

---

*Araştırma Makalesi / Research Article*

---

## Konuma Dayalı Hız Vektörlerinin Zamansal Analizi

Emre TÜRK<sup>1\*</sup>, Ömer YILDIRIM<sup>2</sup>, Samed İNYURT<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Zile MYO, Mimarlık ve Şehir Planlama Böl., Tapu Kadastro Prog., Tokat

<sup>2</sup>Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, Tokat  
(ORCID: 0000-0002-3779-6079) (ORCID: 0000-0002-3537-6732) (ORCID: 0000-0001-9339-7569)

---

### Öz

Hassas ve güvenilir hız bilgilerinin elde edilmesi ve konum doğruluğu GNSS bazlı çok sayıda çalışma için önem arz etmektedir. Bu sebeple, nokta hızlarının kullanılabilirliği için gereken optimum sürenin belirlenmesi gerekmektedir. İç Anadolu Bölgesinin güneyinde yer alan ve deprem riskinin en az olduğu illerden biri olan Karaman ilinde bulunan TUSAGA-Aktif istasyonlarından biri olan KAMN istasyonuna ait 24 saatlik RINEX verileri 8 adet IGS istasyonuna dayalı olarak İsviçre'nin Bern üniversitesi tarafından geliştirilen Bernese v5.2 bilimsel GNSS yazılımı ile değerlendirilmiştir. KAMN istasyonunun 2016-2019 yılları arasında her yılın Ocak ve Haziran aylarının 1-18 günleri çalışma günleri olarak seçilmiştir. 1 Ocak 2016'dan başlanmış, birbirini takip eden 5'er günlük kombinasyonlara ayrılarak (1-5, 2-6, 3-7, ..., 14-18) 14 farklı kombinasyon oluşturulmuştur. KAMN istasyonunun 30 sn RINEX verileri kullanılarak her kombinasyon için 6, 12, 18, 24, 30, 36 ve 42 aylık 7 farklı dönemde ITRF96 2005.00 epogunda hız bileşenleri elde edilmiştir. Elde edilen hız bileşenleri, TKGM tarafından yayınlanan güncel hız bileşenleri ile karşılaştırılmıştır ve istatistik test yapılarak uyumlu olup olmadığı irdelenmiştir. Yapılan istatistik test sonucunda,  $V_X$  ve  $V_Y$  kartezyen koordinat hızları için sonuçların 30 ay (2.5yıl)'lık dönemden,  $V_Z$  için 36 ay (3yıl)'lık dönemden itibaren hesaplanan hızların, bilinen hızlarla uyumlu olduğu anlaşılmıştır. Zaman arttıkça elde edilecek olan hızların doğruluğu da artmaktadır. Bundan dolayı zaman kavramı önemli olup, jeodezik amaçlı çalışmalarda yorum yapabilmek için hız bileşenleri elde edilirken en az 36 ay (3 yıl)'lık bir veri uzunluğuna ihtiyaç olduğu sonucuna varılmıştır.

**Anahtar kelimeler:** GNSS, TUSAGA-Aktif, Deformasyon, Hız Vektörü, Bernese v5.2.

---

## Time Series Analysis of Spatial Velocity Vectors

---

### Abstract

Acquisition of precise and reliable velocity information and position accuracy are important for many GNSS-based studies. For this reason, it is necessary to determine the optimum time required for the availability of point velocities. The 24-hour RINEX data of the KAMN station, one of the CORS-TR stations in the province of Karaman, was evaluated based on 8 IGS stations by the Bernese v5.2 scientific GNSS software developed by the Swiss University of Bern. Karaman is one of the cities with the lowest earthquake risk, located in the south of the Central Anatolia Region. The interval of 01-18 days of January and June of each year has been selected between 2016-2019 for the KAMN CORS-TR Station. 14 different combinations were created by dividing into consecutive 5-day combinations (1-5, 2-6, 3-7, ..., 14-18) starting from January 1, 2016. By using 30 sec RINEX data of KAMN station, velocity components were obtained for ITRF96 2005.00 epoch in 7 different periods of 6, 12, 18, 24, 30, 36 and 42 months. Obtained velocity components were compared with the current velocity components published by TKGM, and their significance was examined by performing a statistical test. As a result of the statistical test, it was seen that the results for cartesian coordinate velocities of  $V_X$  and  $V_Y$  were compatible with the known velocities from the 30 months (2.5 years) period, and the speeds calculated from the period of 36 months (3 years) for  $V_Z$ . As the time increases, the accuracy of the velocities obtained also increases. Therefore, time is very important and it has been concluded that a data length of at least 36 months (3-years) is needed while obtaining velocity components in order to make interpretations in geodetic studies.

**Keywords:** GNSS, CORS-TR, Deformation, Velocity Vector, Bernese v5.2.

---

\*Sorumlu yazar: [emre.turk@gop.edu.tr](mailto:emre.turk@gop.edu.tr)

Geliş Tarihi: 02.03.2021, Kabul Tarihi: 29.04.2021

## 1. Giriş

Global Navigasyon Uydu Sistemleri (GNSS) tekniği ile nokta konumlarının anlık ve post process olarak belirlenmesinde etkili olan saat düzeltmeleri, okyanus düzeltmeleri, uydu yörünge bilgileri, iyonosfer vb. çeşitli bilgileri sağlayan çok sayıda ağ bulunmaktadır. Bu ağları oluşturan kurum ve kuruluşlar, ağları sürekli kontrol edip, geliştirip koruma altına alarak ağların sürekliliği sağlamaktadırlar. Oluşturulan ve kontrol altında bulunan bu ağlar, yeryüzü üzerindeki noktaların hassas ve doğru bir şekilde konumlarını bulmada da aktif olarak kullanılmaktadır [1]. İlk olarak 1978’de Küresel Konum Belirleme Sistemi (GPS) uydusunun yörüngeye yerleştirilmesi ile bu alanda yapılan çalışmalar hızlı bir şekilde devam etmiştir. Yapılan çalışmalar ile birlikte farklı ülkelere ait uydu sistemleri geliştirilerek yörüngeye yerleştirilmiştir. Bu sistemlere genel olarak dünya üzerinde GNSS adı verilmiştir [2, 3].

GNSS, ilk başlarda askeri amaç için planlanmış, daha sonraları geliştirilerek ve yaygınlaştırılarak sivil kullanıcıların çalışmalarına da katkı sağlamıştır. GNSS sistemleri ile global ve bölgesel olarak mühendislik çalışmalarında uzay ve uydu bazlı sistemler aktif olarak kullanılır. Aynı zamanda yer yuvarının izlenmesi, incelenmesi ve bilinmeyen yerlerin keşifleri aktif bir şekilde yapılmaktadır. GNSS, uzaktan algılama, ulaşım ve navigasyon uygulamaları, coğrafi bilgi sistemleri (CBS) için veri toplama, jeodezik ölçmeler, tarım ve hidroloji vb. gibi farklı uygulama alanlarında verilerin belirli şartlarda toplanması, değerlendirilmesi ve çok sayıda kullanıcıya ulaşması için global bir izleme sistemi halindedir [2, 4]. Bu sistemlerden faydalanarak günümüzde sürekli ve anlık gözlem yapan ülke jeodezik ağları oluşturulmuştur. Bununla birlikte haritacılık dışında diğer alanlarda da sabit ağların kullanımı artmaktadır ve ülkeler farklı amaçlar için de kullanılmak üzere sabit GNSS ağlarını kurma yönünde çalışmalar yapmaya başlamıştır [3, 5].

Ölçme, jeodezi, navigasyon, meteoroloji, jeodinamik vb. alanlarda aktif ve anlık olarak kullanılan GNSS ağları önemli yer tutmaktadır. Bu ağlara örnek olarak uluslararası kullanılan Uluslararası GNSS Ağı (IGS) ve ülkemizde de bölgesel olarak kullanılan Türkiye Ulusal Sabit Ana GNSS Ağı-Aktif (TUSAGA-Aktif) ağları verilebilir [6].

Bu bilgiler ışığında GNSS ağları çok önemli bir yere sahip olup mühendislikte aktif olarak kullanılmaktadır. Deformasyon ölçmeleri mühendislik ölçmeleri çalışmaları arasında giderek önem kazanan konularından biridir. Tektonik hareketlerin izlenmesinde GNSS ağları aktif rol almaktadır. GNSS ağlarına farklı zamanlarda gözlemler yapılarak deformasyon miktarları belirlenebilir. Bu amaçla hareketlerin belirlenmesinde nokta konumlarının doğruluğu oldukça önemlidir. Nokta konumlarının doğruluğuyla birlikte nokta hızlarına da yüksek hassasiyette ulaşılabilmektedir [7-10]. Dünya, kendi ve güneş eksenini etrafında döndüğü zaman içerisinde gezegen ve yıldızların etkisi altında kalır. Bu sebeple gerçekleşen tektonik olaylar nedeniyle, deformasyonlar ve plaka hareketleri meydana gelmektedir. Dünya üzerinde ölçülen jeodezik noktaların buldukları plakalardaki hareketler nokta koordinatlarında yıllık ortalama cm mertebesinde değişim meydana getirir. Bununla birlikte jeodezik noktaların yıllık olarak değişimleri nokta hızları olarak isimlendirilmektedir. Ayrıca kendi ülkemiz deprem bölgesinde olduğundan dolayı da jeodezik noktaların konumları da gerçekleşen depremlerle büyük oranda değişir. Gerçekleşen olaylar doğrultusunda noktaların koordinatları kendine ait nokta hızları ile anlam kazanır [11].

Elde edilen nokta hızlarından gerinim ve gerinim kuvvetleri hesaplanabilmekte ve tektonik açıdan yorumlar yapılabilmektedir. Tektonik hareketlerinin doğru yorumlanabilmesi için gerinim ve gerinim kuvvetlerinin de analizlerinin hassas bir şekilde yapılması gereklidir. Bu sebeple nokta hız doğrulukları yüksek olmalıdır [12]. Bunun için de hızların hesaplanacağı nokta konumlarının doğruluğu ve zaman periyodu önemlidir. Son dönemdeki GNSS sistemlerindeki gelişmeler ile birlikte nokta konumlarının doğruluğu artmıştır. Artan bu doğruluk ve zaman aralığının uygun seçilmesiyle nokta hızları ve doğrulukları önem kazanmıştır [13].

Bu bilgiler ışığında jeodezik noktaların koordinatlarındaki değişimler sürekli olarak izlenmeli ve bu noktalara ait hızlar belirlenmelidir. Son zamanlarda hız konusu ile ilgili çalışmalar artmış olup hızlar belirlenirken, istasyonların tesis şekilleri, periyodik sinyallerin etkisi, kısa zamanlı verilerin kullanılması vb. etkenlerden hızları etkilediği ve bunların önemsenmemesi durumunda hız kestiriminde büyük hataların olacağı [14-18] yapılan çalışmalarda belirtilmiştir. Ayrıca Hız kestiriminde hatalardan kurtulabilmek için veri uzunluğu 2.5 yılın altında olan hız tahminlerinin kabul edilemez derecede olduğu ve hız tahminlerinin iyileştirilemeyeceği belirtilmiştir [15].

## 2. Materyal ve Metot

### 2.1. Uluslararası GNSS Ağı (IGS) ve TUSAGA – Aktif Sistemi

1980’li yıllarda çeşitli araştırma ekiplerince geliştirilen alıcıların, ticaretinin yapılabilmesi ve yaygınlaşması GPS istasyonlarının kurulmasında maliyeti düşürdüğünden dolayı, GPS sistemine erişim kolaylaşmıştır. Bununla birlikte 1980’li yılların sonlarından bu zamana Amerika Birleşik Devletleri’ne (ABD) ait GPS uyduları Dünya üzerinde global ve bölgesel olarak araştırmalarda büyük bir rol oynamaktadır. GPS sisteminin gelişmesi ve kullanımının artmasıyla birlikte dünya üzerinde farklı bilim adamları uluslararası standartlarda kullanılmak üzere GPS verilerinin ölçülmesi ve analizi için büyük uğraş vermişlerdir [1, 19]. Bu uğraşların bir parçası olarak IGS 1993 yılında Uluslararası Jeodezi Birliği (International Association of Geodesy IAG) tarafından resmen tanınmıştır ve 1 Ocak 1994’te jeodezik ve jeofizik araştırmalara destek verecek şekilde izleme verileri, GPS yörüngeleri ve diğer ürünleri sağlamak amacıyla genel çalışmalara başlamıştır [19, 20].

IGS’ in temeli 100’den fazla ülke ile 200’den fazla kendi kendini finanse eden kurum, üniversite ve araştırma ekiplerince araştırmalar ve çalışmalar yaparak GNSS ile ilgili ticari ve bilimsel uygulamaların ilerlemesine katkı sağlamaktır. IGS veri merkezleri, bilimsel alanlarda ilerleme ve kamu yararı için mevcut en yüksek hassasiyete sahip IGS verilerinin ücretsiz ve açık bir şekilde erişimi sağlar. Bu veriler, küresel ekonominin neredeyse tüm kuruluşlarında milyonlarca kullanıcıya dokunan çok çeşitli uygulamaları desteklenmektedir [20].

IGS’nin sağladığı ürünler;

- GNSS uydu bilgileri
- Dünya dönüş parametreleri
- Küresel izleme istasyonlarının koordinat ve hızları
- Uydu ve izlenen istasyonların saat bilgisi
- Zenit troposferik yol gecikme tahminleri
- Küresel iyonosferik haritalar olarak sıralanabilir.

IGS istasyonları Şekil 1’de görüldüğü üzere tüm dünya üzerinde planlanmış şekilde dağılmış, konumları hassas bir şekilde bilinen, sürekli gözlem yapan ve Türkiye’de 6 adet bulunan 506 istasyondan oluşmaktadır [21].



Şekil 1. IGS ağı nokta dağılımı

Ülkemizde sürekli gözlem yapan GPS istasyonları Ağı (CORS-Tr) sistemi; 10 Mart 2005’ te Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) tarafından başlatılan 1007 kodlu “Kamu Kurumları Araştırma ve Geliştirme Projelerini Destekleme Programı” kapsamında gelişmiştir. Bu destekleme programı doğrultusundaki hedeflerden yola çıkılarak Ağ-RTK prensibi ile çalışan sabit

GPS istasyonlarının kurulması İstanbul Kültür Üniversitesi (İKÜ) tarafından önerilmiştir. Yürütücülüğünü İKÜ'nün yaptığı Harita Genel Müdürlüğü (HGM) ve Tapu Kadastro Genel Müdürlüğü (TKGM)'nin müşteri olarak katıldığı bu proje; jeodezik ve kadastral ölçmeler gibi haritacılık ile navigasyon, meteorolojik vb. gibi diğer alanlarda da kullanılmak üzere oluşturulan ve 24 saat gözlem yapılan sabit GNSS sistemidir. TÜBİTAK tarafından desteklenen iki yıl süreli bu proje 8 Mayıs 2006 yılında imzalanarak Aralık 2008 tarihiyle birlikte tamamlanıp faaliyete geçirilmiştir. Faaliyete geçen proje 2009 yılında TÜBİTAK'ın onayıyla HGM ve TKGM'ye devredilmiştir [22, 23]. Buna göre tesis edilmiş güncel olarak 4 tane Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti'nde (KKTC) ve 154 tane ülkemizde olmak üzere toplamda 158 tane sabit GNSS istasyonu ile HGM ve TKGM' de analiz ve kontrol merkezleri bulunmaktadır. Sabit GNSS istasyonların dağılımı Şekil 2'de gösterilmiştir [24-26].



Şekil 2. TUSAGA-Aktif İstasyonları

## 2.2. Hızların Hesaplanması

Gerçek Zamanlı Kinematik (RTK) yöntem haricinde GNSS ile gerçekleştirilen ölçülerde, jeodezik çalışmalar için elde edilen ham veriler ile ilgili bir düzeltme ve değerlendirme yapılmadan, güvenilir, hassas sonuçlar elde etmek imkânsızdır. Bu nedenle GNSS ölçülerinin değerlendirilmesi için yazılımlar geliştirilmiştir. Bu yazılımlar bilimsel ve ticari olmak üzere iki çeşittir.

Ticari yazılımlar büyük oranda GNSS alıcıları üreten firmalar tarafından ürünlerle birlikte sunulan yazılımlardır. Genelde klasik mühendislik çalışmalarında kullanılır. Ticari yazılımlara kullanıcılar çok müdahale edemediğinden ve baz uzunluklarının kısıtlı olmasından dolayı çeşitli dezavantajları vardır [22, 27].

Bilimsel yazılımlar, farklı model ve yaklaşımların kullanıldığı uzun bazların çözümüne katkı sağlayan yazılımlardır. Bu yazılımlar iyonosfer ve troposfer belirleme, datum parametrelerinin belirlenmesi, yer kabuğu hareketlerinin izlenmesi, deformasyon ölçüleri ve ülke jeodezik ağlarının kurulması gibi bilimsel çalışmalarda kullanılır. Bu yazılımları bilimsel çalışma yapan üniversiteler ya da araştırma merkezleri geliştirmektedir. Örnek olarak, NASA (National Aeronautics and Space Administration) tarafından geliştirilen GIPSY, Amerika Birleşik Devletleri Massachusetts Teknoloji Enstitüsünde (MIT) geliştirilen GAMIT-GLOBK ve İsviçre Bern Üniversitesi tarafından geliştirilen BERNESE yazılımları verilebilir [28, 29].

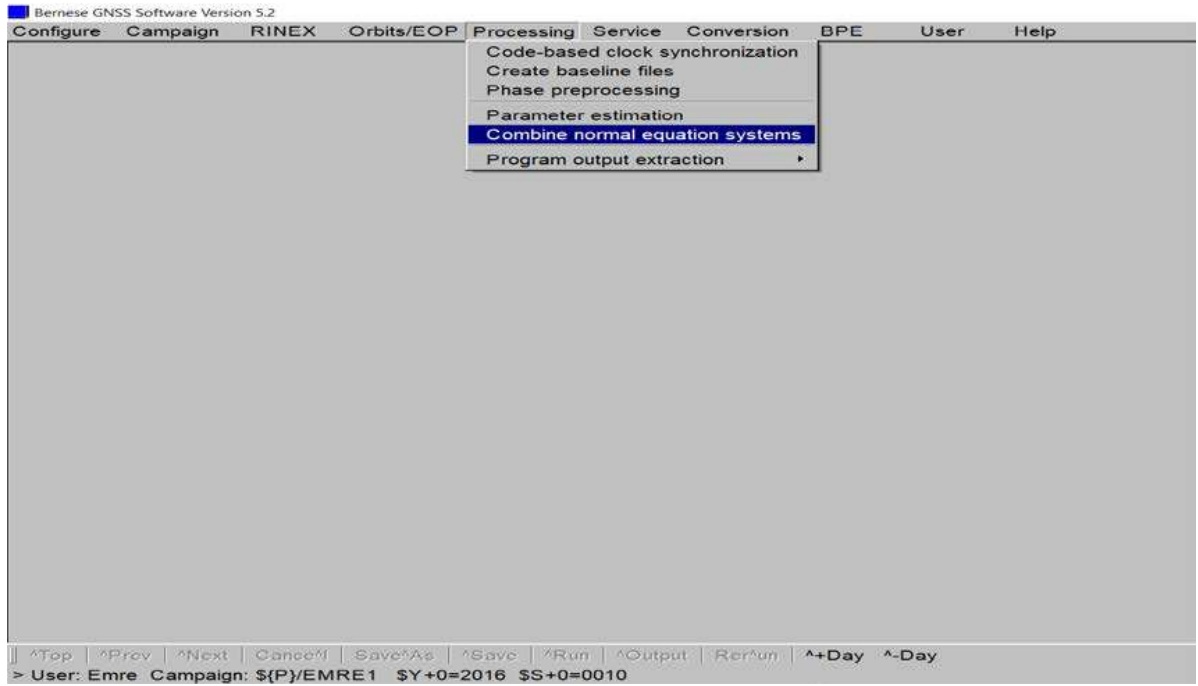
Bu çalışma kapsamında GNSS verilerinin değerlendirilmesi, Bernese v5.2 bilimsel yazılımı kullanılarak yapılmıştır. Hızlar elde edilirken final koordinatları ve bu koordinatlara ait elde edilen normal eşitlik denklemleri (NEQ) kullanılacaktır.

Yazılımda bulunan RNX2SNX.PCF, genişletilmiş belirsizlik çözümlemesi ile sadece GPS veya GPS/GLONASS kombinasyonuna ile ikili farklar yöntemini kullanan otomatik değerlendirme komutudur. Çözüm sonucunda noktaların final koordinatları, bunlara ait varyans-kovaryans matrisleri ve NEQ'lar elde edilir. Bu verileri elde ederken kullanılan RNX2SNX.PCF otomatik komutu yedi aşamalı işlem gerçekleştirip çözümleme yapmaktadır [30, 31].

RNX2SNX.PCF otomatik komutunun sırasıyla işlem adımları:

- Ön hazırlık aşaması,
- Kutup ve yörünge bilgilerinin hazırlanması,
- Gözlem dosyalarının senkronizasyonu ve dönüşümü,
- Bazların elde edilmesi ve ilk çözüm yapılması,
- Faz başlangıç belirsizliklerinin çözülmesi,
- Final çözümünün gerçekleştirilmesi,
- BPE' nin sonlandırılması ve sonuçların kaydedilmesi.

Bernese v5.2 bilimsel GNSS yazılımında hız tahminleri, kampanyaların BPE çözümü ile elde edilen final koordinatlarının, NEQ birleştirilmesiyle yapılabilmektedir. Noktaların koordinatları ve hızları hangi epokta isteniyorsa elde edilir. Yazılım açıldığında menü kısmında Şekil 3'de gösterildiği gibi Processing > Combine normal equations systems yolu izlenerek ADDNEQ2 ana ekranı üzerinden hız belirleme işlemi yapılır [32].



Şekil 3. Bernese v5.2 bilimsel GNSS yazılımı hız tahmini

### 2.3. Hızların Karşılaştırılması

GNSS ölçülerinin değerlendirilmesinde güvenilir ve hassas sonuçlar elde etmek için yazılımlar kullanılmaktadır. Yazılımlar ile istasyonlara ait koordinat ve hızlar hesaplanmaktadır. Hesaplanan hızların güvenilir ve kabul edilebilir olması gerekmektedir. Hesaplanan hızlar ve ortalama hataları ile istasyonların gerçek hız ve ortalama hataları kullanılarak uyumlu olup olmadığına karar verilebilir.

Yazılım tarafından elde edilen hızlar ve ortalama hataları ile gerçek hız ve ortalama hataları değerleri kullanılarak;  
hızların farkları,

$$D_{V_X} = V_{X_i} - V_{X_T}, \quad D_{V_Y} = V_{Y_i} - V_{Y_T}, \quad D_{V_Z} = V_{Z_i} - V_{Z_T} \quad (1)$$

farkların karesel ortalama hataları,

$$m_{D_{V_X}} = \sqrt{(m_{V_{X_i}})^2 + (m_{V_{X_T}})^2}, \quad m_{D_{V_Y}} = \sqrt{(m_{V_{Y_i}})^2 + (m_{V_{Y_T}})^2},$$

$$m_{D_{V_Z}} = \sqrt{(m_{V_{Z_i}})^2 + (m_{V_{Z_T}})^2} \quad (2)$$

test büyüklükleri eşitliklerle hesaplanabilir.

$$T_{V_X} = \frac{D_{V_X}}{m_{D_{V_X}}}, \quad T_{V_Y} = \frac{D_{V_Y}}{m_{D_{V_Y}}}, \quad T_{V_Z} = \frac{D_{V_Z}}{m_{D_{V_Z}}} \quad (3)$$

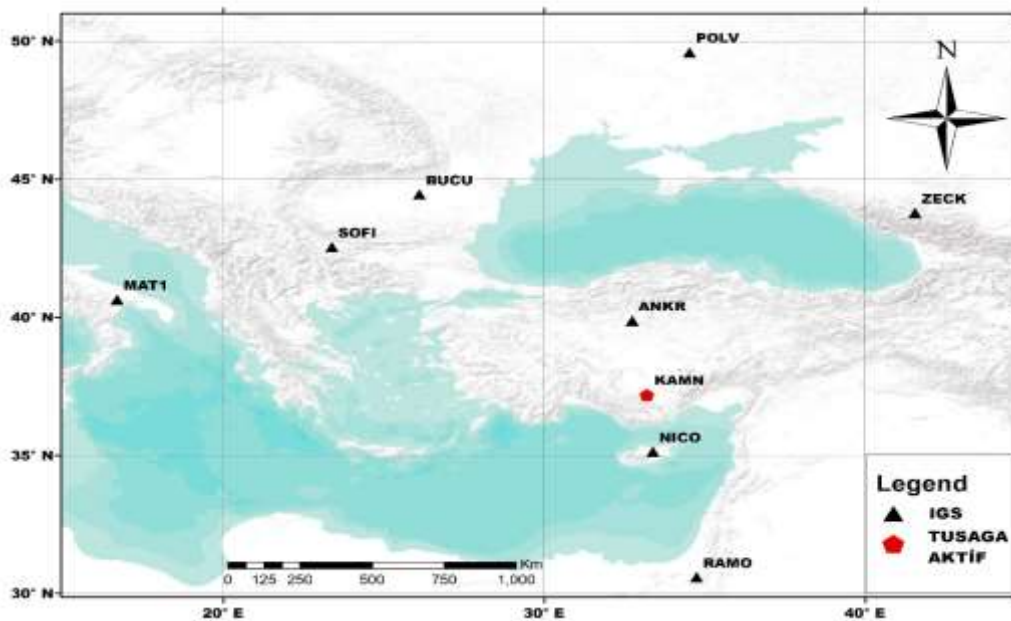
Eşitliklerdeki  $(V_{X_i}, V_{Y_i}, V_{Z_i})$  istasyona ait yazılım tarafından değerlendirilerek elde edilen kartezyen hızlar,  $(m_{V_{X_i}}, m_{V_{Y_i}}, m_{V_{Z_i}})$  bu hızlara ait ortalama hatalar,  $(V_{X_T}, V_{Y_T}, V_{Z_T})$  ise istasyonun gerçek hızları ve  $(m_{V_{X_T}}, m_{V_{Y_T}}, m_{V_{Z_T}})$  ise gerçek hızların ortalama hatalarıdır. Bütün bu değerler kullanılarak eşitlikler yardımıyla farklar alınıp farkların ortalama hataları hesaplanarak test değerleri hesaplanabilmektedir. Hesaplanan test değeri ile tablo değeri karşılaştırılarak yazılım tarafından elde edilen hızların güncel hızlar ile uyumluluğu test edilebilir [27].

### 3. Bulgular ve Tartışma

Bu çalışmada, İç Anadolu Bölgesi'nin güneyinde yer alan ve deprem riskinin en az olduğu illerden biri olan Karaman ilinde bulunan, TUSAGA-Aktif istasyonlarından biri olan KAMN istasyonuna ait 24 saatlik RINEX verileri 8 adet IGS istasyonuna dayalı olarak İsviçre'nin Bern üniversitesi tarafından geliştirilen Bernese v5.2 bilimsel GNSS yazılımı ile değerlendirilmiştir.

KAMN istasyonunun 2016-2019 yılları arasında her yılın Ocak ve Haziran aylarının 1-18 günleri çalışma günleri olarak seçilmiştir. 1 Ocak 2016'dan başlanmış ve 1-5, 2-6, 3-7, ..., 13-17, 14-18 olacak şekilde birbirini takip eden 5'er günlük kombinasyonlara ayrılarak 14 farklı kombinasyon oluşturulmuştur. KAMN istasyonunun 30 sn RINEX verileri kullanılarak, oluşturulan her kombinasyon için 6, 12, 18, 24, 30, 36 ve 42 aylık 7 farklı dönemde ITRF96 2005.00 epoğunda hız bileşenleri ve ortalama hataları elde edilmiştir.

Çalışma alanı Şekil 4'de noktalar hakkında genel bilgiler Tablo 1'de ve verilerin elde edilme şekli ile temin edildiği yerler Tablo 2'de gösterilmiştir.



Şekil 4. Çalışma alanı ve kullanılan istasyonlar

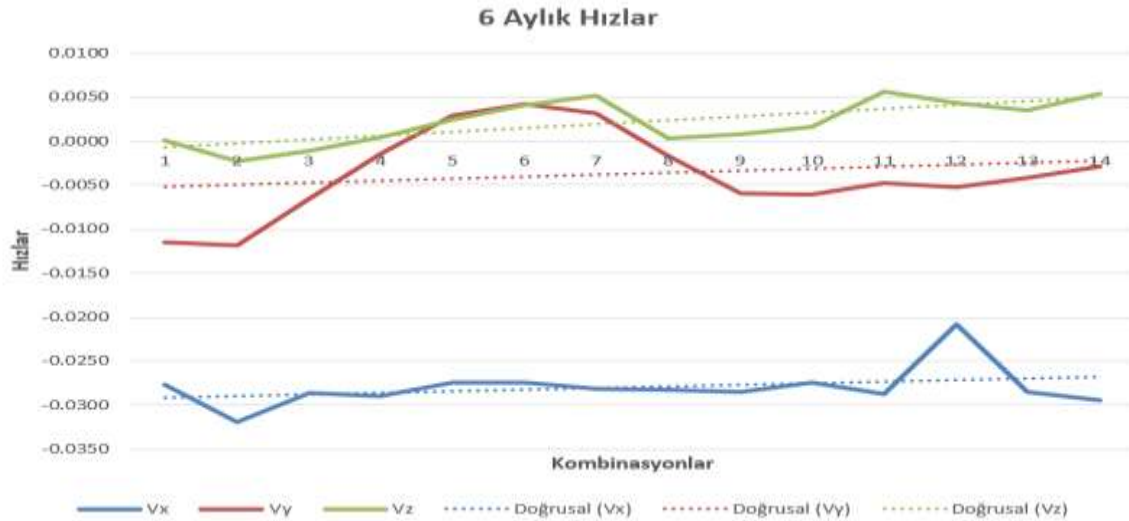
**Tablo 1.** IGS ve TUSAGA-Aktif noktalarının genel bilgileri

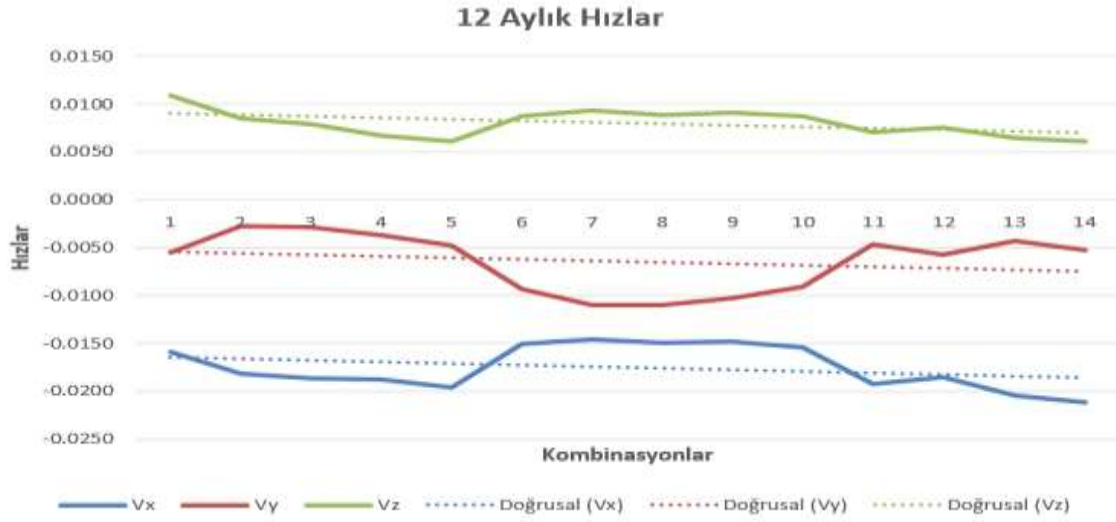
No	Türü	Ülke	Şehir	Kısa Adı	Enlem (°)	Boylam (°)	Elipsoidal Yükseklik (m)
1	IGS	Türkiye	Ankara	ANKR	39.8875	32.7586	974.80
2	IGS	Romanya	Bükreş	BUCU	44.4639	26.1257	143.20
3	IGS	İtalya	Matera	MAT1	40.6491	16.7045	534.50
4	IGS	Kıbrıs	Lefkoşa	NICO	35.1410	33.3964	191.70
5	IGS	Ukrayna	Poltava	POLV	49.6026	34.5429	178.10
6	IGS	İsrail	Mitzpe Ramon	RAMO	30.5978	34.7331	893.10
7	IGS	Bulgaristan	Sofya	SOFI	42.5561	23.3947	1119.60
8	IGS	Rusya	Zelenchukskaya	ZECK	43.7884	41.5651	1167.00
9	TUSAGA-Aktif	Türkiye	Karaman	KAMN	37.1932	33.2203	1057.01

**Tablo 2.** Çözümlemede kullanılacak verilerin elde edilmesi

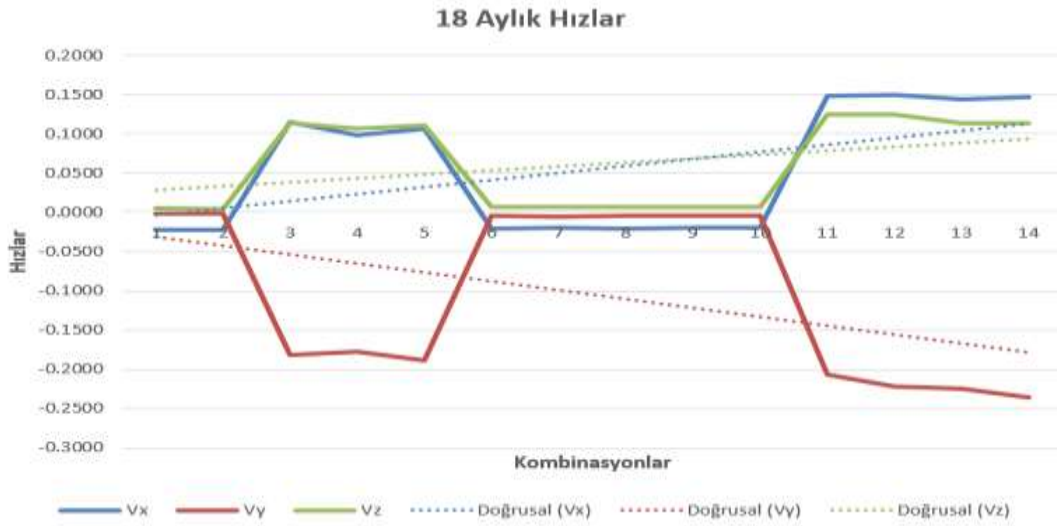
İndirilecek veri		Verinin elde edilişi	İndirildiği site
RINEX	IGS	Otomatik	<a href="ftp://cddis.gsfc.nasa.gov/gps/data/daily/yyyy/ddd/yyd/">ftp://cddis.gsfc.nasa.gov/gps/data/daily/yyyy/ddd/yyd/</a>
	TUSAGA-Aktif	Manuel	<a href="https://www.tusaga-aktif.gov.tr/">https://www.tusaga-aktif.gov.tr/</a>
Bernese v5.2 GNSS verileri		Manuel/Otomatik	<a href="http://www.bernese.unibe.ch/">http://www.bernese.unibe.ch/</a>

Çözümlemede çalışma günlerine ait Bernese v5.2 bilimsel yazılımı ile elde edilen NEQ'lar oluşturulan her kombinasyon için birleştirilerek (1-5 Ocak 2016 ile 1-5 Haziran 2016, 2-5 Ocak 2016 ile 2-5 Haziran 2016, ..., 13-17 Ocak 2016 ile 13-17 Haziran 2016, 14-18 Ocak 2016 ile 14-18 Haziran 2016) 6 aylık döneme ait, 14 farklı hız ve ortalama hatası elde edilmiştir. Bu şekilde toplamda 6, 12, 18, 24, 30, 36 ve 42 aylık 7 farklı dönemde, oluşturulan her kombinasyona ait, her dönem için 14 farklı hız değeri ve ortalama hataları elde edilmiştir. Çözümleme sonucunda KAMN istasyonuna ait her dönem için elde edilen hızların grafikleri Şekil 5-11'de gösterilmiştir.

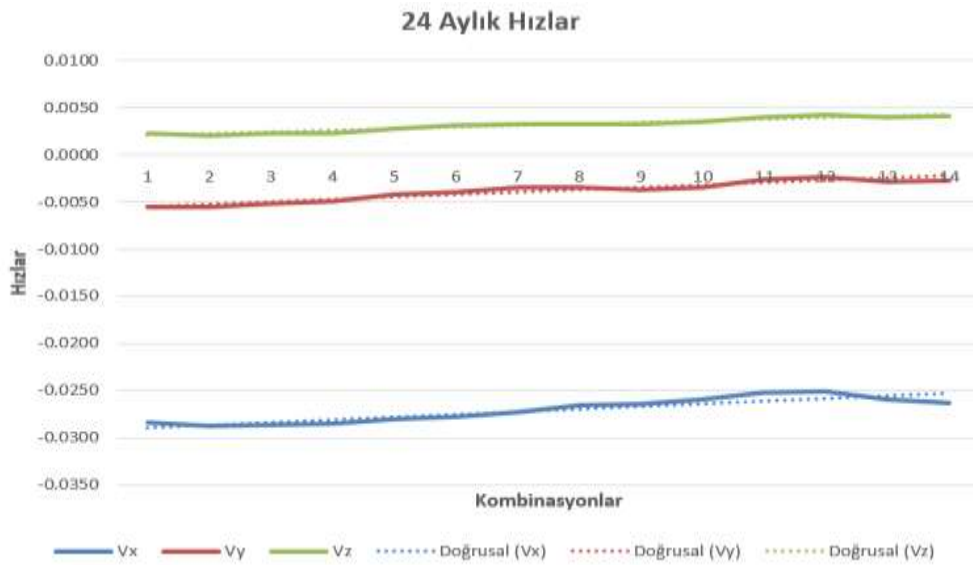
**Şekil 5.** KAMN istasyonu 6 aylık hızların(m) grafiği



Şekil 6. KAMN istasyonu 12 aylık hızların(m) grafiği

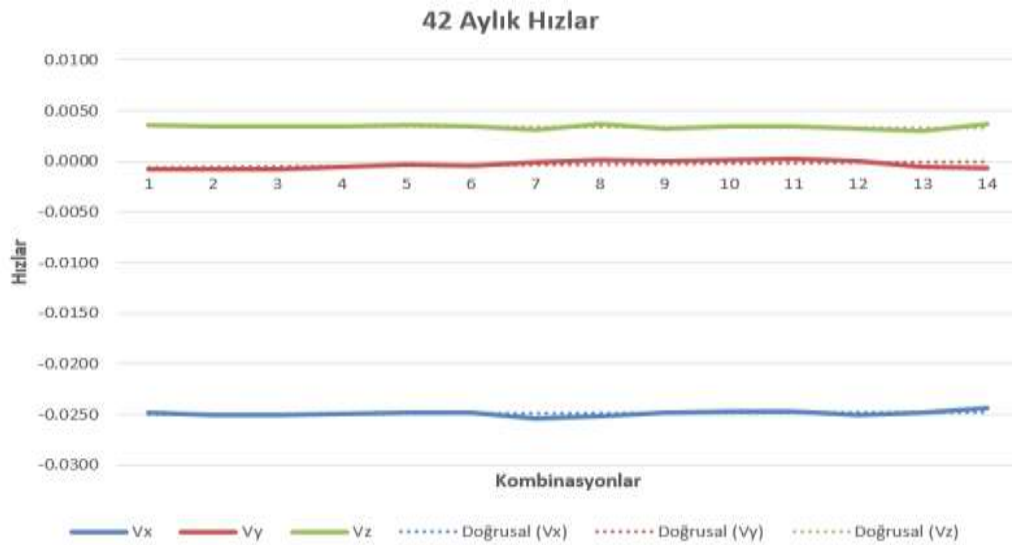
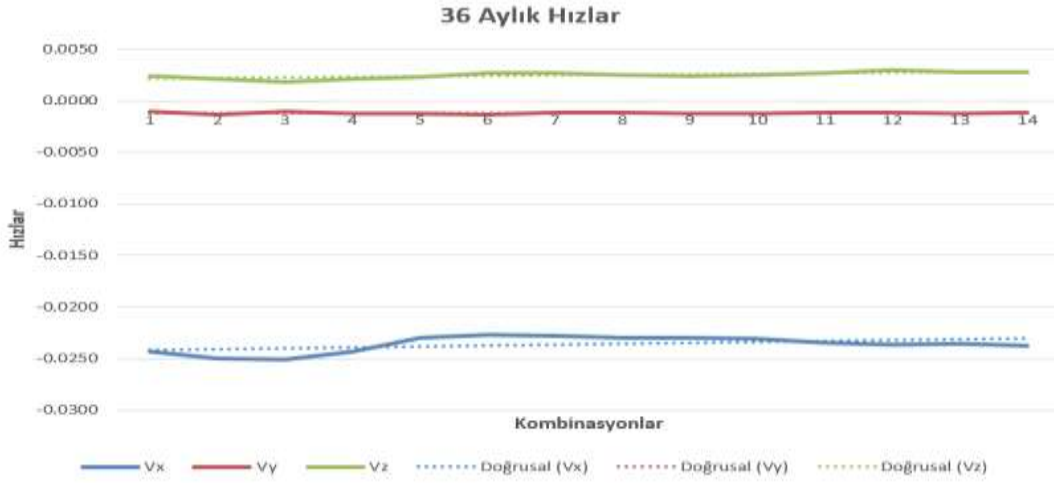
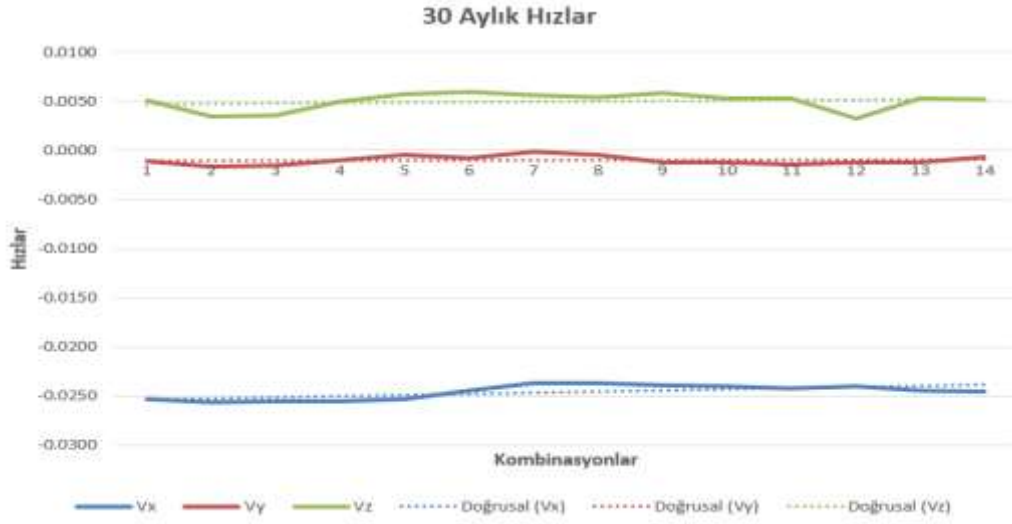


Şekil 7. KAMN istasyonu 18 aylık hızların(m) grafiği



Şekil 8. KAMN istasyonu 24 aylık hızların(m) grafiği





Şekil 5-11'e genel olarak baktığımızda 6, 12 ve 18 aylık hızların grafiğinin çok doğrusal olmadığı  $V_X$  için -0.03194m ile 0.15046m,  $V_Y$  için -0.23523m ile 0.0042m ve  $V_Z$  için -0.00226m ile 0.12501m aralığında değerler aldığı görülmüştür. 24 aylık hız grafiğinden sonra doğrusal bir hal almaya başladığı ve 30, 36 ve 42 aylık hız grafiklerinin daha doğrusal olduğu  $V_X$  için -0.02564m ile -0.02273m,  $V_Y$  için -0.0016m ile 0.00003m ve  $V_Z$  için 0.00368m ile 0.00592m aralığında değerler aldığı ve güncel değerlere daha yakın olduğu görülmüştür.

Analiz yapıldıktan sonra her kombinasyon ve dönem için; KAMN istasyonunun kartezyen hızları ( $V_X$ ,  $V_Y$ ,  $V_Z$ ) ve hızlara ait ortalama hatalar ( $m_X$ ,  $m_Y$ ,  $m_Z$ ) hesaplanmıştır. KAMN istasyonuna ait her dönem için hesaplanan değerler ile TUSAGA-Aktif tarafından güncel olarak yayınlanan gerçek değerlerin uyumlu olup olmadığı araştırılmıştır. (1), (2) ve (3) eşitlikleri kullanılarak elde edilen bütün değerlerin güncel değerler ile farkları alınarak test değeri bulunmuş, %95 güven aralığı ve  $f = f_1 + f_2$  için t dağılım sınırı  $t_{15, 0.95}$  tablo değeri ile karşılaştırılmıştır.

**Tablo 3.** KAMN istasyonu 6 aylık hızlar ile yapılan testler ( $t_{15, 0.95} = 2.13$ )

Fark No	Hız Farkları(m)			Farkların Ortalama Hatası(m)			Test Büyüklükleri		
	$D_{V_X}$	$D_{V_Y}$	$D_{V_Z}$	$m_{D_{V_X}}$	$m_{D_{V_Y}}$	$m_{D_{V_Z}}$	$T_{V_X}$	$T_{V_Y}$	$T_{V_Z}$
1	0.0040	0.0110	0.0019	0.0016	0.0013	0.0013	<b>2.49</b>	<b>8.37</b>	1.51
2	0.0083	0.0113	0.0042	0.0016	0.0013	0.0013	<b>5.07</b>	<b>8.57</b>	<b>3.32</b>
3	0.0049	0.0060	0.0031	0.0017	0.0013	0.0013	<b>2.99</b>	<b>4.51</b>	<b>2.43</b>
4	0.0053	0.0009	0.0015	0.0017	0.0014	0.0013	<b>3.17</b>	0.64	1.13
5	0.0038	-0.0035	-0.0005	0.0017	0.0014	0.0013	<b>2.29</b>	<b>2.57</b>	0.40
6	0.0037	-0.0048	-0.0021	0.0016	0.0013	0.0013	<b>2.27</b>	<b>3.57</b>	1.66
7	0.0044	-0.0038	-0.0033	0.0017	0.0013	0.0013	<b>2.67</b>	<b>2.79</b>	<b>2.54</b>
8	0.0046	0.0012	0.0016	0.0017	0.0014	0.0013	<b>2.78</b>	0.87	1.26
9	0.0048	0.0054	0.0012	0.0017	0.0014	0.0013	<b>2.89</b>	<b>3.99</b>	0.95
10	0.0038	0.0055	0.0003	0.0017	0.0014	0.0013	<b>2.25</b>	<b>4.06</b>	0.23
11	0.0051	0.0043	-0.0037	0.0017	0.0014	0.0013	<b>2.99</b>	<b>3.09</b>	<b>2.87</b>
12	-0.0028	0.0047	-0.0024	0.0017	0.0014	0.0013	<b>1.71</b>	<b>3.43</b>	1.83
13	0.0049	0.0037	-0.0016	0.0017	0.0014	0.0013	<b>2.94</b>	<b>2.69</b>	1.23
14	0.0058	0.0023	-0.0034	0.0017	0.0014	0.0013	<b>3.46</b>	1.69	<b>2.64</b>

**Tablo 0.** KAMN istasyonu 12 aylık hızlar ile yapılan testler ( $t_{15, 0.95} = 2.13$ )

Fark No	Hız Farkları(m)			Farkların Ortalama Hatası(m)			Test Büyüklükleri		
	$D_{V_X}$	$D_{V_Y}$	$D_{V_Z}$	$m_{D_{V_X}}$	$m_{D_{V_Y}}$	$m_{D_{V_Z}}$	$T_{V_X}$	$T_{V_Y}$	$T_{V_Z}$
1	-0.0078	0.0049	-0.0089	0.0011	0.0008	0.0009	<b>7.10</b>	<b>6.18</b>	<b>9.47</b>
2	-0.0055	0.0022	-0.0066	0.0011	0.0008	0.0009	<b>5.01</b>	<b>2.69</b>	<b>7.02</b>
3	-0.0050	0.0022	-0.0060	0.0011	0.0008	0.0009	<b>4.52</b>	<b>2.78</b>	<b>6.35</b>
4	-0.0048	0.0031	-0.0048	0.0011	0.0008	0.0009	<b>4.35</b>	<b>3.84</b>	<b>5.08</b>
5	-0.0041	0.0042	-0.0042	0.0011	0.0008	0.0009	<b>3.69</b>	<b>5.16</b>	<b>4.43</b>
6	-0.0086	0.0088	-0.0068	0.0011	0.0008	0.0009	<b>7.85</b>	<b>10.99</b>	<b>7.22</b>
7	-0.0091	0.0105	-0.0075	0.0011	0.0008	0.0009	<b>8.25</b>	<b>13.08</b>	<b>7.92</b>
8	-0.0088	0.0105	-0.0070	0.0011	0.0008	0.0009	<b>7.96</b>	<b>13.09</b>	<b>7.42</b>
9	-0.0089	0.0098	-0.0072	0.0011	0.0008	0.0009	<b>8.04</b>	<b>12.22</b>	<b>7.60</b>
10	-0.0082	0.0085	-0.0068	0.0011	0.0008	0.0009	<b>7.44</b>	<b>10.67</b>	<b>7.25</b>
11	-0.0044	0.0041	-0.0051	0.0011	0.0008	0.0009	<b>4.01</b>	<b>5.11</b>	<b>5.42</b>
12	-0.0051	0.0051	-0.0056	0.0011	0.0008	0.0009	<b>4.64</b>	<b>6.40</b>	<b>5.98</b>
13	-0.0032	0.0037	-0.0046	0.0011	0.0008	0.0009	<b>2.92</b>	<b>4.65</b>	<b>4.87</b>
14	-0.0025	0.0047	-0.0042	0.0011	0.0008	0.0009	<b>2.28</b>	<b>5.90</b>	<b>4.48</b>

**Tablo 1.** KAMN istasyonu 18 aylık hızlar ile yapılan testler ( $t_{15}, 0.95 = 2.13$ )

Fark No	Hız Farkları(m)			Farkların Ortalama Hatası(m)			Test Büyüklükleri		
	$D_{V_x}$	$D_{V_y}$	$D_{V_z}$	$m_{D_{V_x}}$	$m_{D_{V_y}}$	$m_{D_{V_z}}$	$T_{V_x}$	$T_{V_y}$	$T_{V_z}$
1	-0.0014	0.0011	-0.0032	0.0010	0.0007	0.0009	1.30	1.42	<b>3.47</b>
2	-0.0009	0.0007	-0.0023	0.0010	0.0007	0.0009	0.90	0.94	<b>2.57</b>
3	-0.1394	0.1817	-0.1124	0.0035	0.0034	0.0028	<b>39.43</b>	<b>53.53</b>	<b>40.72</b>
4	-0.1222	0.1777	-0.1054	0.0036	0.0034	0.0028	<b>34.02</b>	<b>52.04</b>	<b>37.68</b>
5	-0.1299	0.1880	-0.1092	0.0036	0.0035	0.0028	<b>35.87</b>	<b>54.12</b>	<b>38.36</b>
6	-0.0032	0.0040	-0.0051	0.0010	0.0007	0.0009	<b>3.08</b>	<b>5.30</b>	<b>5.59</b>
7	-0.0036	0.0044	-0.0053	0.0010	0.0008	0.0009	<b>3.46</b>	<b>5.88</b>	<b>5.77</b>
8	-0.0033	0.0038	-0.0044	0.0010	0.0008	0.0009	<b>3.11</b>	<b>5.11</b>	<b>4.85</b>
9	-0.0036	0.0031	-0.0044	0.0011	0.0008	0.0009	<b>3.37</b>	<b>4.15</b>	<b>4.77</b>
10	-0.0040	0.0036	-0.0045	0.0011	0.0008	0.0009	<b>3.84</b>	<b>4.72</b>	<b>4.93</b>
11	-0.1725	0.2069	-0.1231	0.0037	0.0036	0.0029	<b>46.38</b>	<b>57.45</b>	<b>42.39</b>
12	-0.1741	0.2213	-0.1230	0.0036	0.0036	0.0029	<b>47.94</b>	<b>61.80</b>	<b>42.77</b>
13	-0.1676	0.2249	-0.1117	0.0036	0.0035	0.0028	<b>46.88</b>	<b>64.38</b>	<b>39.38</b>
14	-0.1703	0.2347	-0.1125	0.0035	0.0034	0.0028	<b>48.31</b>	<b>68.34</b>	<b>40.46</b>

**Tablo 6.** KAMN istasyonu 24 aylık hızlar ile yapılan testler ( $t_{15}, 0.95 = 2.13$ )

Fark No	Hız Farkları(m)			Farkların Ortalama Hatası(m)			Test Büyüklükleri		
	$D_{V_x}$	$D_{V_y}$	$D_{V_z}$	$m_{D_{V_x}}$	$m_{D_{V_y}}$	$m_{D_{V_z}}$	$T_{V_x}$	$T_{V_y}$	$T_{V_z}$
1	0.0048	0.0050	-0.0003	0.0010	0.0007	0.0009	<b>4.78</b>	<b>7.17</b>	0.38
2	0.0051	0.0050	-0.0001	0.0010	0.0007	0.0009	<b>5.03</b>	<b>7.13</b>	0.15
3	0.0050	0.0046	-0.0004	0.0010	0.0007	0.0009	<b>5.00</b>	<b>6.67</b>	0.42
4	0.0049	0.0044	-0.0004	0.0010	0.0007	0.0009	<b>4.88</b>	<b>6.32</b>	0.39
5	0.0044	0.0036	-0.0008	0.0010	0.0007	0.0009	<b>4.37</b>	<b>5.19</b>	0.95
6	0.0042	0.0033	-0.0013	0.0010	0.0007	0.0009	<b>4.14</b>	<b>4.80</b>	1.41
7	0.0036	0.0029	-0.0014	0.0010	0.0007	0.0009	<b>3.57</b>	<b>4.21</b>	1.52
8	0.0029	0.0029	-0.0013	0.0010	0.0007	0.0009	<b>2.93</b>	<b>4.13</b>	1.46
9	0.0028	0.0032	-0.0014	0.0010	0.0007	0.0009	<b>2.76</b>	<b>4.56</b>	1.55
10	0.0023	0.0028	-0.0015	0.0010	0.0007	0.0009	<b>2.32</b>	<b>4.08</b>	1.73
11	0.0015	0.0020	-0.0020	0.0010	0.0007	0.0009	1.53	<b>2.92</b>	<b>2.30</b>
12	0.0015	0.0018	-0.0023	0.0010	0.0007	0.0009	1.47	<b>2.63</b>	<b>2.59</b>
13	0.0023	0.0023	-0.0021	0.0010	0.0007	0.0009	<b>2.32</b>	<b>3.33</b>	<b>2.36</b>
14	0.0027	0.0021	-0.0022	0.0010	0.0007	0.0009	<b>2.70</b>	<b>3.02</b>	<b>2.47</b>

**Tablo 7.** KAMN istasyonu 30 aylık hızlar ile yapılan testler ( $t_{15}, 0.95 = 2.13$ )

Fark No	Hız Farkları(m)			Farkların Ortalama Hatası(m)			Test Büyüklükleri		
	$D_{V_x}$	$D_{V_y}$	$D_{V_z}$	$m_{D_{V_x}}$	$m_{D_{V_y}}$	$m_{D_{V_z}}$	$T_{V_x}$	$T_{V_y}$	$T_{V_z}$
1	0.0017	0.0006	-0.0031	0.0010	0.0007	0.0009	1.68	0.83	<b>3.58</b>
2	0.0020	0.0010	-0.0016	0.0010	0.0007	0.0009	2.01	1.51	1.79
3	0.0019	0.0010	-0.0016	0.0010	0.0007	0.0009	1.85	1.42	1.80
4	0.0019	0.0004	-0.0031	0.0010	0.0007	0.0009	1.92	0.59	<b>3.48</b>
5	0.0017	-0.0001	-0.0038	0.0010	0.0007	0.0009	1.66	0.10	<b>4.34</b>
6	0.0008	0.0002	-0.0040	0.0010	0.0007	0.0009	0.84	0.33	<b>4.53</b>
7	0.0000	-0.0005	-0.0037	0.0010	0.0007	0.0009	0.05	0.67	<b>4.17</b>
8	0.0001	-0.0001	-0.0035	0.0010	0.0007	0.0009	0.08	0.10	<b>3.99</b>
9	0.0003	0.0006	-0.0039	0.0010	0.0007	0.0009	0.27	0.85	<b>4.42</b>
10	0.0004	0.0007	-0.0034	0.0010	0.0007	0.0009	0.37	0.95	<b>3.87</b>
11	0.0005	0.0009	-0.0033	0.0010	0.0007	0.0009	0.53	1.23	<b>3.79</b>
12	0.0004	0.0007	-0.0013	0.0010	0.0007	0.0009	0.40	0.94	1.43
13	0.0008	0.0006	-0.0034	0.0010	0.0007	0.0009	0.79	0.88	<b>3.88</b>
14	0.0009	0.0001	-0.0033	0.0010	0.0007	0.0009	0.90	0.19	<b>3.72</b>

**Tablo 8.** KAMN istasyonu 36 aylık hızlar ile yapılan testler ( $t_{15}, 0.95 = 2.13$ )

Fark No	Hız Farkları(m)			Farkların Ortalama Hatası(m)			Test Büyüklükleri		
	$D_{V_x}$	$D_{V_y}$	$D_{V_z}$	$m_{D_{V_x}}$	$m_{D_{V_y}}$	$m_{D_{V_z}}$	$T_{V_x}$	$T_{V_y}$	$T_{V_z}$
1	0.0006	0.0005	-0.0005	0.0010	0.0007	0.0009	0.66	0.68	0.55
2	0.0014	0.0008	-0.0001	0.0010	0.0007	0.0009	1.37	1.15	0.15
3	0.0014	0.0005	0.0001	0.0010	0.0007	0.0009	1.44	0.74	0.09
4	0.0007	0.0007	-0.0002	0.0010	0.0007	0.0009	0.69	1.06	0.24
5	-0.0007	0.0007	-0.0004	0.0010	0.0007	0.0009	0.68	1.02	0.41
6	-0.0009	0.0008	-0.0008	0.0010	0.0007	0.0009	0.92	1.15	0.87
7	-0.0008	0.0006	-0.0008	0.0010	0.0007	0.0009	0.81	0.93	0.85
8	-0.0006	0.0006	-0.0006	0.0010	0.0007	0.0009	0.63	0.91	0.66
9	-0.0007	0.0006	-0.0004	0.0010	0.0007	0.0009	0.69	0.95	0.50
10	-0.0005	0.0007	-0.0005	0.0010	0.0007	0.0009	0.53	0.96	0.59
11	-0.0002	0.0006	-0.0007	0.0010	0.0007	0.0009	0.17	0.82	0.79
12	0.0000	0.0006	-0.0010	0.0010	0.0007	0.0009	0.05	0.88	1.15
13	-0.0001	0.0007	-0.0008	0.0010	0.0007	0.0009	0.12	0.98	0.95
14	0.0001	0.0006	-0.0008	0.0010	0.0007	0.0009	0.14	0.84	0.93

**Tablo 9.** KAMN istasyonu 42 aylık hızlar ile yapılan testler ( $t_{15}, 0.95 = 2.13$ )

Fark No	Hız Farkları(m)			Farkların Ortalama Hatası(m)			Test Büyüklükleri		
	$D_{V_x}$	$D_{V_y}$	$D_{V_z}$	$m_{D_{V_x}}$	$m_{D_{V_y}}$	$m_{D_{V_z}}$	$T_{V_x}$	$T_{V_y}$	$T_{V_z}$
1	0.0012	0.0002	-0.0016	0.0010	0.0007	0.0009	1.17	0.28	1.84
2	0.0014	0.0002	-0.0015	0.0010	0.0007	0.0009	1.40	0.30	1.74
3	0.0014	0.0003	-0.0015	0.0010	0.0007	0.0009	1.44	0.37	1.71
4	0.0013	0.0000	-0.0016	0.0010	0.0007	0.0009	1.32	0.03	1.79
5	0.0012	-0.0002	-0.0017	0.0010	0.0007	0.0009	1.18	0.31	1.91
6	0.0012	-0.0001	-0.0015	0.0010	0.0007	0.0009	1.22	0.15	1.74
7	0.0018	-0.0005	-0.0012	0.0010	0.0007	0.0009	1.80	0.66	1.31
8	0.0015	-0.0004	-0.0017	0.0010	0.0007	0.0009	1.53	0.61	1.98
9	0.0012	-0.0006	-0.0013	0.0010	0.0007	0.0009	1.23	0.87	1.45
10	0.0011	-0.0004	-0.0015	0.0010	0.0007	0.0009	1.08	0.64	1.73
11	0.0010	-0.0003	-0.0015	0.0010	0.0007	0.0009	1.06	0.49	1.69
12	0.0014	-0.0006	-0.0013	0.0010	0.0007	0.0009	1.38	0.81	1.51
13	0.0011	0.0000	-0.0011	0.0010	0.0007	0.0009	1.15	0.06	1.24
14	0.0007	0.0001	-0.0017	0.0010	0.0007	0.0009	0.74	0.13	1.92

Tablolarda; KAMN istasyonu için 7 farklı dönemde elde edilen hızlar ve ortalama hataları ile TUSAGA-Aktif'in güncel olarak yayınladığı hızlar ile bu hızlara ait Özdemir [34]'in çalışmasında yayınlanan hızların ortalama hataları kullanılarak elde edilen sonuçların uyumlu olup olmadığı araştırılmıştır. Uyumlu olmayan test sonuçları bold olarak gösterilmiştir. Tablolar incelendiğinde; 30 aylıktan itibaren elde edilen hızlarda  $V_x$  ve  $V_y$ 'nin uyumlu olduğu  $V_z$ 'nin ise 36 aylıktan itibaren elde edilen hızlarda daha uyumlu olduğu sonucuna varılmıştır. 36 aylıktan itibaren elde edilen kartezyen koordinatlara ait hız bileşenlerinin güncel hızlar ile daha uyumlu bir sonuç ortaya koyduğu görülmüştür.

#### 4. Sonuç ve Öneriler

İstasyonların koordinat ve yıllık hız bileşenleri, uygun zaman aralığında elde edilen RINEX verilerinin değerlendirilmesi sonucunda elde edilmektedir. Nokta hızları önceleri üst dereceli noktalara dayalı olarak belirlenirken son zamanlarda ise uzun süreli gözlemler ve aynı anda değerlendirmeye imkân veren GNSS verileri ile belirlenmektedir. Bu sebeple GNSS istasyonları önemli bir yere sahiptir. Bu istasyonların koordinat ve hızlarının jeodezik olarak yorumlanabilmesi için hassas bir şekilde hesaplanması gerekmektedir. Bundan dolayı koordinat ve hızların hesabında zaman parametresi oldukça önemlidir. Bu nedenle "Hızların hassas bir şekilde hesaplanması için gerekli olan en uygun zaman ne olmalıdır?" sorusuna cevap bulunmalıdır.

Çalışma kapsamında 2016-2019 yılları arasında 8 adet IGS ve 1 adet TUSAGA-Aktif istasyonu alınmıştır. Bu yıllar arasında her yılın Ocak ve Haziran aylarının 1-18 günleri çalışma günleri olarak seçilmiştir. Seçilen günlere göre sabit GNSS istasyonlarının 24 saatlik 30 sn RINEX verileri internet adreslerinden elde edilmiştir. Hız belirlenmesinde zaman ve çözümlenecek gün sayısı da önemli olduğundan dolayı günler 1 Ocak 2016'dan başlayarak birbirini takip eden beşer günlük kombinasyonlara ayrılarak 14 farklı kombinasyon oluşturulmuştur. Her kombinasyon günleri için 6, 12, 18, 24, 30, 36 ve 42 aylık 7 farklı dönemde ITRF96 2005.00 epoğunda hız değerleri ve ortalama hataları hesaplanmıştır. Hesaplanan bu değerlerin grafikleri elde edilmiştir. Çözümlemenin yapılmasında Bernese v5.2 bilimsel GNSS yazılımı kullanılmıştır.

Her kombinasyonda elde edilen 7 farklı dönem için hızlar ve ortalama hataları incelendiğinde zaman parametresinin oldukça önemli olduğu görülmüştür. Şekil 5-7 incelendiğinde; hızların yönlerinde de farklılıklar olduğu ve çok iyimser olmadığı tespit edilmiştir. Özellikle Şekil 7'de elde edilen hızlara baktığımızda  $V_X$  için -0.02270m ile 0.15046m,  $V_Y$  için -0.23523m ile -0.00126m,  $V_Z$  için 0.00428m ile 0.12501m aralığında değerler aldığı görülmüş ve hız bileşenlerinin güncel değerlerden çok farklı olduğu tespit edilmiştir. Bunların sebebi anten faz merkezi kayıklıkları, alıcının uydu izlemesinden kaynaklı, manyetik fırtınalar, hatalı anten faz modeli veya istasyon çevresinde çok yoğun multipath etkisinden kaynaklanan problemler olabileceği düşünülmektedir. 30 aya ait olan Şekil 9'da elde edilen sonuçlar incelendiğinde;  $V_X$  için -0.02564m ile -0.02369m,  $V_Y$  için -0.0016m ile -0.0001m,  $V_Z$  için 0.00320m ile 0.00592m aralığında, 36 aya ait olan Şekil 10'da elde edilen sonuçlar incelendiğinde;  $V_X$  için -0.02506m ile -0.02273m,  $V_Y$  için -0.00134m ile -0.00102m,  $V_Z$  için 0.00296m ile 0.00186m aralığında ve 42 aya ait olan Şekil 11'de elde edilen sonuçlar incelendiğinde;  $V_X$  için -0.02541m ile -0.02437m,  $V_Y$  için -0.00081m ile 0.00003m,  $V_Z$  için 0.00368m ile 0.00303m aralığında değerler aldığı tespit edilmiştir. Elde edilen değerler incelendiğinde aynı yönde ve güncel verilere yakın sonuçlar bulunmuştur. Yani zaman periyodu arttıkça daha doğru hız bileşenleri elde edildiği görülmüştür. Yine elde edilen RMS değerleri incelendiğinde Özdemir ve ark. [33] tarafından verilen şartları sağladığı ve sonuçların kabul edilebilir olduğu söylenir. Elde edilen hızlara ait olan Şekil 5-11'deki grafikler incelendiğinde doğrusal olması gerekirken Şekil 5-7'deki grafiklerin doğrusal olmadığı, farklı sonuçlar ortaya koyduğu ancak Şekil 8-11'deki grafiklerin doğrusal olduğu görülmüştür.

Yedi farklı dönemde hesaplanmış olan KAMN istasyonunun hızları, TUSAGA-Aktif tarafından yayınlanan ve Özdemir [34] tarafından yapılan çalışmadaki değerler ile karşılaştırılıp %95 güven aralığında istatistiksel teste tabi tutulmuştur. Elde edilen test sonuçlarına ait Tablo 3-9 incelendiğinde anlamlı olan sonuçlar koyu renk ile gösterilirken uyumlu olmayanlar ise kırmızı renk ile gösterilmiştir. Tablo 3-6'da bulunan 6, 12, 18 ve 24 aya ait sonuçların uyumlu olmadığı, Tablo 7'de bulunan 30 aya(2.5 yıl) ait elde edilen sonuçlarda  $V_X$  ve  $V_Y$  hız bileşenlerinin uyumlu olduğu, Tablo 8 ve Tablo 9'da bulunan 36 ay(3 yıl) ve 42 aya ait elde edilen sonuçlarda  $V_X$ ,  $V_Y$  ve  $V_Z$  hız birleşenlerinin uyumlu olduğu yani kabul edilebilir olduğu sonucuna varılmıştır. Bu taktirde hız bileşenleri yatayda 30 ay(2.5yıl), düşeyde ise 36 ay (3yıl)'dan itibaren daha uyumlu sonuçlar elde edilmiştir. Bu sonuç jeodezik yorumlama amacıyla üretilen hızların Blewitt ve Lavall'ee [15] tarafından önerilen 30 ay(2.5 yıl)'dan daha kısa verilerin analiz edilmemesi sonucu ile uyumlu olduğu görülmüştür.

Yapılan analizler ve karşılaştırmalar dikkate alındığında istasyonların hızlarını yüksek doğrulukta elde etmek için zaman parametresinin önemi anlaşılmıştır. Zaman süresi arttıkça elde edilecek olan hızların doğruluğu da artmaktadır. Bundan dolayı jeodezik amaçlı çalışmalarda yorum yapabilmek için hız bileşenleri elde edilirken en az 36 ay (3 yıl)'lık bir veri uzunluğuna ihtiyaç olduğu sonucuna varılmıştır.

## Yazarların Katkısı

Çalışmaya tüm yazarlar eşit oranda katkı sunmuştur.

## Çıkar Çatışması Beyanı

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

## Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı

Yapılan çalışmada araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur.

## Kaynaklar

- [1] Tekiç Rahmanlar S. 2019. Doğru Hız Kestirimi İçin Aylık GPS Kampanyalarının Performansı Üzerine Bir İnceleme. Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [2] Jeffrey C. 2010. An Introduction to GNSS. NovAtel Inc., 1st ed, Canada, 1-96.
- [3] Kahveci M. 2009. Gerçek Zamanlı Ulusal Sabit GNSS (CORS) Ağları ve Düşündürdükleri. Jeoinformasyon ve Arazi Yönetimi Dergisi, 100 (1): 13-20.
- [4] Pektaş F. 2010. Gerçek Zamanlı Ulusal ve Yerel Sabit GNSS Ağlarına Dayalı Kinematik Konumlama (TUSAGA-Aktif – İSKİ-UKBS Ağlarının Yerel Ölçekte Karşılaştırılması). Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [5] Raquet J. 1998. Development of a Method for Kinematic GPS Carrier-Phase Ambiguity Resolution Using Multiple Reference Receivers. PhD Thesis, University of Calgary, UCGE 20116.
- [6] Bülbül S. 2018. TUSAGA-Aktif Noktalarında Renkli Gürültülerden Arındırılmış Hız Bileşenlerinin Belirlenmesi. Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- [7] Niemeier W. 1985. Deformationsanalyse, Geodaetische Netze in Landes-und Ingenieurvermessung II, H. Pelzer (Hrsg.), Verlag Konrad Wittwer, Stuttgart, 559-623.
- [8] Cooper M.A.R. 1987. Control surveys in civil engineering. Nichols Pub Co, London, 1-381.
- [9] Caspary W.F. 2000. Concepts of network and deformation analysis. The University of New South Wales. Kensington, Australia, 1-195.
- [10] Nowel K. 2015. Robust estimation in analysis of control network deformations: Classical and new method. Journal of Surveying Engineering, 141 (4): 1-9.
- [11] Mercan H. 2006. GPS Sıklaştırma Ağlarının Değerlendirme Stratejileri. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [12] Feigl K.N., King R.W., Jordan T.H. 1990. Geodetic Measurements of Tectonic Deformation in the Santa Maria Fault and Thrust Belt California. JGR solid earth, 95 (B3): 2679-2699.
- [13] Şafak Ş. 2019. GNSS Hız Doğruluklarına Etki Eden Parametrelerin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Afyon.
- [14] Johnson H., Agnew D.C. 1995. Monument motion and Measurements of Crustal Velocities. Geophysical Research Letters, 22 (21): 2905-2908.
- [15] Blewitt, G., Lavall'ee D. 2002. Effect of Annual Signals on Geodetic Velocity. Journal of Geophysical Research, 107 (B7): ETG9-1/9-11.
- [16] Herring T. 2003. MATLAB Tools for Viewing GPS Velocities and Time Series. GPS Solutions, 7 (3): 194-199.
- [17] Şanlı D.U. 2002. GPS Zaman Serilerinin Analizi ve Türkiye İçin Değerlendirmeler, Türkiye Ulusal Jeodezi Komisyonu (TUJK) 2002 Yılı Bilimsel Toplantısı. Tektonik ve Jeodezik Ağlar Çalıştayı, 10-12 Ekim 2002, İznik, Bildiriler ve Konuşma Tutanakları Kitabı, 216-225.
- [18] King N.E., Svarc J.L., Fogleman E.B., Griss W.K., Clark K.W., Hamilton G.D., Stiffler C.H., Sutton J.M. 1995. Continuous GPS Observation Across the Hayward Fault. California, 1991-1994, Journal of Geophysical Research, 100 (B10): 20271-20284.
- [19] Şanlıoğlu İ., İnal C. 2004. IGS Ürünlerinin Tanıtımı, Igs Ürünlerine Erişim Ve Bir Uygulama. Selçuk Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu Teknik-Online Dergi, 3 (1): 26-40.
- [20] Zumberge J.F., Liu R., Neilan R.E. 1995. 1994 Annual Report., International GPS Service for Geodynamics. IGS Central Bureau, Jet Propulsion Lab., Pasadena, California, ABD.
- [21] IGS. 2021. <https://www.igs.org/network/#downloadable>. (Erişim Tarihi: 18.02.2021).
- [22] Yıldırım Ö., Bakıcı S., Cingöz A., Erkan Y., Güllal E.V., Dindar A.A. 2007. TUSAGA-Aktif (CORS TR) Projesi ve Ülkemize Katkıları. TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi, 30 Ekim – 2 Kasım, KTÜ, Trabzon.
- [23] Aktuğ B., Kurt M., Parmaksız E., Lenk O., Erkan Y., Aysezen Ş. 2011. Türkiye’de Sabit GNSS İstasyonlarının Tarihi ve Türkiye Ulusal Sabit GPS İstasyonları Ağı –Aktif (TUSAGA-Aktif).

- TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 13. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, 18-22 Nisan 2011, Ankara.
- [24] Eren K., Uzel T., Gülal E., Yıldırım O., Cingöz A. 2009. Cors-TR Ağında Kapsamlı Küresel Navigasyon Uydu Sistemi Testinin Sonuçları. *Etüt Mühendisliği Dergisi*, 135 (1): 1-10.
- [25] Yıldırım Ö., Mekik Ç., Bakıcı S. 2011. TUSAGA-Aktif(CORS-Tr) Sistemin Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğüne Katkıları. 13. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, 18-22 Nisan 2011, Ankara, 1-7.
- [26] Cankurt İ., Salgın Ö., Karan Z.S., İlbey A., 2019. Tusaga-Aktif (Cors-Tr) Sistemi İşletilmesi Ve Güncelleştirilmesi. TMMOB 6. Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi, 23-25 Ekim 2019, Ankara.
- [27] Gündüz A.M. 2019. TUSAGA-Aktif Noktalarının Deformasyon Belirlemede Kullanılabilirliği. Doktora Tezi, Konya Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Konya.
- [28] İnal C., Salgın Ö. 2008. Farklı GPS Yazılımları ile Değerlendirilen GPS Baz Uzunluklarının Bilinen Değerler ile Karşılaştırılması. *J. Fac. Eng. Arch. Selcuk Univ.*, 23 (2): 13-24.
- [29] Başçiftçi F. 2017. GNSS Veileri Kullanılarak İyonosfer Modelinin Oluşturulması ve Global Modellerle Karşılaştırılması. Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- [30] Wang G., Soler T. 2012. OPUS for Horizontal Subcentimeter-Accuracy Landslide Monitoring: Case Study in the Puerto Rico and Virgin Islands Region. *Journal of Surveying Engineering Asce*, 138 (1): 143-153.
- [31] Dach R., Lutz S., Walser P., Fridez P. 2015. Bernese GNSS Software Version 5.2. Switzerland. Astronomical Institute University of Bern, 1-858.
- [32] Dach R., the Bernese GNSS Software development team. 2013. Bernese GNSS Software: Processing Examples in Version 5.2. Astronomical Institute. University of Bern, Bern, 1-43.
- [33] Özdemir S., Cingöz A., Aktuğ B., Lenk O., Kurt M., Parmaksız E. 2011. Sabit İstasyon Verilerinin Analizi. TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 13. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı 18-22 Nisan 2011, Ankara.
- [34] Özdemir S. 2016. TUSAGA ve TUSAGA-Aktif İstasyonlarının Hassas Koordinat ve Hızlarının Hesaplanması Üzerine. *Harita Dergisi*, 155: 53-81.