

DEĞİŞİK GPS YAZILIMLARI ÜZERİNE KARŞILAŞTIRMALI BİR DEĞERLENDİRME

N. Sağır¹, E. Arslan²

¹OKAÜ, Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Osmaniye Meslek Yüksekokulu, Harita Kadastro Programı, Osmaniye, nsagir@cu.edu.tr
²İTÜ, İstanbul Teknik Üniversitesi, Jeodezi ve Fotogrametri Müh. Bölümü, Jeodezi Anabilim Dalı, Maslak, İstanbul, arslanersov@itu.edu.tr

ÖZET

Bu çalışmada, değişik firmaların üretmiş olduğu bazı GPS alıcısı ve değerlendirme yazılımları genel özellikleriyle incelenmiştir. Özellikle Zeiss firmasının üretmiş olduğu GePoS RD24 alıcısı ve GePoS CEO (Geodetic Positioning System Coordinate Evaluation of Satellite Observations) yazılımı ile Leica firmasının üretmiş olduğu GPS-System 300 alıcısı ve SKI (Static Kinematic Software) yazılımının karşılaştırılması yapılmıştır. Her iki yazılımın değerlendirme hassasiyetindeki başarıları açısından, bilimsel bir yazılım olan Bernesse yazılımı ile karşılaştırıldığında, SKI yazılım sonuçlarının Bernesse yazılım sonuçlarına daha yakın olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: GPS, GPS Yazılımları, SKI, GePoS CEO.

ABSTRACT

CHARACTERISTICS OF GEPOS CEO AND SKI GPS SOFTWARES AND COMPARED

In this study, it is compared some GPS softwares and receivers from different manufacturers. Especially, it is indicated some characteristics of SKI-Static Kinematic Software and the receiver of GPS System-300 from Leica and GePoS CEO (Geodetic Positioning System Coordinate Evaluation of Satellite Observations) and the receiver of GePoS RD24 from Carl Zeiss. These two software are used in two GPS application project. Their results are compared with Bernesse's results. Because of Bernesse is scientific software. The results of SKI are nearest the results of Bernesse. That's why, SKI is sensitive than GePoS CEO.

Keywords: GPS, GPS Softwares, SKI, GePoS CEO.

1. GİRİŞ

Nirengiler, amaçları ve nitelikleri değişik olarak da tanımlanabilen, haritalara altlık olan dayanak noktalarıdır. Nirengiler üretilecek haritalardan beklenen doğrulukları direkt olarak etkiledikleri için, kendilerinden amaçlanan doğruluğun sağlanması beklenir. Diğer yandan, nirengiden, kapsadığı alan içinde, üretilecek tüm haritalara dayanak olmasını beklemek de ekonomi gereğidir. Bu nedenle, bir alanda, nirengi ağı bir kez olurunca geniş doğruluk talebine yanıt verebilecek biçimde tesis edilmelidir. Bu alan, ülke yüzeyi olarak alındığında, ülkedeki tüm harita çalışmaları, hatta günümüzde yerel olarak tekil planlanmakta olan bilgi sistemlerinin koordinasyonu da, nirengi ağları sayesinde mümkün olur (Ayan, 1996).

NAVSTAR GPS (NAVigation System with Timing and Ranging Global Positioning System) uygun donanıma sahip kullanıcılara prezisyonlu üç boyutlu konum, navigasyon ve zaman bilgisi sağlayan, uydulara dayalı bir navigasyon sistemidir. Sistem dünyanın her yerinde sürekli olarak mevcut olacaktır ve meteorolojik şartlardan bağımsızdır (Seeber, 1993).

Toplam 56 noktadan oluşan ve en az bir saatlik statik moddaki ölçülerden elde edilen İstanbul Ana GPS Nirengi Ağı-1998 (İGNA-98) Projesi'ndeki ilk üç oturuma ait datalar, her iki programda da (GePoS-CEO ve SKI) değerlendirilmiştir. Elde edilen bazlar ve rms (karesel ortalama hata) değerleri uygulama bölümünde verilmiştir. Bunun yanında her iki program kullanarak oluşan bazlardan 10 noktalı örnek GPS ağı'nın (ilk üç oturuma ait) WGS84 jeodezik sistemdeki jeosentrik kartezyen koordinatları elde edilmiştir. Selimpaşa'da bulunan Ülke GPS Ağına ait 34303 nolu noktanın ITRF sisteminde bilinen koordinatları bu dengelemede (tek noktaya dayalı dengeleme) sabit alınmıştır. Her iki programdan elde edilen jeosentrik kartezyen koordinatlar, elipsoidal coğrafi koordinatlar ve karesel ortalama hataları uygulama bölümünde verilmiştir.

Uygulamaya alınan örnek projelerden bir diğeri de Zonguldak-96 GPS Projesidir. Bu projede Leica System 300 alıcılarının rinex dataları yanında Ashtech firmasının üretmiş olduğu Z-12 GPS alıcısının rinex formatındaki dataları da söz konusu her iki programda değerlendirilmiştir. Elde edilen değişik uzunluklardaki (gerek İGNA-98 ve gerekse Zonguldak-96 GPS Projelerinde yer alan) baz sonuçları, programların rinex data çözümlenebilirlik kabiliyetleri ve baz çözümündeki performansları uygulama bölümünde karşılaştırmalı olarak çizelge ve grafikler halinde verilmiştir.

2. UYGULAMA

Bu çalışmada; değişik firmaların üretmiş olduğu bazı GPS alıcısı ve değerlendirme yazılımlarının genel hatlarıyla tanıtılması, rinx formatındaki dataları değerlendirebilme kabiliyetleri, değişik uzunluktaki bazların elde edilmesi, ambiguity (belirsizlik) çözme güçlerinin ve örnek bir ağdaki dengeleme sonuçlarının karşılaştırılması da amaçlanmıştır.

2.1. İGNA-98 GPS Projesi;

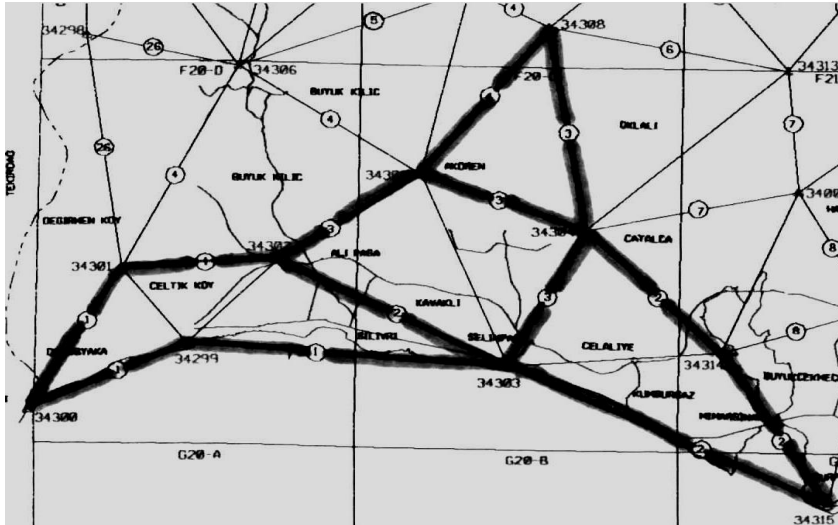
Uygulamada ele alınan projelerden birisi olan İstanbul Ana GPS Nirengi Ağı (İGNA 98) Projesi'nin amacı;

- Her türlü bilgi sistemine altlık oluşturacak,
- GPS tekniği ile Standart Uluslararası Yersel Sistem ITRF'de ve Ülke Koordinat Sistemi ED-50'de nokta sıklaştırmasını sağlayacak,
- GPS tekniği ile Ülke Yükseklik Sisteminde yükseklik üretebilmek için gerekli olan JEOİD'in belirlenmesine altlık oluşturacak, doğru ve güvenilir koordinatları elde etmektir (İstanbul GPS Ağı Teknik Şartnamesi, 1998).

Bu amaçları gerçekleştirebilmek için öncelikle 1/50.000 ölçekli İstanbul ve çevresini içine alan bir harita üzerinde tasarım kanavası hazırlanmıştır. Seçilen noktalar içerisinde metropoliten, ülke I. ve II. dereceli nirengi noktaları ile ülke GPS noktalarından ağa katılması mümkün olanların alınmasına özel önem gösterilmiştir. İGNA-98 Projesi'nin GPS ölçmeleri, Ana Ağ Ölçmeleri ve Sıklaştırma Ağı Ölçmeleri olmak üzere iki hiyerarşik adımda gerçekleştirilmiştir. Sıklaştırma Ağı; İGNA içinde Ana Ağ noktaları dışındaki noktaların oluşturduğu ağıdır. Ana ağ ölçmeleri çift frekanslı 5 adet GePoS RD24 alıcılara ile gerçekleştirilmiştir. Statik olarak yapılan ölçmelerde ölçme süresi 60 dakika, kayıt aralığı (epoch) 15 saniye ve minimum uydu yüksekliği (cut-off-angle) 15° olarak belirlenmiştir. Oturum planlaması teknik şartnamenin öngördüğü koşulları sağlayacak biçimde hazırlanmıştır. Oturumlar 5'er nokta üzerinden, eş zamanlı statik ölçülerle gerçekleştirilmiş ve bir önceki oturumdan en az iki nokta veya bir bazın ortak olmasına dikkat edilmiştir.

2.1.1. İGNA 98 GPS Projesindeki Datalarla Yapılan Uygulamalar;

Yukarıda belirtilen şartlarda elde edilen İstanbul Ana GPS Nirengi Ağı (İGNA-98) Projesi'ne ait ilk üç oturumdan (dördüncü oturumdan da bir baz alınarak) oluşan doğuda Selimpaşa ve Büyükçekmece-Gürpınar, batıda Marmara Ereğlisi ve Değirmenköy, kuzeyde Çatalca ilçesi ve Akören Köyü, güneyde ise Marmara Denizi ile çevrili olan bölgeyi içine alan toplam 10 noktalı GPS ağı uygulamada kullanılmıştır. Bu uygulama ağına ait datalar Zeiss firmasına ait GePoS RD24 GPS alıcılara kullanarak elde edilmiştir. Şekil-1'de İGNA-98 Projesi'nde uygulamaya alınan söz konusu bölge görülmektedir.



Şekil-1: İGNA-98 GPS Projesinde Uygulamaya Alınan Kısım.

Öncelikle uygulama bölgesine ait rawdatalar diğer ölçülerden farklı bir dosyaya kaydedildi. Her bir bazın değerlendirilmesinde en uygun opsiyonlar kullanıldı. Burada esas amaç ambiguity çözümünün GePoS-CEO için %100 veya buna en yakın olabilecek bir değer (en az % 95), SKI yazılımı için de "Y" olması idi. Her iki yazılım programında da mevcut olan baz değerlendirme opsiyonları kullanılarak hedeflenen amaca ulaşıldı. Bu sırada kullanılan opsiyonların iki program için de aynı olmasına dikkat edildi. İstenen durum İGNA-98 uygulama projesinde sağlandı. Oluşan bazlara ait liste Çizelge-1'de verilmiştir.

GePoS-CEO yazılımında, baz değerlendirme işleminden sonra elde edilen 34300–34303 bazının ambiguity çözümü %100 olup, belirlenen 36 ambiguity'nin tümü çözülmüştür. Elde edilen baz vektörlerinin rms değerleri de 0,0009–0,0013 m arasında olmuştur. Baz tablosunda da görüldüğü gibi bu bazın iki program çözümü arasında – 0,1267 m'lik bir fark vardır. Bu fark 34300 nolu noktanın koordinatlarına da yansımıştır. Bu duruma neden olan en önemli faktör her iki noktanın da deniz kenarında dalga kıran üzerinde olmasıdır. Deniz yüzeyinin neden olduğu multipath (sinyal yansımaları) burada etkili olmuştur. İki programın koordinat sonuçları arasında da bu etki bariz bir şekilde görülmektedir. Elde edilen bazların kullanılmasıyla Selimpaşa dalga kıran üzerindeki ITRF sisteminde koordinatları bilinen 34303 nolu noktanın koordinatları sabit alınarak dayalı dengeleme yapılmıştır. SKI yazılımı ile dengelemede uyuşumsuz ölçüler testi yapılmakta, uyuşumsuz baz bileşenleri belirlenmektedir. 34303 nolu noktaya dayalı dengelemede 34303-34300 bazı uyumlu çıkmıştır. Buna karşılık GePoS-CEO yazılımında uyuşumsuz ölçü testi yoktur. Baz bileşenlerinin düzeltmeleri ve kapanmalar incelenerek bir sonuca gidilebilir. 34303-34300 bazındaki farktan kaynaklanan koordinat farkları GePoS-CEO ile bulunan bu bazın uyuşumsuz olmasındandır.

Kullanılan rawdataların tümü rinex formatına dönüştürülerek SKI yazılımında da değerlendirmeye alındı. Her bir baz için GePoS-CEO yazılımında kullanılan opsiyonların aynen SKI yazılımında da kullanılmasına dikkat edildi. Bu yazılım Windows tabanlı olduğu için editleme işlemleri kolaylıkla ve görsel olarak yapılabildi. Bir mouse işaretiyle kullanılan bazın tüm değerlendirme özelliklerini görmek mümkündür. Yani cut-off angle, ölçü başlangıç ve bitiş zamanlarının kısaltılması, istenmeyen uyduların atılması veya sinyal kayması olan bölgelerin değerlendirme dışı bırakılması gibi işlemler çok kolaydır. Bu işlemleri GePoS-CEO yazılımında yapmak için çok fazla zaman harcamak gerekir. Çünkü her bir opsiyonun bulunduğu yere ulaşmak için en az 3-4 menü açıp kapamak gerekir. Bu hem zaman ve hem de büyük emek kaybına neden olmaktadır. Bu bazların kullanılmasıyla Selimpaşa dalga kıran üzerindeki ITRF sisteminde koordinatları bilinen 34303 nolu noktanın koordinatları sabit alınarak dayalı dengeleme yapılmıştır.

Her iki yazılım sonuçlarından elde edilen WGS84 sistemindeki jeosentrik elipsoidal coğrafi koordinatlar arasındaki farkların metrik sistemde gösterilebilmesi için, uygulama projesindeki her bir noktaya ait hesaplamalar aşağıdaki gibi, 1-6 arası formüller kullanılarak yapılmıştır;

WGS84 elipsoidi parametreleri;

$$\begin{aligned} a &= 6\,378\,137.000 \text{ m.} \\ b &= 6\,356\,752.3141 \text{ m.} \\ c &= 6\,399\,593.6259 \text{ m.} \\ f &= 1 / 298.257223563 \\ e^2 &= 0.00669437999 \\ \acute{e}^2 &= 0.0067394967883 \end{aligned}$$

sabit değerleriyle;

$$V = \sqrt{1 + \acute{e}^2 * \cos^2 \varphi} \quad (1)$$

$$M = c / v^3 \quad (2)$$

$$N = c / v \quad (3)$$

$$\rho^\circ = 180 / \pi = 57^\circ.2957795 \quad (4)$$

$$\rho'' = 206264.81$$

$$dx = M * dB'' / \rho'' \quad (5)$$

$$dy = N * \cos B'' * dL'' / \rho'' \quad (6)$$

formüller i kullanılmış (Uzel, 1990), (Ersoy, N., 1998) ve 34299 nolu nokta için;

$$\Delta B = \Delta \varphi = 0.00008'' \quad \text{ve} \quad \Delta \lambda = \Delta L = 0.005159''$$

$$M = c / v^3 = 6362990.9133 \text{ m.}$$

$$N = c / v = 6387369.3864 \text{ m.}$$

$$dx = M * dB'' / \rho'' = 6362990.9133 * 0.00008'' / 206264.81 = 0.00247 \text{ m.}$$

$$\begin{aligned} dy &= N * \cos B'' * dL'' / \rho'' = 6387369.3864 * 0.7539783 * 0.005159'' / 206264.81 \\ &= 0.120454 \text{ m.} \end{aligned}$$

dx ve dy değerleri bulunmuştur. Aynı işlem diğer noktalar için de tekrarlanmıştır.

Değişik GPS Yazılımları Üzerine Karşılaştırmalı Bir Değerlendirme

Çizelge-1: İGNA- 98 Projesinde Uygulamaya Alınan ve GePos-CEO ve SKI Programları İle Elde Edilen Bazlar ve RMS Değerleri.

GePOs CEO Yazılımı Sonuçları						SKI Yazılımı Sonuçları			GePos CEO - SKI	
STA1	STA2	DX (m)	DY (m)	DZ (m)	DS (m)	DX (m)	DY (m)	DZ (m)	DS (m)	ΔS (m)
		SX	SY	SZ	SS	SX	SY	SZ	SS	
34303	34305	-5544.2485 0.0012	-9200.1886 0.0010	-10942.6594 0.0010	15333.7522 0.0008	-5544.2417 0.0014	9200.2053 0.0010	10942.6914 0.0010	15333.7826 0.0009	-0.0304
34301	34300	13407.2640 0.0008	-3232.8285 0.0005	-12243.9539 0.0008	18442.3511 0.0005	-13407.2414 0.0007	3232.8564 0.0004	12244.0391 0.0007	18442.3962 0.0003	-0.0451
34300	34299	12387.7399 0.0008	-8895.3508 0.0005	-7846.3373 0.0008	17150.7543 0.0004	12387.7322 0.0007	8895.3580 0.0005	7846.3467 0.0007	17150.7568 0.0003	-0.0025
34303	34299	-8921.7215 0.0008	18371.6233 0.0006	-1039.3354 0.0009	20449.7891 0.0006	18921.7271 0.0010	18371.6325 0.0007	1039.3533 0.0010	20449.8007 0.0005	-0.0116
34303	34302	2382.4021 0.0007	-15268.8044 0.0005	6045.7507 0.0008	16594.0751 0.0005	2382.4132 0.0006	-15268.7879 0.0003	6045.7665 0.0005	16594.0892 0.0003	-0.0141
34303	34300	21309.3642 0.0013	-27266.9685 0.0010	-6807.0201 0.0011	35269.1380 0.0009	21309.5259 0.0018	-27267.0069 0.0015	6807.0166 0.0019	35269.2647 0.0012	-0.1267
34303	34315	-4319.7060 0.0011	21382.3768 0.0008	-7320.2546 0.0011	23009.8245 0.0007	-4319.7200 0.0011	21382.3823 0.0007	7320.2573 0.0010	23009.8331 0.0005	-0.0086
34314	34315	3128.9395 0.0008	9120.5161 0.0005	-8184.1739 0.0009	12647.3230 0.0005	3128.9423 0.0007	9120.5170 0.0004	-8184.1694 0.0006	12647.3214 0.0004	0.0016
34314	34304	-974.9976 0.0008	-10665.6221 0.0006	7250.7933 0.0008	12933.6816 0.0005	974.9628 0.0007	10665.6065 0.0004	-7250.8367 0.0006	12933.6904 0.0003	-0.0088
34303	34304	-8423.6411 0.0009	1596.2387 0.0006	8114.7180 0.0009	11804.8446 0.0005	-8423.6220 0.0008	1596.2596 0.0005	8114.7517 0.0007	11804.8569 0.0004	-0.0123
34301	34302	-5519.7962 0.0007	8765.2976 0.0005	608.7240 0.0006	10376.3740 0.0004	-5519.8356 0.0007	8765.3073 0.0005	608.7052 0.0007	10376.4020 0.0003	-0.0280
34301	34299	1019.5272 0.0006	5662.4955 0.0004	-4397.6586 0.0006	7241.7327 0.0004	-1019.5097 0.0006	-5662.5020 0.0004	4397.6917 0.0006	7241.7554 0.0003	-0.0227
34302	34299	6539.3415 0.0006	-3102.7929 0.0004	-5006.3733 0.0006	8800.8002 0.0003	-6539.3456 0.0005	3102.8052 0.0003	5006.3969 0.0005	8800.8210 0.0002	-0.0208
34305	34304	-2879.4586 0.0012	10796.4339 0.0010	-2828.0053 0.0009	11526.1390 0.0007	2879.4440 0.0012	10796.4339 0.0009	2827.9839 0.0009	11526.1408 0.0006	-0.0018
34302	34305	-7926.6368 0.0011	6068.6100 0.0009	4896.9333 0.0008	11119.3324 0.0005	-7926.6059 0.0008	6068.6266 0.0006	4896.9547 0.0006	11119.3289 0.0003	0.0035
34304	34308	-7219.1570 0.0021	-6910.9643 0.0017	10975.5457 0.0016	14843.8627 0.0013	-7219.1516 0.0012	6911.3009 0.0009	10975.4491 0.0009	14843.9453 0.0007	-0.0826
34305	34308	-10098.6047 0.0009	3885.1352 0.0006	8147.4790 0.0008	13544.6486 0.0005	-10098.6109 0.0007	3885.1386 0.0004	8147.4713 0.0006	13544.6496 0.0004	0.0010
34303	34314	-7448.6593 0.0007	12261.8660 0.0005	863.9098 0.0008	14372.9685 0.0004	-7448.6615 0.0006	12261.8661 0.0004	863.9133 0.0006	14372.9699 0.0003	-0.0014

2.2. Zonguldak 96 GPS Projesi

Zonguldak 96 GPS Projesi; Zonguldak 1996 Kampanyasında, hem GPS ölçmeleri ile nokta sıklaştırmasında günlük ölçümlerde referans noktası (sabit istasyon) görevini üstlenecek hem de GPS sisteminde (WGS84) elde edilen koordinatların ülke sistemine (ED50) transformasyonunu sağlayacak bir ana ağ oluşturması fikri benimsenmiş ve Kozlu, Zonguldak (merkez)- Kilimli, Muslu, Hisarönü ve Çatalağzı'nı içerisine alan 14 noktalı bir ana ağ seçilmiştir. Bu ana ağ noktaları seçilirken, ufku açık, günlük ölçümlerde çevresinde bulunan çok sayıda noktanın ölçülmesinde referans görevi görebilir, GPS ölçülmesine uygun olan noktalar olmasına ve ülke sistemine transformasyonunu sağlamak için ülke sisteminde koordinatları bilinen noktalar olmasına dikkat edilmiştir. Ana ağ oluşturan noktalar; 0006, 0711, 0004, 0652, 0702, 0657, 0676, 0666, 0693, 0025, 0726, 0631, 4004 ve 2002'dir. Bunlardan 0006, 0004, 0025, 4004, 2002 numaralı noktalar Harita Genel Komutanlığı tarafından üretilen ülke nirengi ağı sıklaştırma noktaları, 0631 numaralı nokta ise dizi nirengi noktasıdır ve ülke sisteminde koordinatları bilinmektedir. Ana ağ oluşturan diğer noktalar yeni noktalar (Zonguldak GPS Ağı Projesi Raporu, 1996).

2.2.1. Zonguldak 96 GPS Projesindeki Datalarla Yapılan Uygulamalar

Zonguldak 96 GPS Projesi'ne ait rinex formatındaki datalar GePoS-CEO yazılımında değerlendirmeye alınmadan önce her bir ölçü grubu için, tarih ve session numarasına göre bir liste oluşturuldu. Böylece aynı bazın tekrarlı ölçülerinin hangi tarihte ve hangi alıcı kullanarak yapıldığı kolayca görüldü. Bundaki diğer bir amaç da bu projede kullanılmış olan değişik markalardaki GPS alıcılarının dataları ile her iki programın değerlendirme kapasitesini ölçmekti. Çünkü bu projede hem Ashtech Z-12 ve hem de Leica SR-399 tipi alıcılar kullanılmıştır.

Rinex formatındaki dataların GePoS-CEO yazılımında değerlendirilmesi sırasında çok büyük zorluk yaşanmış ve istenen tüm bazlar oluşturulamamıştır. Çünkü bazı bazların değerlendirilmesi sırasında ya program kilitlenmiş veya çok kötü ambiguity çözümlü (%50-60 gibi) sonuçlar elde edilmiştir. Bu yüzden Zonguldak-96 Projesi ana ağına ait bazı bazlar uygulamaya alınamamıştır. Dolayısıyla uygun bir GPS ağı oluşturulamadığı için elde edilen bazlarla bir dengeleme yapılamamıştır. Sonuçta bu uygulama projesi ile ilgili olarak sadece baz sonuçlarına göre bir karşılaştırma söz konusu olmuştur. İGNA-98 Projesi'de olduğu gibi bazların çözümünde genelde L1 ve L2'nin birlikte kullanıldığı çift frekanslı çözümler yapılmıştır.

3. DEĞİŞİK UZUNLUKTAKİ BAZLARIN DEĞERLENDİRME SONUÇLARI

1-3 km Arasındaki Baz Uzunlukları; Aşağıdaki tabloda da görüldüğü gibi, uygulamaya alınan projeler arasında 1 - 3 km arasında baz uzunluğuna sahip olan proje Zonguldak 96 Projesi'dir. Çizelge-2'de 7 tane bazın her iki program sonuçları sunulmuştur. Söz konusu bazlara ait farkların ppm değerleri de hesaplanmış ve aynı tablolarda belirtilmiştir. Çizelge-2'de görüldüğü gibi iki program ile bulunan uzunluklar arasındaki farklar düzenli değildir. Yani negatif ve pozitif farklarda bir düzensizlik söz konusudur. Çizelgede göze çarpan en büyük değer 0666-0025 noktaları arasındaki yaklaşık 1454.62 m.'lik bazdadır.

3 - 6 km Arasındaki Baz Uzunlukları; Aşağıdaki Çizelge-2'de da görüldüğü gibi, uygulamaya alınan projeler arasında 3 - 5 km arasında baz uzunluğuna sahip olan proje sadece Zonguldak 96 Projesi'dir. Söz konusu tabloya bakıldığında en büyük farkın 0666-0693 bazında olduğu görülür.

6 - 10 km Arasındaki Baz Uzunlukları; Çizelge-2'de görüldüğü gibi baz uzunlukları arttıkça baz farklarının işareti negatif olmaktadır. Tabloya dikkat edildiğinde bu negatif yönlü baz farkları daha iyi görülmektedir. Bu da bize iki programın baz çözümleri arasında bir ölçek farkının olduğunu göstermektedir.

10 - 15 km Arasındaki Baz Uzunlukları; Bir önceki bölümde işaret edilen iki programın baz çözüm sonuçları arasındaki ölçek farklılığı burada da söz konusudur. Çünkü Çizelge-2 incelendiğinde, bazlar arasındaki farkın genelde negatif yönlü olduğu görülmektedir. Bu da; iki yazılımın baz çözümleri arasındaki ölçek farklılığını kesin bir şekilde ortaya koymaktadır.

15 - 20 km Arasındaki Baz Uzunlukları; Yukarıdaki tezimizi doğrular tarzındaki sonuçları Çizelge-2 tekrar görmek mümkündür. Çünkü 15 km'den sonraki tüm baz farkları negatif yönlüdür. Bu da iki programın baz çözümleri arasında bir ölçek farkı olduğunu en iyi kanıttır.

20 km ve Daha Büyük Baz Uzunlukları; Değerlendirmeler sırasında kullanılan projelerden birisi olan Zonguldak 96 GPS Projesi'ndeki 2002 - 7587 noktaları arasındaki baz uzunluğu Çizelge-2'de; GePoS-CEO yazılım sonucuna göre 77280.9159 m ve SKI yazılım sonucuna göre ise 77280.9857 m. olarak bulunmuştur. Sonuçlar arasındaki fark ise 0.0698 m.'dir. Bu bazlar arasındaki yaklaşık 7 cm.'lik fark GPS değerlendirme sisteminde oldukça büyüktür. Burada dikkati çeken en önemli noktalardan birisi, bazların standart sapmalarıdır (rms=square main error). Çünkü;

Değişik GPS Yazılımları Üzerine Karşılaştırmalı Bir Değerlendirme

GePoS-CEO yazılımından elde edilen bazın rms değeri 0.0021 m, SKI yazılımından elde edilen bazın rms değeri ise 0.0014 m'dir. Her iki programda da, değerlendirme sırasında aynı parametreler kullanılmıştır.

Çizelge-2: Değişik uzunluktaki bazlarda GePoS-CEO ve SKI yazılım sonucu farkları.

PROJE ADI	BAZ ZUNL. (km)	STA1	STA2	GEPOS CEO YAZILIM SONUÇLARI (m)	SKI YAZILIM SONUÇLARI (m)	GEPOS – SKI (Δs) (m)	(ppm)
Zong. 96	1-3 km	0666	0025	1454.6137	1454.6280	- 0.0143	-9.83
		0004	0711	1754.4325	1754.4312	0.0013	0.74
		0652	0004	2071.2357	2071.2438	- 0.0081	-3.91
		0676	0702	2393.4667	2393.4616	0.0051	2.13
		0006	0711	2515.1849	2515.1861	- 0.0012	-0.48
		0676	0657	2715.4414	2715.4353	0.0061	2.25
		0631	0726	2938.4851	2938.4851	0.0000	0.00
Zong. 96	3-6 km	0652	0711	3656.2187	3656.2155	0.0032	0.87
		0666	0693	3706.5656	3706.5774	-0.0118	-3.18
		0006	0004	3846.0357	3846.0374	-0.0017	-0.44
		0666	0676	4626.5154	4626.5097	0.0057	1.23
		0631	0693	4641.6586	4641.6516	0.0070	1.51
		0652	0006	5112.6478	5112.6468	0.0010	0.19
		0631	2002	5307.2857	5307.2824	0.0033	0.62
Zong. 96	6-10 km	2002	0025	7070.8848	7070.8680	0.0168	2.38
İGNA 98		34301	34299	7241.7327	7241.7554	- 0.0227	-3.13
Zong. 96		2002	0666	8412.5158	8412.5185	- 0.0027	-0.32
İGNA 98		34302	34299	8800.8002	8800.8210	- 0.0208	-2.36
İGNA 98	10-15 km	34301	34302	10376.3740	10376.4020	- 0.0280	-2.70
		34302	34305	11119.3324	11119.3289	0.0035	0.31
		34305	34304	11526.1390	11526.1408	- 0.0018	-0.16
		34303	34304	11804.8446	11804.8569	- 0.0123	-1.04
		34314	34315	12647.3230	12647.3214	0.0016	0.13
		34314	34304	12933.6816	12933.6904	- 0.0088	-0.68
		34305	34308	13544.6486	13544.6496	- 0.0010	-0.07
		34303	34314	14372.9685	14372.9699	- 0.0014	-0.09
İGNA 98	15-20 km	34304	34308	14843.8627	14843.9453	- 0.0826	-5.56
		34303	34305	15333.7522	15333.7826	- 0.0304	-1.98
		34303	34302	16594.0751	16594.0892	- 0.0141	-0.85
		34300	34299	17150.7543	17150.7568	- 0.0025	-0.15
İGNA 98	20 km'den büyük	34301	34300	18442.3511	18442.3962	- 0.0451	-2.45
		34303	34299	20449.7891	20449.8007	- 0.0116	-0.57
		34303	34315	23009.8245	23009.8331	- 0.0086	-0.37
Zong. 96		34303	34300	35269.1380	35269.2647	- 0.1267	-3.59
Zong. 96		2002	7587	77280.9159	77280.9857	- 0.0698	- 0.90

3.1. Tekrarlı Bazların Değerlendirme Sonuçları

Çizelge-3'da her iki projede bulunan tekrarlı bazların (aynı bazın değişik günlerdeki ölçü tekrarı) ölçüm sonuçlarının karşılaştırılması yapılmıştır. Çizelgedeki bazlar kısıdan uzuna doğru sıralanmıştır. İki programın sonuçları arasındaki farklar metrik olarak çizelgede verilmiştir. Çizelgeye göre; SKI yazılım sonuçlarının her bir baz için ortalama yakınlığı GePoS-CEO yazılımına göre daha fazladır. Özellikle ilgili çizelgeye göre 0666-0676 bazında GePoS-CEO sonuçlarında ortalama değerden olan farklar çok büyüktür. Söz konusu bazın ortalama değeri 4626.4795 m olmasına rağmen birinci ölçü değeri 4626.4435 m, ikinci ölçü değeri ise 4626.5154 m olarak bulunmuştur. İki ölçü arasında 0.0714 m'lik bir fark vardır. Birinci ölçünün ortalama değerden farkı 0.0360 m, ikinci ölçünün ortalama değerden farkı ise 0.0359 m'dir. Yani her iki ölçünün ortalama değerden 3,5 cm farklı olduğu görülüyor. Bu değer yaklaşık 4-5 km'lik bir baz için büyük bir farktır. Oysa aynı baz için SKI sonuçlarına baktığımızda iki ölçü arasındaki farkın 0.0373 m olduğu görülür. GePoS-CEO yazılımı için bulunan 0.0719 m'lik farka göre bu baz farkı oldukça küçüktür. Bu durum her iki yazılımın sonuçları arasında genelde böyledir.

Çizelge-3: Tekrarlı bazlarda GePoS-CEO ve SKI yazılım sonuçları farkları.

PROJ ADI	STA1	STA2	ÖLÇÜM TARİHİ	ÖLÇÜM ZAMANI	GEPOS-CEO YAZILIM SONUÇLARI (m)	SKI YAZILIM SONUÇLARI (m)	GEPOS-SKI Δs (m)
Zongl.-96	0004	0711	04.01.96	01:33:50 pm	1754.4325	1754.4312	0.0013
			07.01.96	09:02:00 pm	1754.4338	1754.4373	-0.0035
				Ortalama =	1754.4332	1754.4343	-0.0011
Zongl.-96	0004	0652	04.01.96	01:33:20 pm	2071.2382	2071.2446	-0.0064
			04.01.96	02:45:50 pm	2071.2357	2071.2438	-0.0081
				Ortalama =	2071.2370	2071.2442	-0.0072
Zongl.-96	0666	0693	05.01.96	09:57:00 am	3706.5656	3706.5774	-0.0118
			08.01.96	09:07:10 am	3706.5339	3706.5458	-0.0149
			09.01.96	09:00:00 am	3706.5500	3706.5586	-0.0086
				Ortalama =	3706.5498	3706.5606	-0.0108
Zongl.-96	0666	0676	04.01.96	04:20:30 pm	4626.4435	4626.4724	-0.0289
			05.01.96	09:32:40 am	4626.5154	4626.5097	0.0057
				Ortalama =	4626.4795	4626.4911	-0.0116
İGNA-98	34303	34304	29.07.98	04.28.30 pm	11804.8446	11804.8569	-0.0123
			30.07.98	02.18.30 pm	11804.8570	11804.8702	-0.0132
				Ortalama =	11804.8580	11804.8636	-0.0056
İGNA-98	34305	34308	30.07.98	05:17:30 pm	13544.6486	13544.6496	-0.0010
			30.07.98	02:19:15 pm	13544.6486	13544.6365	0.0121
				Ortalama =	13544.6486	13544.6431	0.0055
İGNA-98	34302	34303	29.07.98	04:13:45 pm	16594.0751	16594.0892	-0.0141
			30.07.98	02:20:30 pm	16594.0494	16594.0895	-0.0401
				Ortalama =	16594.0623	16594.0894	-0.0271

3.2. Bernesse Yazılım Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Çizelge-4'ye göre, SKI ile bulunan sonuçların, Bernesse ile bulunan sonuçlara GePoS-CEO ile bulunan sonuçlardan (0025-0666 bazı hariç) daha yakın olduğu görülmektedir. Bernesse yazılımı bilimsel amaçlı güçlü bir yazılımdır. Bu yazılımda elde edilen sonuçların daha tutarlı olduğu söylenebilir. SKI yazılımı mühendislik hizmetleri için geliştirilmiş bir yazılımdır. Bunun verdiği sonuçların Bernesse sonuçlarına, GePoS-CEO sonuçlarından daha yakın olması SKI yazılımının GePoS-CEO yazılımından daha iyi sonuçlar verdiği şeklinde yorumlanabilir.

Çizelge-4: Her iki yazılım sonuçlarının Bernesse yazılım sonuçlarıyla farkları.

STA1	STA2	A=GEPOS CEO YAZILIMI (m)	B=SKI YAZILIMI (m)	C = BERNESE YAZILIMI (m)	A-B (m) ppm	A-C (m) ppm	B-C (m) ppm
0025	0666	1454.6137	1454.6280	1454.5890	-0.0143	0.0247	0.0390
		0.0005	0.0003	0.0035	-9.83	16.98	26.81
0693	0666	3706.5339	3706.5586	3706.5478	-0.0247	-0.0139	0.0108
		0.0001	0.0002	0.0002	-6.66	-3.75	2.91
0666	0676	4626.5154	4626.5097	4626.5098	0.0057	0.0056	-0.0001
		0.0004	0.0005	0.0004	1.23	1.21	-0.02
2002	0631	5307.2857	5307.2824	5307.2805	0.0033	0.0052	0.0019
		0.0003	0.0033	0.0001	0.62	0.98	0.36
0702	0006	5792.4739	5792.4807	5792.4786	-0.0068	-0.0047	0.0021
		0.0003	0.0002	0.0003	-1.17	-0.81	0.36
0025	2002	7070.8848	7070.8680	7070.8698	0.0168	-0.0150	-0.0018
		0.0005	0.0003	0.0006	2.36	-2.12	-0.25
7587	2002	77280.9159	77280.9857	77281.0458	-0.0698	-0.1299	-0.0601
		0.0021	0.0014	0.0011	-0.90	-1.68	-0.78

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

- Her iki program arasında en önemli fark; GePoS-CEO'nun Windows altındaki DOS ortamında, SKI yazılımının da Windows altında çalışıyor olmasıdır. Bu durum GePoS-CEO programının işlem kabiliyetini ve hızını tamamen kısıtlamaktadır.
- İkinci en önemli fark ise, SKI yazılımının tamamen grafik ekranlara sahip olmasıdır. Bu durum kullanımında çok büyük kolaylıklar ve hız kazandırıyor. Çünkü GePoS-CEO ile harcanan zaman ve dikkatin yaklaşık yarısını harcayarak aynı bazlar elde edildi. GePoS-CEO yazılımında değerlendirme sırasında çok dikkatli olunmalıdır. Çünkü grafik ortam almadığı için sürekli rakamlarla uğraşmak gerekir.

Değişik GPS Yazılımları Üzerine Karşılaştırmalı Bir Değerlendirme

- 3- Baz oluşumu sırasında her bir session (oturum) için GePoS-CEO'da ayrı bir rawdata girişi yapmanız gerekir. Bu durum büyük bir zaman ve emek kaybına neden olmaktadır. İlk proje açıldığında girilen data günler altında çağrılmakta ve istenilen bazlar oluşturup database kaydedilmektedir. Oysa SKI yazılımında her bir session için tekrar rawdata girişi yapılmasına gerek yoktur. Oluşturulan her bir alternatif çözüm farklı bir isimle database kaydedilir ve ilerde kullanılabilir.
- 4- İGNA-98 Projesi rinex dataların çözümünde, SKI rinex data girişi ve değerlendirmesinde hiçbir zorluk yaşanmamıştır. GePoS-CEO'daki gibi kitlenme veya programdan çıkma gibi bir şey söz konusu olmamıştır. Uygulamalardaki bazların elde edilmesi sırasında değerlendirme süresi bakımından SKI yazılımında daha az bir süre harcanmıştır.
- 5- Herhangi bir projenin tamamını kapsayan oturum kanavası, SKI programında View/Edit menüsünde oluşturulan bazlar ve nokta numaraları ile görmek mümkündür. Mouse ile noktanın üzerine tıkladığında o nokta hangi noktaların bazlarından hesaplanmışsa her birinin koordinat değerlerini, baz uzunluklarını görme imkanı vardır. Bu bize çok büyük kolaylıklar sağlar. Çünkü hatalı bazlar ve sonuçta o noktalardan oluşan koordinatları kolaylıkla görme imkânı verir ve dengeleme sonrası yükseklik hatalarını da gösterir.
- 6- İGNA-98 GPS Projesi'de kullanılan alıcıların tümü Zeiss firmasına ait RD24 GPS alıcıları olduğu için SKI programında ancak rinex formatındaki datalar değerlendirilmiştir. Böylece SKI yazılımının rinex data değerlendirme performansı ölçülmüştür. Yapılan değerlendirmede SKI programının rinex data kullanma kapasitesinin GePoS-CEO yazılımına göre çok daha hızlı ve verimli olduğu görülmüştür.
- 7- Yapılan uygulamalar göstermiştir ki; SKI yazılımı, özellikle büyük GPS projelerinde, kullanışlı View/Edit menüsü ve hassasiyeti nedeniyle GePoS-CEO yazılımına tercih edilmelidir.
- 8- Programların karşılaştırılmasında esas alınan her iki projeye ait baz uzunlukları ve İGNA-98 projesinin bir bölümünden elde edilen noktaların Selimpaşa dalgakıran üzerindeki 34303 nolu noktanın ITRF koordinatları dayalı dengelemede sabit alınarak GePoS-CEO ve SKI yazılım sonuçlarından bulunan WGS84 Jeosentrik Sistemi'ndeki elipsoidal coğrafi koordinat farklarının maksimum, minimum ve ortalama değerleri Çizelge-5'de verilmiştir.

Çizelge-5: GePoS-CEO ve SKI yazılım sonuçlarından bulunan Elipsoidal Coğrafi Koordinat Farkları.

N. N.	ΔX (cm)	N. N.	ΔY (cm)	N. N.	ΔH (cm)
34299	$\Delta X_{\min}=0.25$	34304	$\Delta Y_{\min}=3.35$	34302	$\Delta H_{\min}=0.4$
34308	$\Delta X_{\max}=11.49$	34300	$\Delta Y_{\max}=20.34$	34315	$\Delta H_{\max}=5.5$
	$\Delta \text{ort}=5.87$		$\Delta Y_{\text{ort}}=11.85$		$\Delta H_{\text{ort}}=2.95$

- 9- Uygulamada kullanılan GePoS-CEO ve SKI yazılımlarının değerlendirme hassasiyetindeki başarıları açısından, bilimsel bir yazılım olan Bernesse yazılımı ile karşılaştırıldığında, SKI yazılım sonuçlarının Bernesse yazılım sonuçlarına daha yakın olduğu görülmüştür. Ayrıca rawdata değerlendirme performansı ve çözüm hızı bakımından SKI yazılımının büyük bir üstünlüğü söz konusudur.

KAYNAKALAR

Ayan, T., 1996, *İzmir Metropolitan GPS Nirengi Ağı Sıkıştırma ve İyileştirme Projesi Rapor Dosyası*, İ.T.Ü. İstanbul.

Seeber, G., 1993, *Satellite Geodesy, Foundations, Methods, and Applications*, Walter de Gruyter, Berlin–New York.

İstanbul GPS Ağı Teknik Şartnamesi, 1998, İ.T.Ü. İnşaat Fakültesi.

Uzel, T., 1990, *GPS Uyduları Yardımıyla Konum Belirleme Ders Notu*, İstanbul.

Zonguldak GPS Ağı Projesi Raporu, 1996, İ.T.Ü. İnşaat Fakültesi.

Ersoy, N., 1998, *GPS Yöntemiyle Hâlihazır Harita Üretimi*, TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası Yayın Organı.