistemle uyumlu olarak kullanılabilmesi için ED50 ile WGS84 sistemleri arasında pafta bazında dönüşüm düzeltme değerleri hesaplanarak pafta sağ alt köşelerinde basılacak, ayrıca sayısal olarak TSKNet ve CD ortamında Birliklere kadar Tablolar halinde yayımlanmıştır.

Koordinat dönüşümleri haritacılık çalışmalarında olduğu kadar TSK uygulamaları açısından da önemli olup, dönüşümlerin doğru yapılması emniyet, can güvenliği, görevin doğru icrası vb. nedenlerle büyük önem taşımaktadır. Bu düşünceden hareketle bu yazıda datum dönüşümleri uygulamalarına ait sayısal örnekler verilmiş olup, çözümlerin TSK mensuplarının datum dönüşümü konusunda karşılaşılabilecek sorunların çözümüne yararlı olacağı değerlendirilmektedir.

KAYNAKLAR

- /1/ **ŞERBETÇİ M. (1996):** Haritacılık Bilim Tarihi. Harita Dergisi , Özel Sayı No. 15, Harita Genel Komutanlığı, Ankara, 263 sayfa.
- /2/ **KKT 164-3 (1996):** Harita Bilgisi. Gnkur.Bşk.İlğı K.K.K.İlğı, K.K.Basımevi ve Basılı Evrak Depo Müdürlüğü, Ankara .
- /3/ **ERDAL K. (1984):** Harita projeksiyonları. Karadeniz Teknik Üniversitesi Basımevi, Trabzon, 173 sayfa.
- /4/ **DEMİRKOL E.Ö, YILDIRIM A. (2002) :** Harita Genel Komutanlığı Datum Dönüşüm Projesi Dokümanı.
- /5/ **AYHAN M.E., DEMİR C., LENK O., KILIÇOĞLU A., AKTUĞ B., AÇIKGÖZ M., FIRAT O., ŞENGÜN Y.S., CİNGÖZ A., GÜRDAL, M.A., KURT A.İ., OCAK M., TÜRKEZER A., YILDIZ H., BAYAZIT N., ATA M., ÇAĞLAR Y., ÖZERKAN A. (2002) :** Türkiye Ulusal Temel GPS Ağı-1999A (TUTGA-99A). Harita Dergisi , Özel Sayı No. 16, Harita Genel Komutanlığı, Ankara, 72 sayfa.