

İnternet tabanlı GNSS yazılımlarının doğruluk açısından değerlendirilmesi

Atınc Pırtı*¹ , Dilanur Yazıcı¹ 

¹Yıldız Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, İstanbul, Türkiye

Anahtar Kelimeler

AUSPOS
CSRS-PPP
Trimble RTX
Ölçü Süresi
Doğruluk

ÖZ

İnternet tabanlı GNSS (Global Navigation Satellite Systems-Küresel Navigasyon Uydu Sistemleri) yazılımları kullanıcıların yüksek doğrulukta koordinat elde etmesini sağlamaktadır. Doğruluğu etkileyen faktörlerden birisi ölçü süresidir. Bu çalışmada internet tabanlı GNSS yazılımlarından AUSPOS (Online GPS Processing Service), CSRS-PPP (Canadian Spatial Reference System-Precise Point Positioning) ve Trimble RTX kullanılarak ölçü süresinin konum doğruluğuna etkisinin araştırılması amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda İSTA, İZMİ ve TUBİ istasyonları seçilerek istasyonlara ait 5 günlük RINEX dosyaları indirilmiştir. İndirilen dosyalardan Notepad++ kullanılarak 1,4,6,8,12,16,20,24 saatlik gözlem dosyaları oluşturuldu ve AUSPOS, CSRS-PPP ve Trimble RTX servislerine gönderildi. Trimble RTX, İSTA ve İZMİ istasyonlarının verilerini değerlendirirken TUBİ istasyonuna ait verileri değerlendirmemiştir. Yazılımlardan elde edilen coğrafi koordinatlar kullanılarak 3 derecelik Gauss-Krüger koordinatlara dönüşüm yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar incelendiğinde AUSPOS servisinin genel olarak CSRS-PPP ve Trimble RTX servislerinden daha yüksek doğrulukta sonuçlar verdiği görülmüştür.

Evaluation web-based GNSS software in terms of accuracy

Keywords

AUSPOS
CSRS-PPP
Trimble RTX
Measurement Time
Accuracy

ABSTRACT

Web-based GNSS (Global Navigation Satellite Systems) software allows the user to achieve high accuracy coordinates. Session duration is one of the factors affecting accuracy. In this study, it was aimed to observe the effect of measurement time on the accuracy using AUSPOS (Online GPS Processing Service), CSRS (Canadian Spatial Reference system-Precise Point Positioning) and Trimble RTX from web-based GNSS software. For this purpose, İSTA, İZMI and TUBI stations were selected and 5-day Rinex files belonging to these stations were downloaded. 1, 4, 6, 8, 12, 16, 20, 24 hours of observation files were created using Notepad++ from downloaded files and sent to AUSPOS, CSRS-PPP and Trimble RTX. Trimble RTX was unable to evaluate data from the TUBİ station. The conversion to 3° Gauss Krüger coordinates was done using geographic coordinates obtained from web-based softwares. When the results were examined, it was observed that the AUSPOS service gave higher accuracy than the CSRS-PPP and Trimble RTX services in general.

1. GİRİŞ

Son zamanlarda klasik GNSS verilerini değerlendirme yazılımlarına bir seçenek olarak internet tabanlı GNSS konumlama servisleri geliştirilmiştir. Bu servisler web sayfaları aracılığıyla yüklenen GNSS verilerini otomatik olarak değerlendirmektedir. Arazide toplanmış GNSS verileri RINEX (Receiver Independent Exchange) gibi standart formatlara dönüştürüldükten sonra söz konusu servislere yüklenerek, gözlem noktalarının yer merkezli koordinatları oldukça kolay ve hızlı bir şekilde elde edilebilmektedir (Bahadur ve Üstün., 2014).

Kanada’da yapılan bir çalışmada UNB1 isimli IGS (International GNSS Service) istasyonundan toplanan bir günlük veriler 24 ve 10 saatlik alt veri setlerine ayrılmıştır. AUSPOS, SCOUT, OPUS, AutoGPSY ve CSRS-PPP servislerinden elde edilen sonuçlar UNB1 istasyonunun bilinen koordinatlarıyla karşılaştırılmıştır (Ghoddousi and Dare, 2006).

Subaşı ve Alkan 2011 yılında yaptıkları çalışmada İSKİ-UKBS noktalarından 6 tane seçilmiştir. Bu noktalara ait 24 saatlik veriler 1,2,4 ve 12 saatlik alt veri setlerine ayrılıp web tabanlı servislerden OPUS, AUSPOS ve SCOUT’a gönderilmiştir. Elde edilen sonuçlar bu üç servis ile birkaç cm mertebesinde doğrulukla noktaların konum ve yüksekliklerinin belirlenebileceğini göstermiştir.

Yapılan başka bir çalışmada AUSPOS ve OPUS servislerinin statik değerlendirme performansları test edilmiştir. Elde edilen sonuçlar, GNSS servisleri kullanılarak, tek bir alıcı ile 24 saatlik toplanan verilerden başka hiçbir veriye gerek duyulmadan yer kabuğu hareketlerinin izlenmesi, yapı sağlığı izlemeleri gibi yüksek doğruluk gerektiren çalışmalar ve 2 saatlik ölçümlerin yeterli olabileceği kadastral uygulamalar gibi birçok sivil uygulamalar için yeterli olabilecek doğrulukta, oldukça, kolay ve ekonomik bir şekilde konum belirlenebileceğini göstermiştir (Alçay ve İmren, 2017).

2017 yılında yapılan çalışmada statik uygulamalardaki doğruluk performansları incelenmiştir. Bu çalışma tek bir alıcı ile toplanan verilerin ister PPP tekniği, isterse rölatif yöntem ile oldukça kolay bir şekilde ve ölçü süresine bağlı olarak cm-dm mertebesinde doğruluklarla internet-tabanlı online servisler kullanılarak konum belirlenebileceğini ortaya koymuştur (Alkan vd. 2017).

Arıkan ve Abbak (2019) çalışmasında 20 IGS istasyonunun 24, 12, 6, 3, 1 saatlik gözlemleri kullanılarak yükseklik değişiminin hassas nokta konumlarına etkisi global olarak araştırılmıştır. Veriler online değerlendirme servislerinde CSRS –PPP ve akademik yazılım Bernese (v.5.2) ile değerlendirilmiştir.

Yapılan bir başka çalışmada web tabanlı GNSS servislerinden CSRS-PPP, AUSPOS, OPUS, APPS, GAPS, MAGIC-GNSS programları incelenmiştir. YLDZ istasyonuna ait 24 saatlik veriler 3 farklı ay ve günde olmak üzere elde edilmiştir. RINEX verileri 5 ayrı zaman dilimine bölünmüştür. Özellikle 2 saat ve daha fazla gözlem sürelerinde 2 boyutlu projeksiyon koordinatları olan X ve Y bileşenlerinde konum doğruluklarındaki

iyileşmeler olduğu görülmüştür (Özdemir ve Güla, 2019).

Yapılan başka bir çalışmada ANKR, ANTL, IZMI, SINP ve VAN1 istasyonlarına ait RINEX gözlemleri 1, 4, 8, 12, 16, 20 ve 24 saatlik dilimlere ayrılarak koordinatların doğruluk araştırması yapılmak amacıyla CSRS-PPP ve Trimble-RTX servislerine gönderilmiştir. Çalışma sonucunda CSRS-PPP servisinden elde edilen konum verisinin referans veriye daha yakın olduğu gözlemlenmiştir (İnyurt ve Ulukavak, 2020).

Günümüzde PPP; tarım endüstrisi, hidrografi, deformasyon izleme, denizaltı haritalarının yapımı için sensör konumlandırma, havadan haritalama gibi çalışmalarda kullanılan bir yöntemdir. PPP yönteminin hem de statik hem de kinematik konum belirleme doğruluğu ve hassasiyetine ilişkin farklı çalışmalar gerçekleştirilmiştir (Cai ve Gao,2007; Martin vd. 2011; Altamimi vd. 2011).

Bu çalışmada, web tabanlı GNSS yazılımlarından olan AUSPOS, CSRS-PPP ve Trimble RTX kullanılarak ölçü süresinin konum doğruluğuna etkisinin gözlemlenmesi hedeflenmiştir. Bu amaçla 3 adet sabit istasyon belirlenerek bu istasyonlara ait veriler indirildi. İndirilen verilerden 1, 4, 6, 8,12, 16, 20, 24 saatlik gözlem dosyaları oluşturuldu. Gözlem dosyaları web tabanlı yazılım olan AUSPOS, CSRS-PPP ve Trimble RTX’e gönderildi. Gelen sonuç dosyalarındaki coğrafi koordinatlar; 3 derecelik Gauss Kruger koordinatlara dönüştürüldü.

2. YÖNTEM

Küresel Navigasyon Uydu Sistemi (GNSS) ile genel anlamda mutlak ve bağıl olmak üzere iki temel yöntem kullanılarak konum bilgisi elde edilebilmektedir. Bu yöntemler ile konum bilgisi elde edilebilmesi için, sahada toplanan verilerin değerlendirilmesi gerekmekte olup, bu amaçla bilimsel veya ticari yazılımlar ile birlikte son zamanlarda web tabanlı servisler de yaygın olarak kullanılmaktadır. Bağıl konum belirlemede en az iki GNSS alıcısına gereksinim duyulurken, mutlak konum belirlemede ise tek bir alıcı ile konum bilgisi elde edilebilmektedir. Bağıl konum belirleme ile daha yüksek doğruluk elde edilebilmesine rağmen kullanılacak alıcı sayısının birden fazla olması maliyet açısından olumsuz bir durum olarak karşımıza çıkmaktadır. Ancak bu olumsuz durum internet tabanlı servisler sayesinde ortadan kalkmaktadır. Kullanıcılar bu servisler sayesinde ikinci bir alıcıya ve GNSS değerlendirme yazılımına ihtiyaç duymadan ücretsiz olarak bağıl konumlama hizmeti alabilmektedir (Alçay ve İmren, 2017).

2.1. AUSPOS (ONLINE GPS PROCESSING SERVICE)

AUSPOS, Geoscience Australia kuruluşu tarafından hazırlanan çevrimiçi GPS/GNSS veri işleme servisedir. Bu servis yazılım olarak Bernese v5.2 bilimsel yazılımını kullanmaktadır. AUSPOS, ölçme yapılan noktaya en yakın 15 IGS referans istasyonlarından yararlanarak ve mevcut en iyi IGS ürünlerini de hesaplarda kullanarak bağıl yöntemle noktaların konumlarını belirlemektedir.

Kullanıcı RINEX formatındaki gözlem dosyasını yükleyip e-posta adresini girdikten sonra anten tipi ve

yüksekliğini dilerse eliyle dilerse 'scan' komutunu kullanarak otomatik olarak girilmelidir. Veri dosyalarının yüklenmesi ftp servisleri aracılığı ile de yapılabilmektedir. Veriler statik yöntemle ve çift frekanslı alıcılar tarafından IGS standardı olan 30 saniye aralıklarla toplanmış olmalıdır. Ayrıca servis, RINEX dosyasından başka sıkıştırılmış formatları (GZip, Bzip, Zip ve/veya Hatanaka) da desteklemektedir.

AUSPOS servisinin desteklediği uydu GPS ve GNSS olduğu için gözlem dosyalarında sadece bu veriler dikkate alınmaktadır. Gözlem dosyası yüklendikten sonra kullanıcının belirttiği e-posta adresine 10 dakika gibi kısa sürede değerlendirme sonuçlarını içeren rapor pdf formatında gönderilmektedir. Sonuç raporu istasyonun dünya üzerindeki konumu, referans alınan IGS istasyonları, ITRF2014 datumundaki kartezyen ve jeodezik koordinatlar ile hata büyüklükleri hakkında bilgi içermektedir.

Tablo 1. Web tabanlı GNSS veri değerlendirme servislerinin özellikleri

Servisler	Konumlama Yaklaşımı	Kuruluş	Desteklediği Uydu Verisi
CSRS-PPP	Mutlak	Natural Resources Canada	GPS, GLONASS
AUSPOS	Bağlı	Geoscience Australia	GPS
OPUS	Bağlı	American National Geodetic Survey	GPS
GAPS	Mutlak	University of New Brunswick	GPS, GALILEO, BEIDOU
APPS	Mutlak	Jet Propulsion Laboratory	GPS
Trimble RTX	Mutlak	Trimble	GPS, GLONASS, QZSS, BEIDOU, GALILEO
SCOUT	Bağlı	Scripps Orbit and Permanent Array Center	GPS

2.2. CSRS-PPP (Canadian Spatial Reference System- Precise Point Positioning)

CSRS-PPP, Natural Resources Canada (NRCan) kuruluşu tarafından hazırlanan web tabanlı GNSS veri değerlendirme servsidir. Servis yazılım olarak NRCan'i çözümler için ise BLS algoritmasını kullanmaktadır. Ücretsiz olarak erişilebilen bu servisten yararlanabilmek için kullanıcıların üye olmaları gerekmektedir.

Tek veya çift frekanslı verilerin statik veya kinematik olarak değerlendirilmesine imkân sağlamaktadır. PPP tekniği ile hassas uydu yörünge efemeris ve saat bilgileri kullanarak tek noktanın konumu belirlenmektedir. CSRS-PPP, GPS'in yanında GLONASS uyduları verilerini

de değerlendirebilmektedir. Kullanıcılar RINEX formatındaki dosyalarını yükledikten sonra değerlendirme seçeneği (statik veya kinematik) ve referans sistemini (NAD83 veya ITRF) belirlemelidir. Kullanıcı talebine bağlı olarak okyanus gel-git yüklemesi (ocean tidal loading) ve düşey datum seçimleri de yapılabilmektedir. Sonuçlar üye olunan e-posta adresine 5 dakika gibi kısa bir zamanda zip dosyası şeklinde gelmektedir. Elde edilen sonuç dosyalarında koordinat bilgileri, grafikler ve görseller yer almaktadır.

2.3. Trimble CentrePoint RTX Post-Processing (Trimble RTX)

Trimble RTX, dünya çapında santimetre düzeyinde konumlandırma doğruluğu sağlayan küresel bir GNSS teknolojisidir. Servis ile internet erişimi olan her noktadan kullanıcılara ücretsiz bir şekilde veri değerlendirme fırsatının sunulması amaçlanmıştır. Servisten yararlanmak için siteme üye olmak gerekmektedir. Servis GPS, GLONASS, QZSS, BEIDOU ve GALILEO uyduları yardımıyla elde edilmiş verileri analiz edebilmektedir. Trimble şirketi bu uygulamayı, kendisinin kurduğu 100'den fazla nokta içeren küresel bir referans ağ ile desteklemektedir. Uyduların duyarlı yörünge ve saat bilgileri bu ağ üzerinden elde edilmektedir.

Bu uygulama, GNSS gözlem verilerini Center Point RTX post-processing hizmetine yüklemeyi ve konumlandırma hesaplamalarını almayı sağlamaktadır. Konumlandırma hesaplamaları, 23 Mart 2017'den önce toplanan veri kümeleri için ITRF2008 datumunda ve 23 Mart 2017'de veya sonrasında toplanan veri kümeleri için ITRF2014 datumunda gerçekleştirilmektedir. Servis farklı bir koordinat sistemi ve tektonik plaka seçimi sunmaktadır. Servise RINEX 2.x, RINEX 3.x, Trimble T01, T02 ve DAT formatlarında gözlem dosyaları yüklenmektedir. Gözlem dosyaları en az 60 dakika ve en fazla 24 saatlik olmalıdır. Veri dosyaları yalnızca statik olmalıdır. Ayrıca çift frekanslı pseudorange ve taşıyıcı faz gözlemlerini (L1 ve L2) içermelidir. Gözlem dosyaları sisteme yüklendikten sonra 2 dakikadan daha kısa bir sürede sonuçlar e-posta adresine gönderilmektedir.

3. UYGULAMA

Bu çalışmada Türkiye'de bulunan 3 adet sabit IGS istasyonu seçilmiştir. Bunlar İSTA, İZMİ ve TUBİ istasyonlarıdır. Çalışma başlangıcına en yakın tarihler olarak 26/10/2020-30/10/2020 tarihleri arasındaki istasyonlara ait 5 günlük gözlem verileri indirildi. Gözlem verilerinden Notepad++ uygulaması kullanılarak 1, 4, 6, 8, 12, 16, 20, 24 saatlik veri dosyaları oluşturuldu. Oluşturulan veriler AUSPOS, CSRS-PPP ve Trimble RTX servislerine gönderildi. AUSPOS ve CSRS-PPP servislerine yüklenen dosyaların hepsinden cevap alınmıştır. Ancak Trimble RTX servisi İSTA ve İZMİ istasyonları için cevap verirken TUBİ istasyonu için servisten hep aynı cevap alınmıştır. Bu yüzden Trimble RTX için TUBİ istasyonu değerlendirmeye alınmamıştır. Servislerden gelen sonuç dosyalarındaki coğrafi koordinatlar, Harita Genel Müdürlüğü sayfasındaki 'Jeodezik Hesaplamalar' kısmından 3 derecelik Gauss

Kruger koordinatlarına dönüştürülmüştür. Daha sonra 24 saatlik verilerin hata büyüklükleri kendi içlerinde karşılaştırılarak en doğru sonuçları veren servis belirlenmiştir. AUSPOS servisinin sonuçları CSRS-PPP ve Trimble RTX servislerine göre daha iyi olduğu gözlemlenmiştir. Bu sebeple AUSPOS servisinin sonuçları kesin koordinatlar olarak alınmıştır. Diğer sonuçlar kesin kabul edilen koordinatlardan çıkarılıp servislerin doğruluğu karşılaştırılmıştır.

3.1. Bir Saatlik (60 dakika) Ölçüm Sonuçlarının Karşılaştırılması

Bir saatlik gözlem dosyaları AUSPOS, CSRS-PPP ve Trimble RTX servislerine gönderilmiştir. Gelen sonuçlar kesin koordinat olarak kabul edilen AUSPOS servisinden alınan 24 saatlik gözlem verilerine ait koordinatlardan çıkarıldı. Değerlendirme sonuçları grafik şeklinde karşılaştırılmıştır (Ek A). Koordinat farklarından standart sapmalar hesaplanmıştır. Sonuçların tekrarlılığını test etmek için hesaplanan standart sapmalar Tablo 2’de görüldüğü üzere 1 saatlik gözlem verilerini değerlendirmede CSRS-PPP servisinin daha iyi sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir. AUSPOS servisinin ise diğerlerine göre daha kötü sonuçlar verdiği görülmektedir.

Tablo 2. Bir Saatlik Değerlendirmeye Ait Standart Sapmalar

Servisler	İstasyonlar	Sağa (Y) (m)	Yukarı (X) (m)	Elipsoidal Yükseklik (h) (m)
AUSPOS	İSTA	0.005	0.004	0.027
	İZMİ	0.030	0.019	0.035
	TUBİ	0.032	0.024	0.071
CSRS-PPP	İSTA	0.005	0.006	0.024
	İZMİ	0.007	0.014	0.022
	TUBİ	0.013	0.007	0.017
Trimble RTX	İSTA	0.017	0.008	0.014
	İZMİ	0.007	0.010	0.012

3.2. Dört Saatlik Ölçüm Sonuçlarının Karşılaştırılması

Dört saatlik gözlem verileri AUSPOS, CSRS-PPP ve Trimble RTX servislerine gönderilmiştir. Gönderilen bütün dosyalara cevap alınmıştır. Alınan koordinatların dönüşümü yapıldıktan sonra kesin olarak kabul edilen koordinatlardan çıkarılmıştır. Değerlendirme sonuçları grafik şeklinde karşılaştırıldı (Ek B).

Elde edilen koordinat farklarından standart sapmalar hesaplandı ve Tablo 3 oluşturulmuştur. Standart sapma değerlerinin düşük olduğu AUSPOS servisinin 4 saatlik gözlem için genel olarak daha iyi sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir.

3.3. Altı Saatlik Ölçüm Sonuçlarının Karşılaştırılması

Altı saatlik gözlem verileri internet tabanlı servislere gönderilmiştir. Gelen sonuçlar kesin kabul edilen koordinatlardan çıkarılmıştır. Bu değerlendirme

sonuçları grafik şeklinde karşılaştırıldı (Ek C). Koordinat farklarından, standart sapmalar hesaplanmıştır. Hesaplanan değerler tabloya aktarıldı ve sonuçların tekrarlılığı karşılaştırılmıştır. AUSPOS servisinin nispeten daha iyi sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir.

Tablo 3. Dört Saatlik Değerlendirmeye Ait Standart Sapmalar

Servisler	İstasyonlar	Sağa (Y) (m)	Yukarı (X) (m)	Elipsoidal Yükseklik (h) (m)
AUSPOS	İSTA	0.001	0.001	0.005
	İZMİ	0.005	0.006	0.010
	TUBİ	0.001	0.001	0.004
CSRS-PPP	İSTA	0.006	0.002	0.004
	İZMİ	0.005	0.008	0.007
	TUBİ	0.008	0.003	0.023
Trimble RTX	İSTA	0.007	0.003	0.021
	İZMİ	0.007	0.007	0.006

Tablo 4. Altı Saatlik Değerlendirmeye Ait Standart Sapmalar

Servisler	İstasyonlar	Sağa (Y) (m)	Yukarı (X) (m)	Elipsoidal Yükseklik (h) (m)
AUSPOS	İSTA	0.001	0.001	0.004
	İZMİ	0.004	0.006	0.008
	TUBİ	0.002	0.001	0.008
CSRS-PPP	İSTA	0.006	0.002	0.005
	İZMİ	0.005	0.007	0.006
	TUBİ	0.006	0.002	0.013
Trimble RTX	İSTA	0.005	0.002	0.012
	İZMİ	0.006	0.007	0.004

3.4. Sekiz Saatlik Ölçüm Sonuçlarının Karşılaştırılması

Oluşturulan 8 saatlik veriler AUSPOS, CSRS-PPP ve Trimble RTX servislerine gönderildi. Bütün veriler için cevaplar alındıktan sonra koordinat dönüşümleri yapıldı. Kesin kabul edilen koordinatlardan farkları alındı ve grafikleri çizdirilmiştir (Ek D). Koordinat farklarından standart sapmalar hesaplanmıştır. Tablo 5’te bu değerler bir araya getirildi. 8 saatlik gözlem için genel olarak en iyi sonucu AUSPOS servisinin verdiği görülmektedir. Trimble RTX servisinin, CSRS-PPP ve AUSPOS servislerine göre standart sapmalarının daha yüksek çıktığı görülmektedir.

3.5. On İki Saatlik Ölçüm Sonuçlarının Karşılaştırılması

On iki saatlik gözlem dosyaları internet tabanlı servislere gönderildi. Bütün servislerden kısa sürede yanıt alındıktan sonra koordinat dönüşümleri yapıldı. Kesin koordinatlardan farkı alındıktan sonra grafik

çizdirilip sonuçlar karşılaştırıldı (Ek E). Tekrarlılığı test etmek amacıyla standart sapmalar hesaplanmıştır. Tablo 6'da görüldüğü üzere AUSPOS servisi daha iyi sonuçlar vermektedir.

Tablo 5. Sekiz Saatlik Değerlendirmeye Ait Standart Sapmalar

Servisler	İstasyonlar	Sağa (Y) (m)	Yukarı (X) (m)	Elipsoidal Yükseklik (h) (m)
AUSPOS	İSTA	0.001	0.000	0.004
	İZMİ	0.004	0.006	0.007
	TUBİ	0.001	0.001	0.007
CSRS-PPP	İSTA	0.005	0.002	0.005
	İZMİ	0.005	0.006	0.005
	TUBİ	0.005	0.001	0.011
Trimble RTX	İSTA	0.004	0.002	0.007
	İZMİ	0.006	0.006	0.006

Tablo 6. 12 Saatlik Değerlendirmeye Ait Standart Sapmalar

Servisler	İstasyonlar	Sağa (Y) (m)	Yukarı (X) (m)	Elipsoidal Yükseklik (h) (m)
AUSPOS	İSTA	0.000	0.001	0.002
	İZMİ	0.003	0.006	0.006
	TUBİ	0.001	0.001	0.003
CSRS-PPP	İSTA	0.003	0.002	0.003
	İZMİ	0.004	0.006	0.005
	TUBİ	0.003	0.001	0.011
Trimble RTX	İSTA	0.002	0.002	0.004
	İZMİ	0.005	0.006	0.006

3.6. On altı Saatlik Ölçüm Sonuçlarının Karşılaştırılması

On altı saatlik gözlem dosyaları internet tabanlı servislere gönderildi. Bütün servislerden kısa sürede yanıt alındıktan sonra koordinat dönüşümleri yapıldı. Kesin koordinatlardan farkı alındıktan sonra grafik çizdirilip sonuçlar karşılaştırılmıştır (Ek F).

Daha sonra standart sapmalar hesaplandı ve tabloya aktarıldı. Tablo 7'de görüldüğü üzere AUSPOS servisi daha iyi sonuçlar vermektedir. Trimble RTX ise diğer servislere göre kesinliği biraz daha az sonuçlar vermektedir.

3.7. Yirmi Saatlik Ölçüm Sonuçlarının Karşılaştırılması

Yirmi saatlik gözlem verileri servislere gönderildikten sonra bütün dosyalardan sonuç alınmıştır. Sonuç dosyalarındaki koordinatların UTM koordinatlara dönüşümü yapıldı. Kesin koordinatlardan çıkarılıp karşılaştırma yapılmak üzere grafik çizdirilmiştir (Ek G). Servislerin tekrarlılığını test etmek

amacıyla standart sapmaları hesaplanıp Tablo 8 oluşturuldu. AUSPOS servisinin sonuçları diğer servislere göre daha iyi gelmiştir. CSRS-PPP ve Trimble RTX servisleri hemen hemen aynı doğrulukta sonuçlar vermiştir.

Tablo 7. On altı Saatlik Değerlendirmeye Ait Standart Sapmalar

Servisler	İstasyonlar	Sağa (Y) (m)	Yukarı (X) (m)	Elipsoidal Yükseklik (h) (m)
AUSPOS	İSTA	0.001	0.000	0.001
	İZMİ	0.002	0.004	0.004
	TUBİ	0.000	0.000	0.004
CSRS-PPP	İSTA	0.003	0.002	0.002
	İZMİ	0.003	0.004	0.004
	TUBİ	0.003	0.001	0.010
Trimble RTX	İSTA	0.002	0.002	0.003
	İZMİ	0.004	0.004	0.008

Tablo 8. Yirmi Saatlik Değerlendirmeye Ait Standart Sapmalar

Servisler	İstasyonlar	Sağa (Y) (m)	Yukarı (X) (m)	Elipsoidal Yükseklik (h) (m)
AUSPOS	İSTA	0.000	0.001	0.001
	İZMİ	0.001	0.002	0.001
	TUBİ	0.000	0.000	0.002
CSRS-PPP	İSTA	0.003	0.002	0.002
	İZMİ	0.002	0.002	0.002
	TUBİ	0.003	0.001	0.009
Trimble RTX	İSTA	0.002	0.002	0.004
	İZMİ	0.003	0.002	0.006

3.8. Yirmi dört Saatlik Ölçüm Sonuçlarının Karşılaştırılması

Yirmi dört saatlik gözlem verileri servislere gönderildikten sonra bütün dosyalar sonuç alınmıştır. Sonuç dosyalarındaki koordinatların UTM koordinatlara dönüşümü yapıldı. Kesin koordinat olarak AUSPOS servisinde alınan sonuçlar kabul edildi. Diğer koordinatlar kesin koordinatlardan çıkarılıp karşılaştırma yapılmak üzere grafik çizdirilmiştir (Ek H). Servislerin tekrarlılığını test etmek amacıyla standart sapmaları hesaplanıp Tablo 9 oluşturuldu. 24 saatlik veriler için CSRS-PPP ve Trimble RTX iyi sonuçlar verdiği görülmektedir.

Yapılan bu çalışmada İSKİ-CORS noktalarının ITRF 2014 koordinatları hesaplanarak elde edilen değerlerin zaman aralıklarına göre koordinat farkları hesaplanmıştır. Buradaki amaç diğer çalışmaların hesaplandığı koordinat sistemine göre elde edilen sonuçların güncel olarak sunulması hedeflenmiştir.

Tablo 9. Yirmi Dört Saatlik Değerlendirmeye Ait Standart Sapmalar

Servisler	İstasyonlar	Sağa (Y) (m)	Yukarı (X) (m)	Elipsoidal Yükseklik (h) (m)
CSRS-PPP	İSTA	0.003	0.001	0.004
	İZMİ	0.003	0.001	0.002
	TUBİ	0.003	0.000	0.005
Trimble RTX	İSTA	0.002	0.001	0.004
	İZMİ	0.003	0.001	0.006

4. SONUÇLAR

Son yıllarda internet tabanlı GNSS servislerine olan ilgi artmaktadır. Bu durumun nedenleri olarak ekonomik olması, verilerin değerlendirilmesi için yazılım satın almaya gerek olmaması gibi sebepler gösterilebilir. İnternet tabanlı GNSS servislerinin ne kadar doğruluk sağladığının bilinmesi ise oldukça önemlidir. Bu amaç doğrultusunda bu çalışmada Türkiye’de bulunan 3 adet IGS istasyonu seçilmiştir. Bu istasyonlara ait Rinex verileri 1, 4, 6, 8, 12, 16, 20, 24 saatlik verilere bölünmüştür. Bu elde edilen veriler ile karşılaştırma yapmak için AUSPOS, CSRS-PPP ve Trimble RTX servislerine gönderildi. AUSPOS ve CSRS-PPP bütün verilere yanıt vermiştir. Trimble RTX servisi İSTA ve İZMİ istasyonlarına yanıt verirken TUBİ için sonuç alınmamıştır. Bu sebepten ötürü TUBİ istasyonu Trimble RTX servisi için değerlendirilmeye alınmamıştır.

Servislerden yanıtlar alındıktan sonra karşılaştırma yapmak için coğrafi koordinatlardan UTM koordinatlara dönüşüm yapılmıştır. Bu işlemten sonra 24 saatlik gözlem verilerinden doğruluğu en yüksek servis AUSPOS olarak belirlendi. Bu veriler kesin koordinat olarak kabul edilmiştir. Karşılaştırma yapılırken bu koordinatlar kullanılarak farklar alınmıştır. Elde edilen sonuçlar doğruluk açısından incelendiğinde 1 saatlik gözlem verilerinde en iyi sonucu Trimble RTX servisinin verdiği görülmüştür. En düşük doğruluğu ise AUSPOS servisi vermiştir.

Gözlem süresi arttıkça doğruluğun da arttığı gözlemlenmiştir. Bu yüzden en yüksek doğruluklu sonuçlar 24 saatlik verilerden elde edilmiştir. Ayrıca tüm sonuçlar incelendiğinde AUSPOS servisinin genel olarak daha iyi sonuçlar verdiği görülmüştür. İlave olarak da CSRS-PPP ve Trimble RTX servisleri neredeyse AUSPOS a yakın sonuçlar vermiştir. 24 saatlik verilere ait grafikler karşılaştırıldığında ise yine CSRS-PPP ve Trimble RTX’in birbirlerine yakın sonuçlar verdiği görülmüştür.

Sonuçların tekrarlılığını incelemek için standart sapmalar hesaplanmıştır. Bu değerler incelendiğinde AUSPOS servisinin CSRS-PPP ve Trimble RTX servislerine göre daha iyi sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir. Gözlem süresi arttıkça sonuçların daha iyi olduğu anlaşılmaktadır.

Bu çalışmada, elde edilen sonuçlara göre web tabanlı servisleri kullanarak cm seviyelerinde koordinat elde etmenin mümkün olduğu görülmüştür. Ayrıca servislere erişimin ücretsiz olup hızlı ve kolayca sonuç üretmesi

zaman ve maliyet açısından bir avantajdır. Sistemin dezavantajlarından bahsedilecek olunursa değerlendirme süreçlerine anten yüksekliği, IGS istasyon seçimi gibi seçenekler dışında müdahale edilememesi söylenebilir. Bir başka dezavantaj olarak da internet hızına bağlı olarak sonuçların elde edilme hızı uzayabilmektedir.

BİLGİLENDİRME/TEŞEKKÜR

Çalışmada toplanan verilerin değerlendirilmesine olanak sağlayan AUSPOS, CSRS-PPP ve Trimble RTX servislerine teşekkür ederiz.

ARAŞTIRMACILARIN KATKI ORANI

Dilanur YAZICI: Literatür taraması, Veri Toplama, Modelleme, Makale yazımı; **Atınc PIRTI:** Düzenleme

ÇATIŞMA BEYANI

Herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

KAYNAKÇA

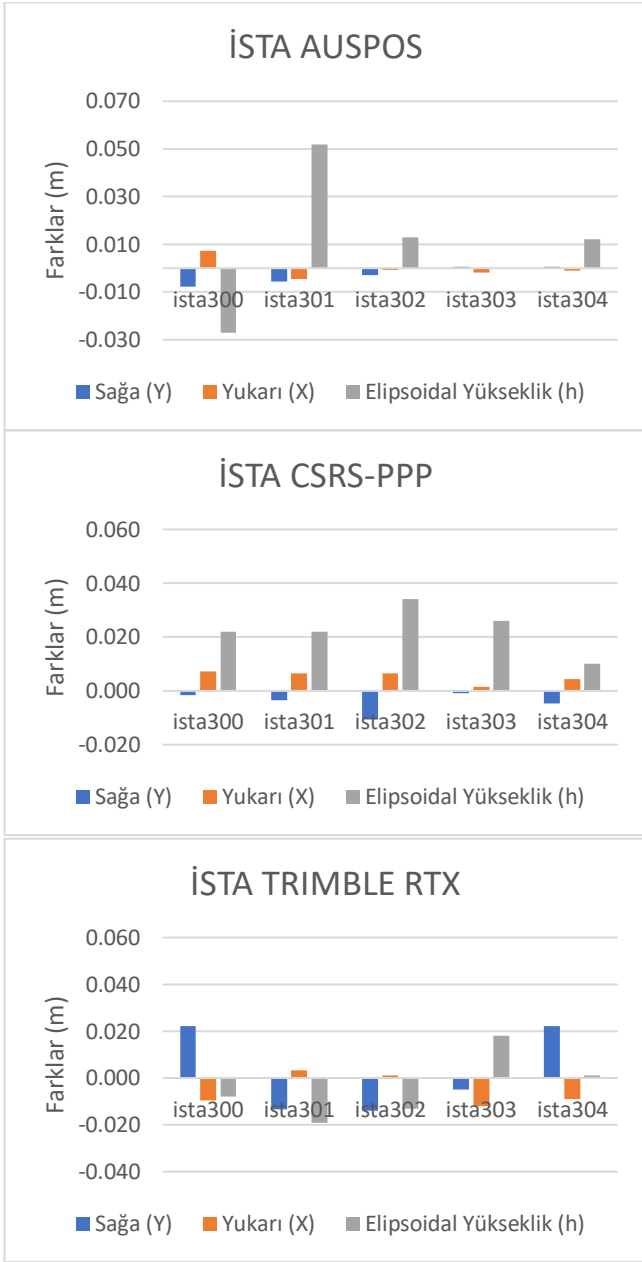
- Alçay S & İmren H (2017). OPUS ve AUSPOS Web-Tabanlı GPS Değerlendirme Servislerinin Farklı Gözlem Süreleri İçin Doğruluk Performanslarının İncelenmesi. Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi.
- Alkan R M, Ozulu İ M, İlçi V (2017). Klasik GNSS veri değerlendirme yazılımlarına alternatif olarak web-tabanlı online değerlendirme servisleri. Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 17(2), 603-619.
- Altamimi Z, Collilieux X, Métivier L (2011). "ITRF2008: An improved solution of the international terrestrial reference frame", Journal of Geodesy 85(8): 457-473.
- Arıkan D & Abbak R (2019). Elipsoidal Yükseklik Değişiminin Hassas Nokta Konumlamaya Etkisi. Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 19(1): 140-151.
- Bahadır B & Üstün A (2014) İnternet Tabanlı GNSS Veri Değerlendirme Servisleri, Harita Dergisi, 152(2), 40-50.
- Cai C, Gao Y (2007). Precise Point Positioning using combined GPS and GLONASS observations. Journal of Global Positioning Systems, 6(1),13-22.
- Ghoddousi-Fard R & Dare P (2006). "Online GPS Processing Services: an Initial Study", GPS Solutions, 10(1), 12-20.
- İnyurt S & Ulukavak M (2020). Web tabanlı GNSS Yazılımlarının (CSRS-PPP, Trimble RTX) Performansının Araştırılması. Geomatik, 5 (2), 120-126.
- Martín A, Anquela A B, Capilla R & Berné J L (2011). PPP Technique Analysis Based on Time Convergence, Repeatability, IGS Products, Different Software Processing, and GPS+GLONASS Constellation, Journal of Surveying Engineering, 137(3), 99-108.
- Özdemir E G & Gülal V E (2019). İnternet Tabanlı Hassas Nokta Konum Belirleme (PPP) Yazılımlarının

İrdelenmesi ve Belirsizlik Analizi, 17. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı.

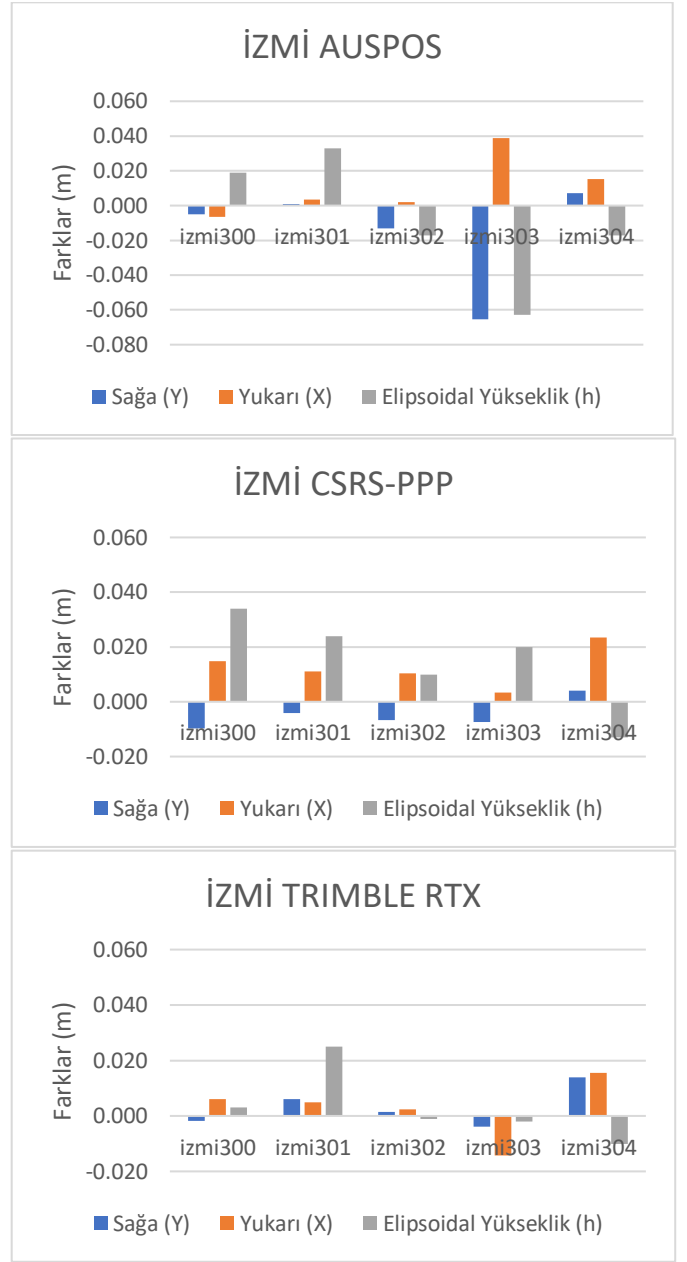
Subaşı H K & Alkan R M (2011). "İnternet tabanlı GPS Değerlendirme Servislerinin Doğruluk Analizi: İstanbul Örneği", TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 13. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı 18-22 Nisan, Ankara.

EKLER

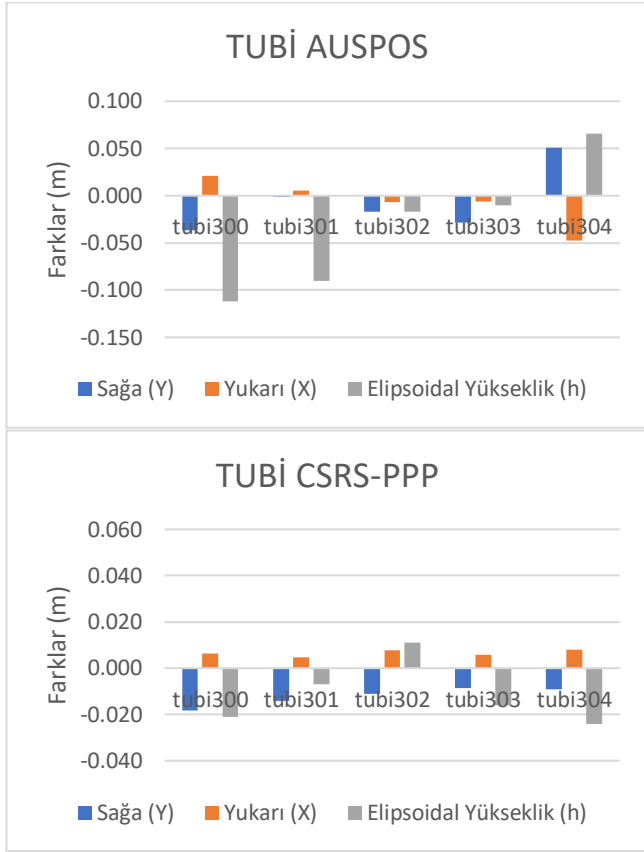
EK A



Şekil 1. İSTA istasyonunun 1 saatlik sonuçları

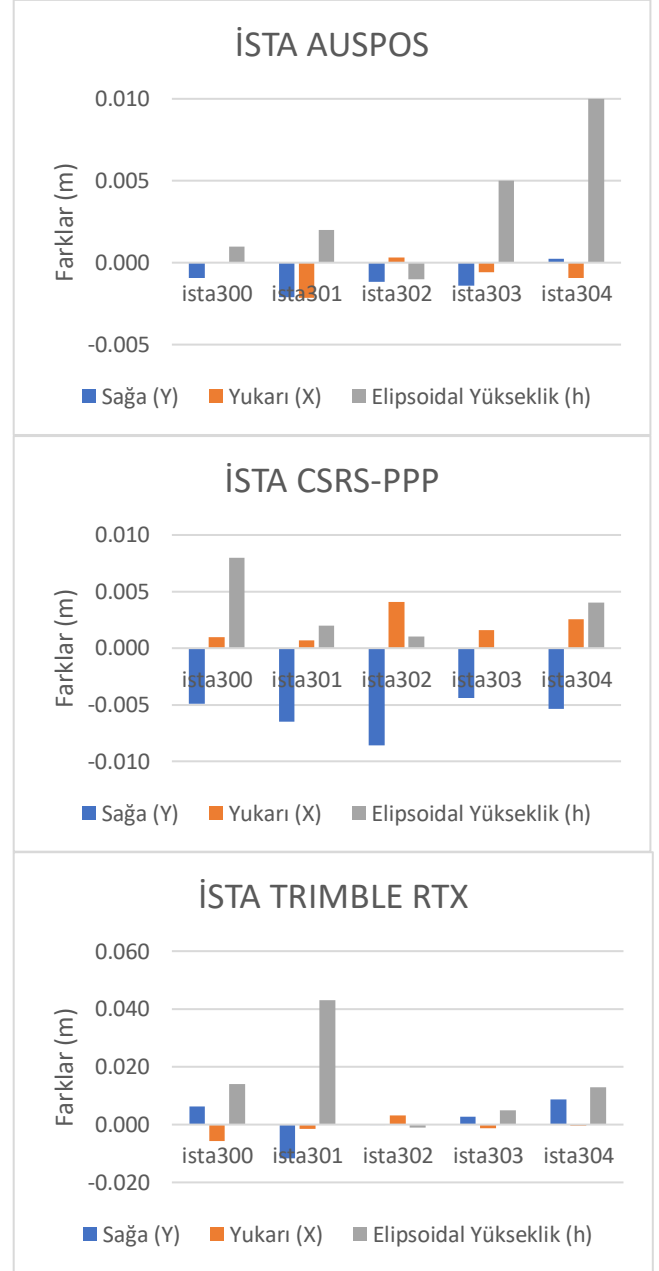


Şekil 2. İZMİ istasyonunun 1 saatlik sonuçları

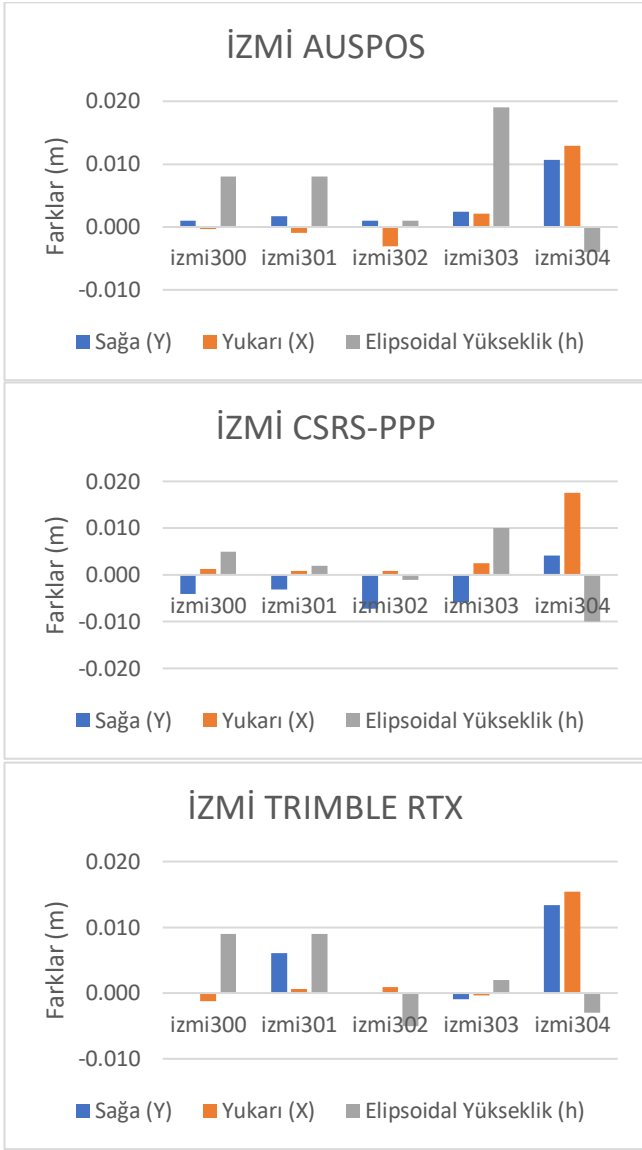


Şekil 3. TUBİ istasyonun 1 saatlik sonuçları

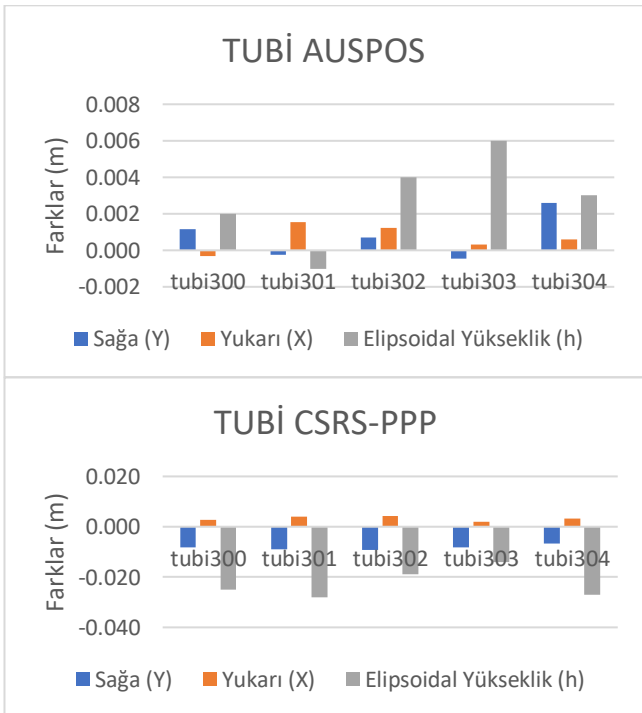
EK B



Şekil 4. İSTA istasyonun 4 saatlik sonuçları

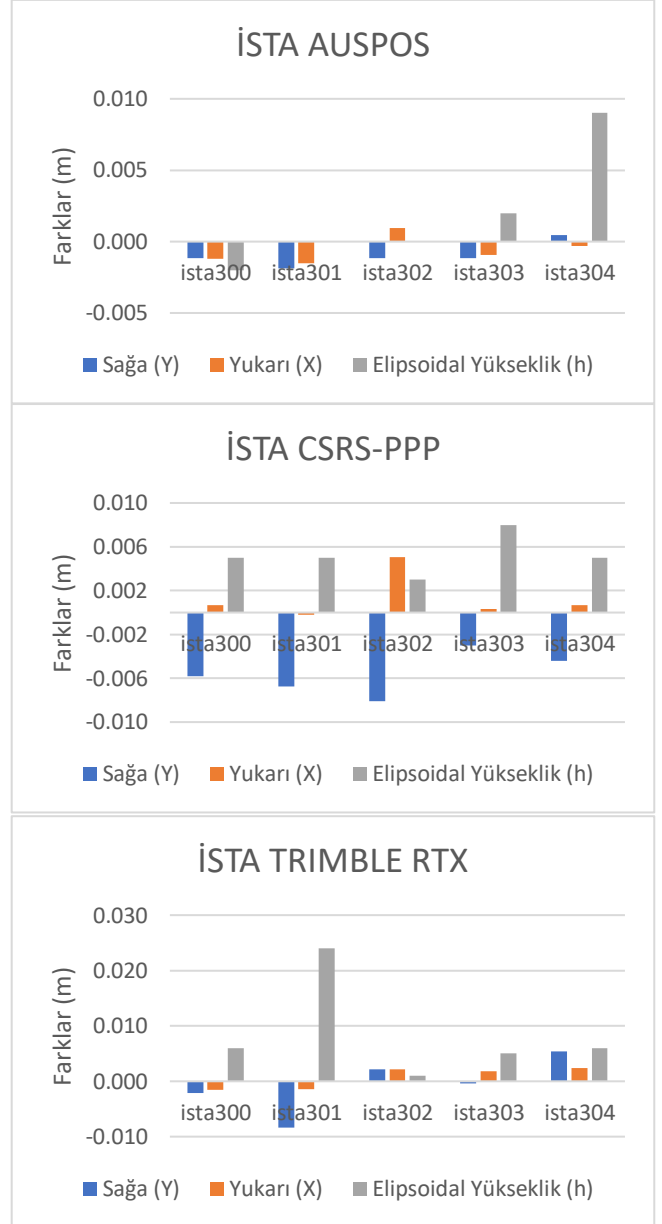


Şekil 5. İZMİ istasyonunun 4 saatlik sonuçları

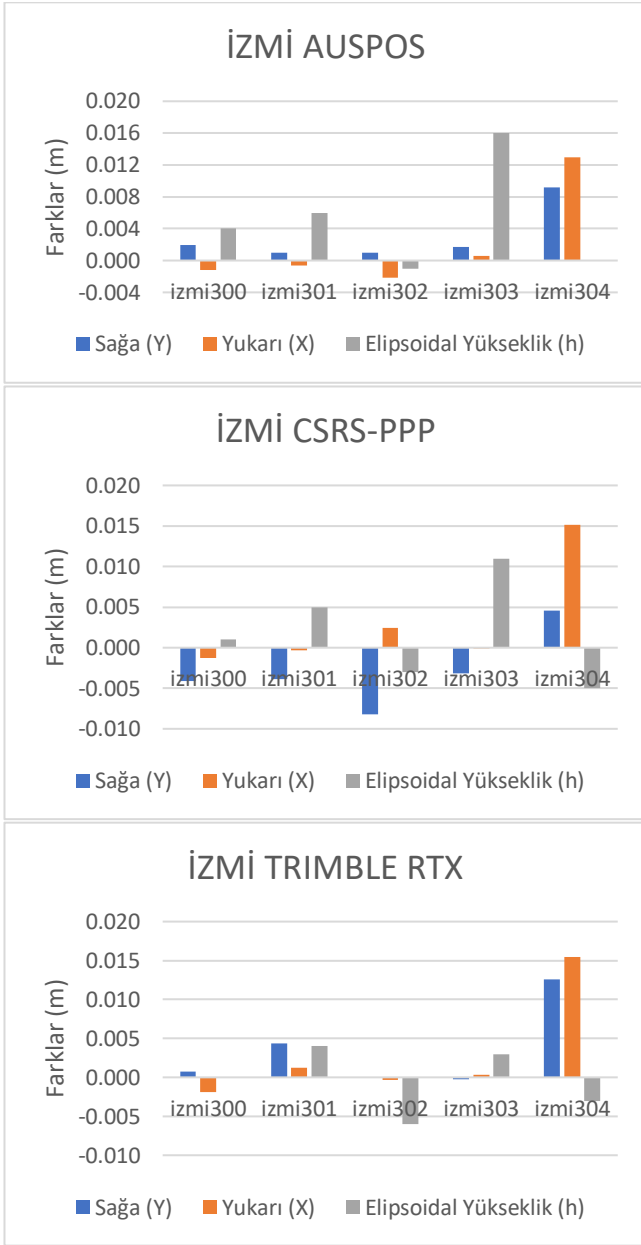


Şekil 6. TUBİ istasyonunun 4 saatlik sonuçları

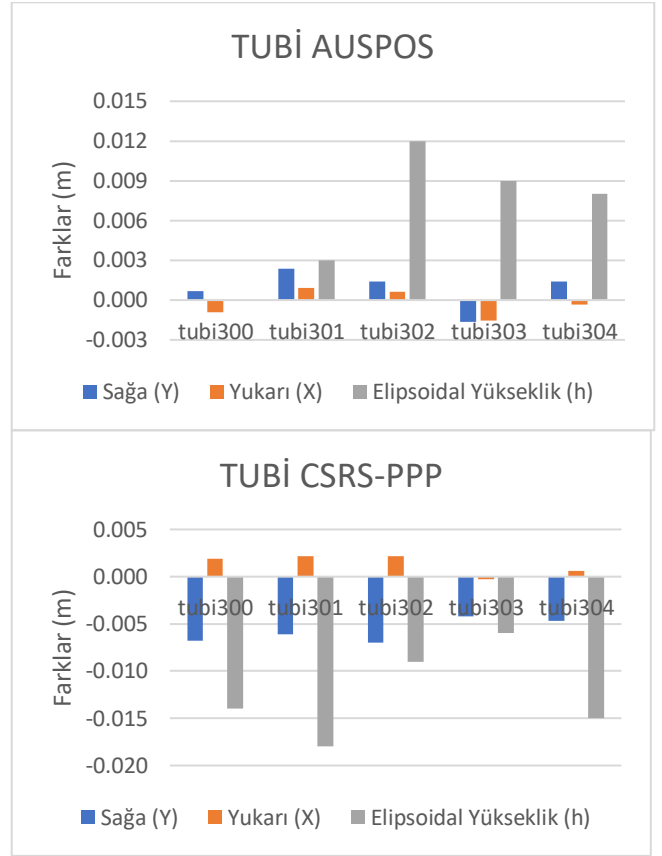
EK C



Şekil 7. İSTA istasyonunun 6 saatlik sonuçları

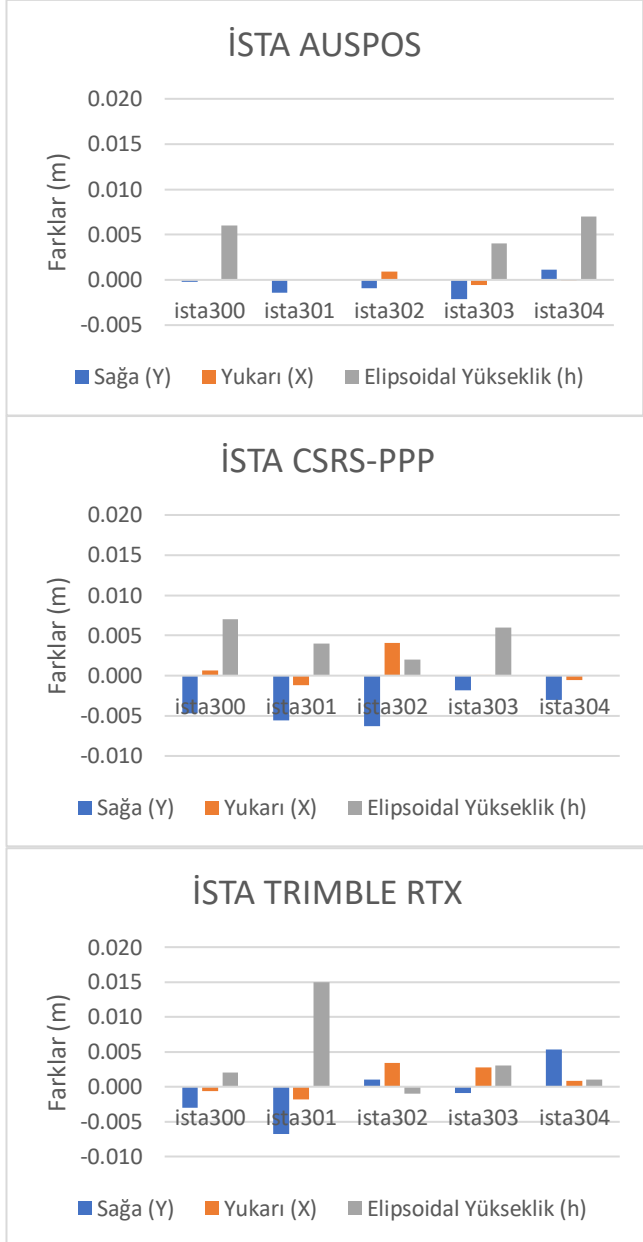


Şekil 8. İZMİ istasyonunun 6 saatlik sonuçları

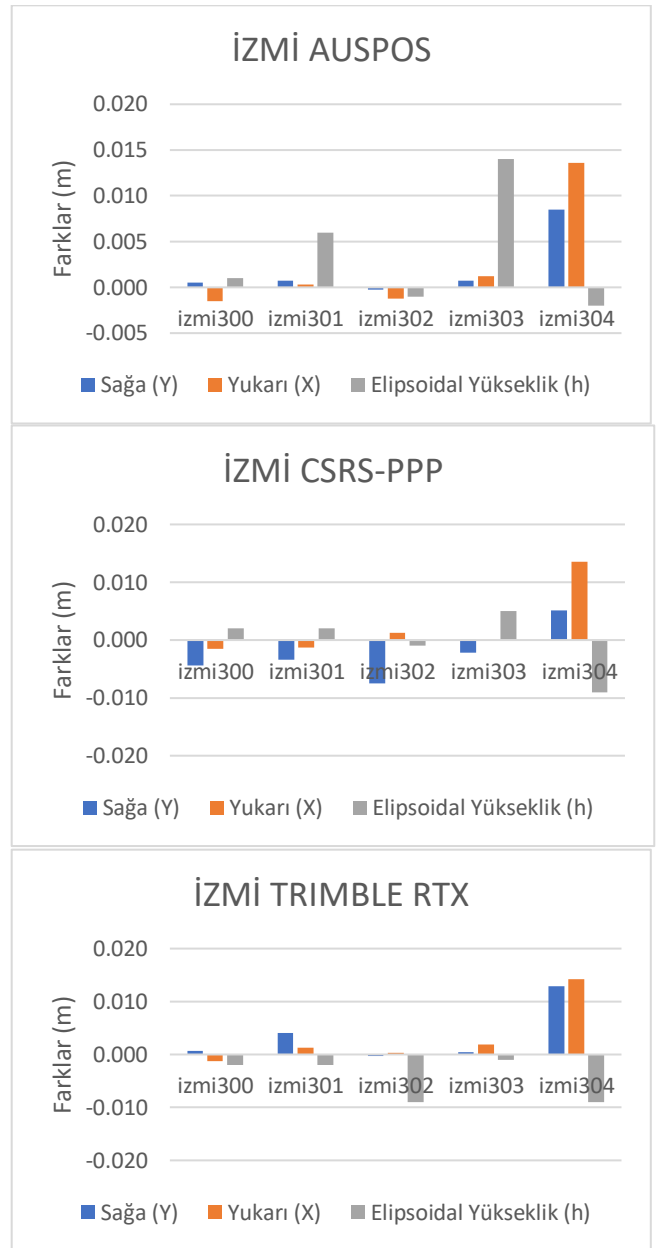


Şekil 9. TUBİ istasyonunun 6 saatlik sonuçları

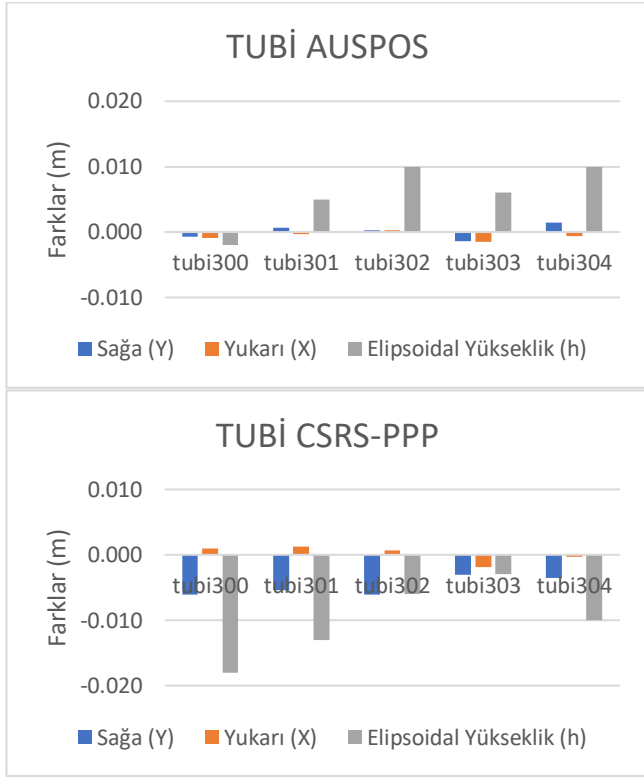
EK D



Şekil 10. İSTA istasyonun 8 saatlik sonuçları

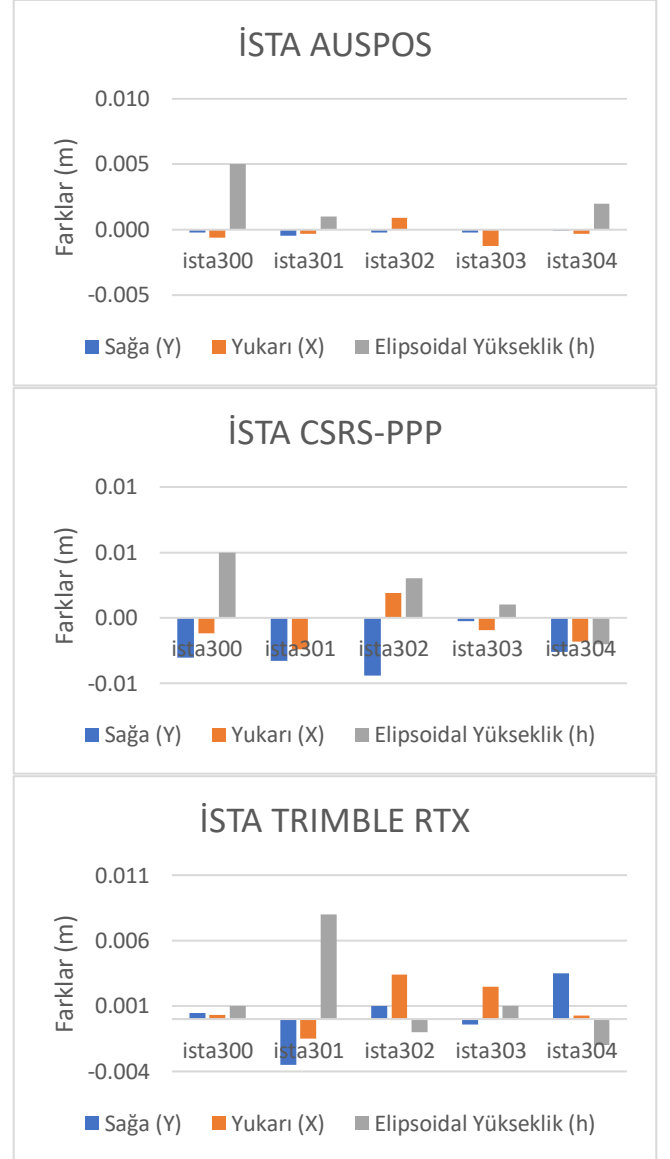


Şekil 11. İZMİ istasyonun 8 saatlik sonuçları

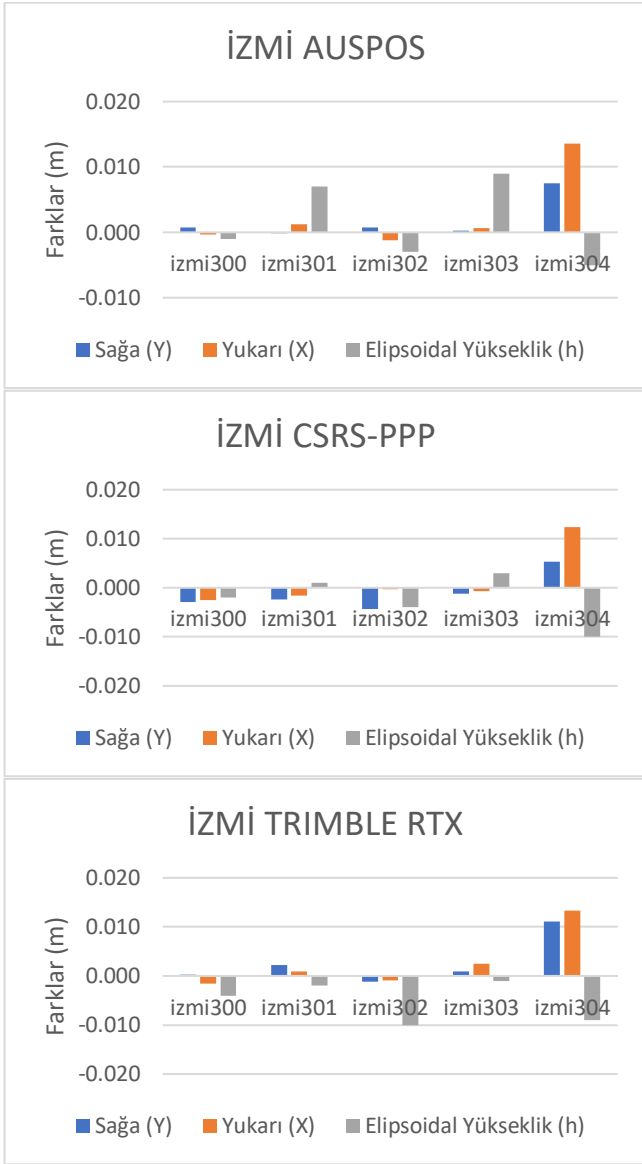


Şekil 12. TUBİ istasyonunun 8 saatlik sonuçları

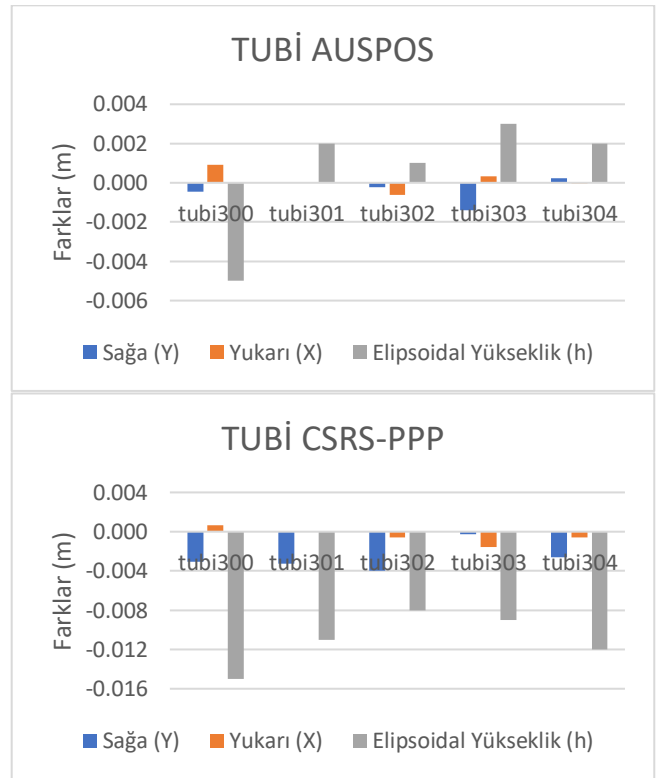
EK E



Şekil 13. İSTA istasyonunun 12 saatlik sonuçları

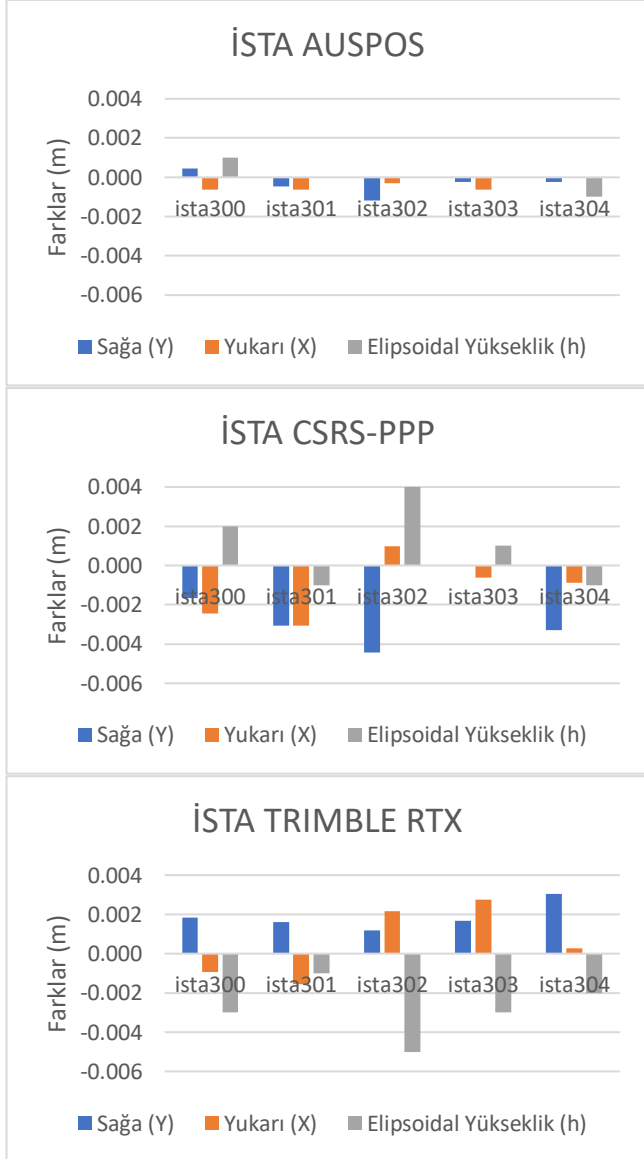


Şekil 14. İZMİ istasyonunun 12 saatlik sonuçları

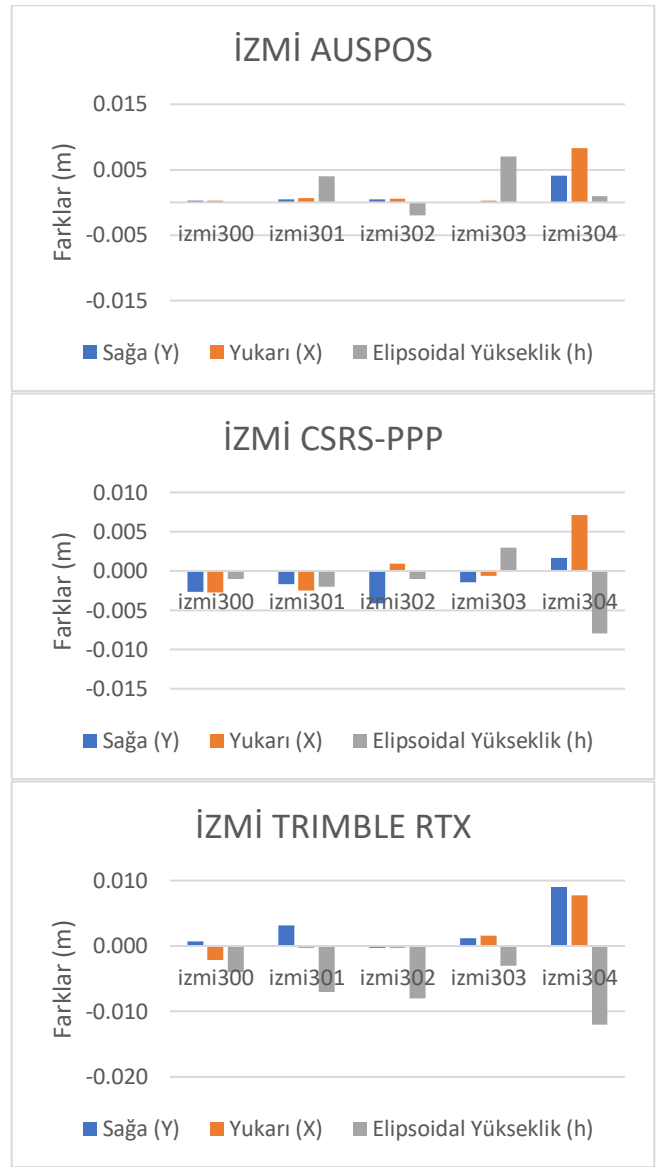


Şekil 15. TUBİ istasyonunun 12 saatlik sonuçları

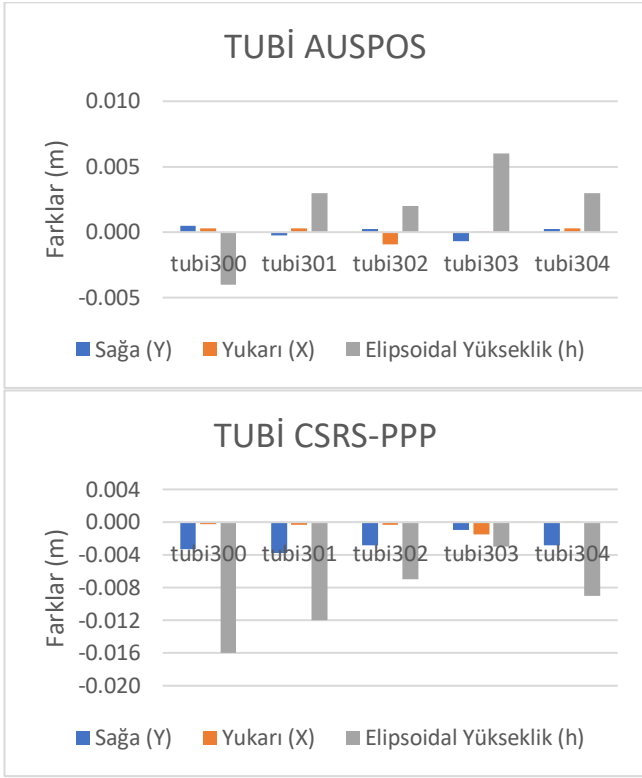
EK F



Şekil 16. İSTA istasyonunun 16 saatlik sonuçları

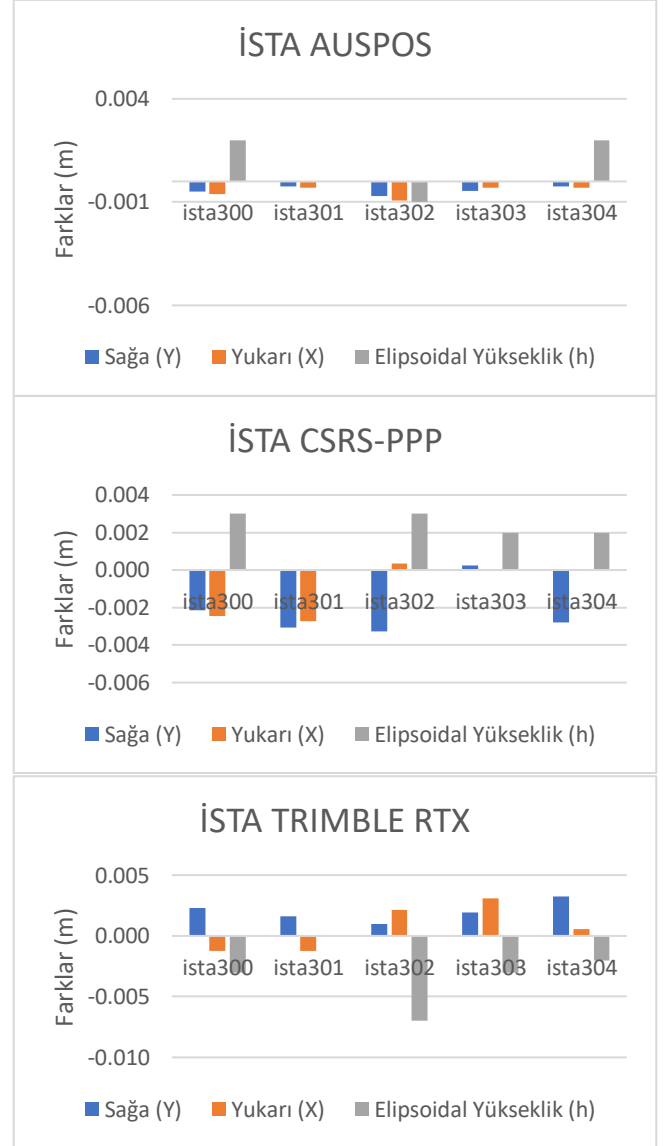


Şekil 17. İZMİ istasyonunun 16 saatlik sonuçları

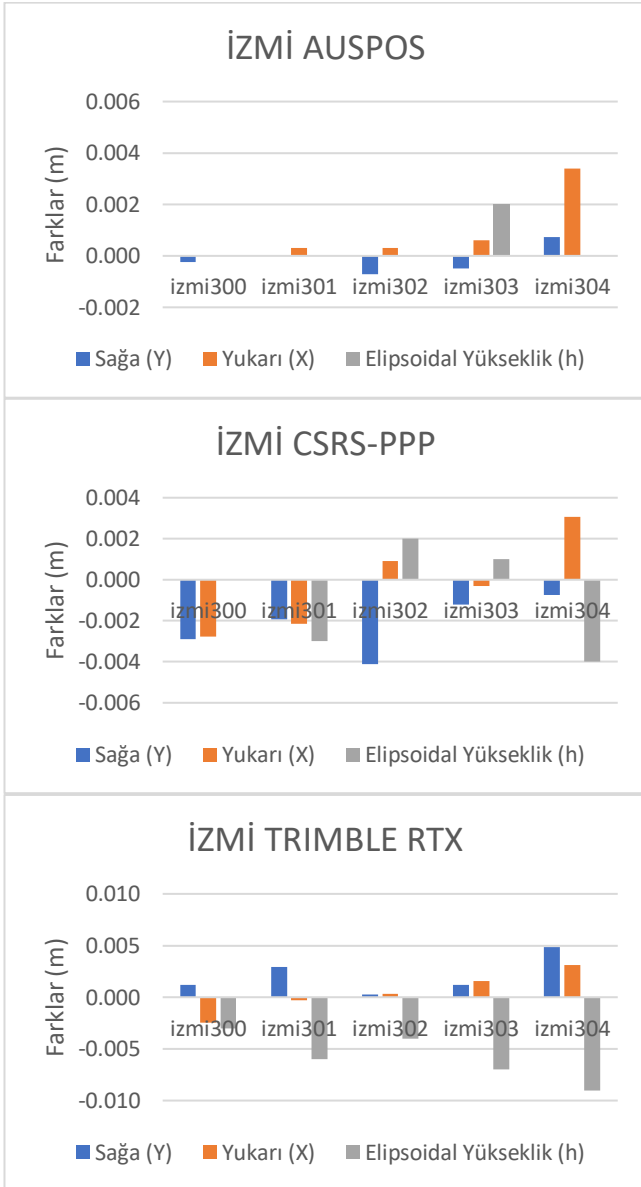


Şekil 18. TUBİ istasyonunun 16 saatlik sonuçları

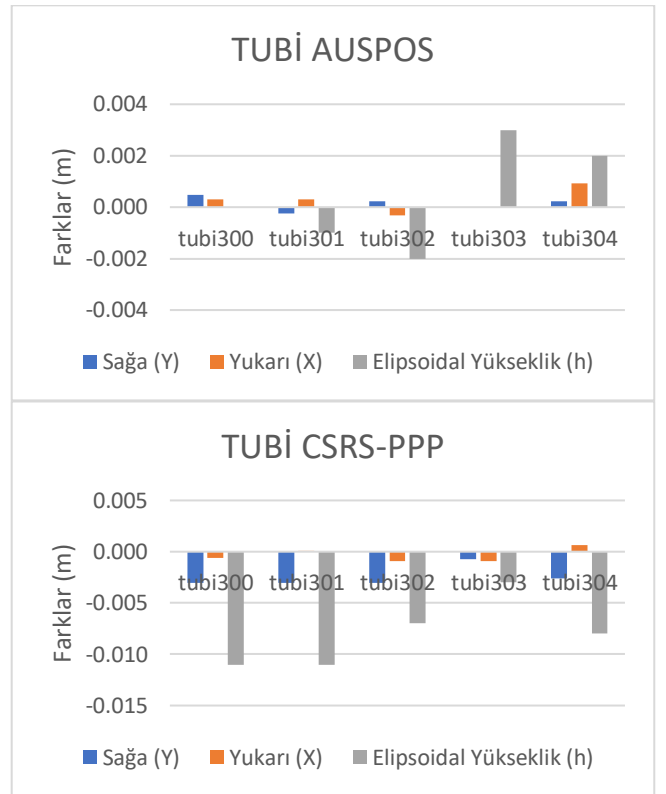
EKG



Şekil 19. İSTA istasyonunun 20 saatlik sonuçları

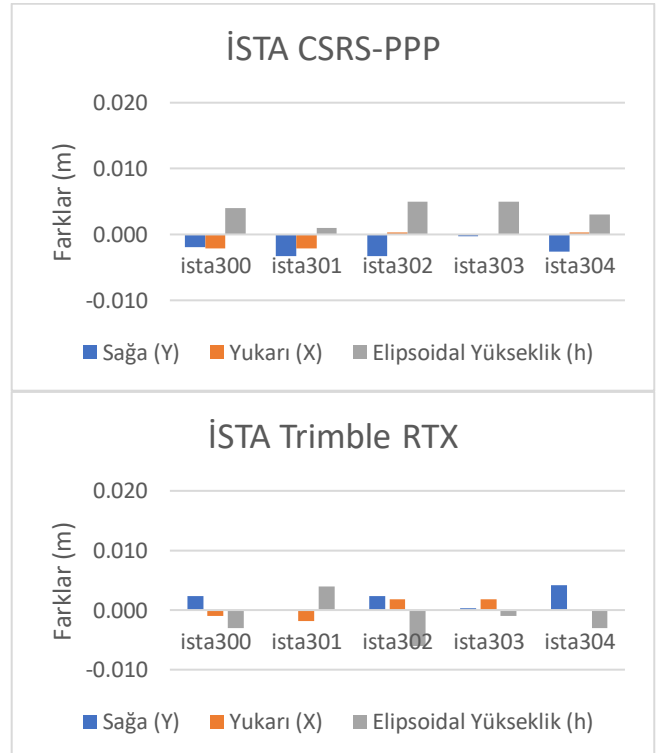


Şekil 20. İZMİ istasyonunun 20 saatlik sonuçları

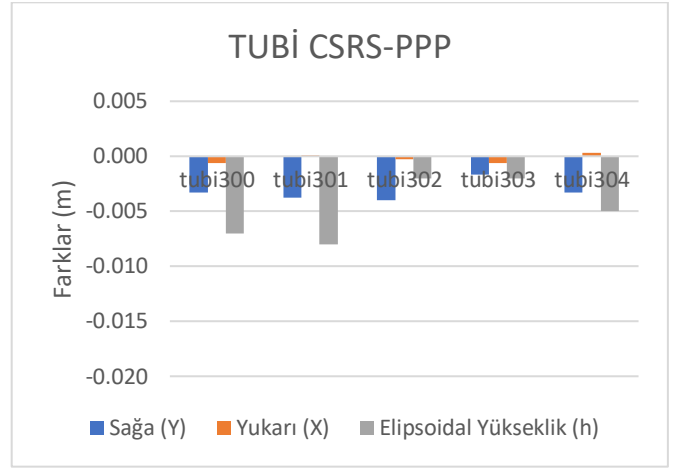
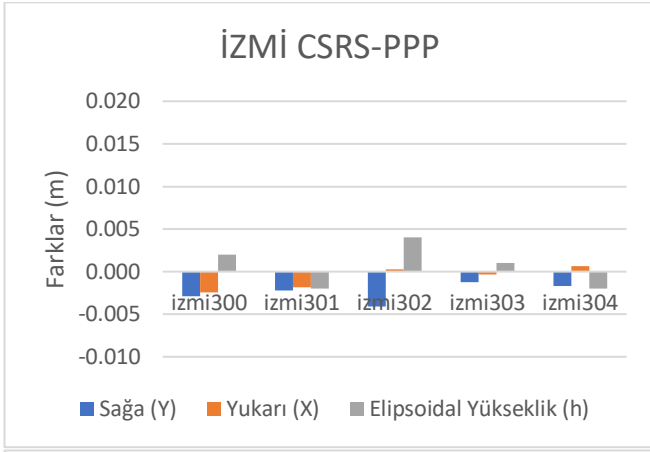


Şekil 21. TUBİ istasyonunun 20 saatlik sonuçları

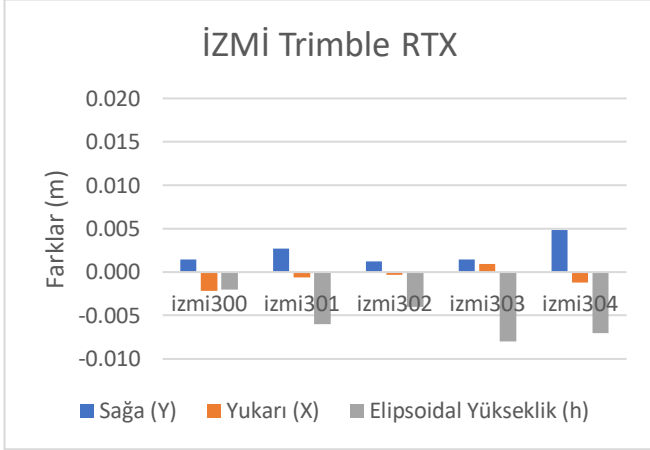
EK H



Şekil 22. İSTA istasyonunun 24 saatlik sonuçları



Şekil 24. TUBİ istasyonun 24 saatlik sonuçları



Şekil 23. İZMİ istasyonun 24 saatlik sonuçları



© Author(s) 2022. This work is distributed under <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>