

GPS Gözlem Süresinin Yüksek Doğruluklu Çalışmalarda Zaman Serileri Ve Hız Vektörleri Üzerine Etkisi

S. Serhan YILDIZ¹, A. Levent YAĞCI², Ali ÖZKAN³, Hakan YAVAŞOĞLU⁴, M. Uğur ALTIN⁵, Ergin TARI⁶

Özet

Kuzey Anadolu Fayı (KAF), dünyanın en aktif faylarından birisidir. Daha önceki çalışmalara göre, KAF yaklaşık olarak 20-24 mm/yıl kayma oranına sahiptir. Genel karakteristik olarak sağ yanal atımlı fay olan orta bölümü İstanbul'un 20 km güneyine kadar uzanmaktadır. Güneye doğru kayan içbükey kollar Kuzey Anadolu Fayı'nı oluşturmaktadır. Levha(plaka) hareketlerinin belirlenebilmesi için yapılan çalışmalarda doğruluk ve maddi koşullar göz önünde bulundurulursa GPS gözlem süresi çok büyük öneme sahiptir. Yeni bir çalışma olan "GPS Gözlem Süresinin Yüksek Doğruluklu Çalışmalarda Zaman Serileri ve Hız Vektörleri Üzerine Etkisi" İTÜ Araştırma Fonu ve TÜBİTAK tarafından destek alınarak 2001-2004 yılları arasında yapılan 4 kampanya GPS verileri kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Anahtar Sözcükler:

GPS/GNSS, Güvenilirlik, IGS, Zaman Serileri ve Hız Vektörleri, Gözlem Süresi.

Abstract

Effects of GPS Observation Duration On The Velocity Vectors And Time Series

The North Anatolian Fault (NAF) is one of the most active earthquake zones in the world. It is very long energetic strike slip systems around the world. According to previous studies, NAF has a slip rate of 20-24 mm/yr nearly. Central Part is the most important region of NAF which is a right lateral strike-slip fault and crosses Turkey east to west. It is extended about 20 km south of Istanbul. Southward splitting concave branches constitute NAF. The right-lateral slip is seen in these splines which are compared with Riedel fractures. Sungurlu, Merzifon and Lacin faults have significant splays. GPS observation time is so important in researches about determining the movement of plates because of accuracy and economic concerns. A new project "Effects of GPS observation duration on the velocity vectors and time series in the researches which high accuracy is necessary", founded by The Scientific and Technical Research Council of Turkey (TUBITAK) and Istanbul Technical University (ITU) Research Fund has been carried out in order to determine the most suitable observation time by using GPS from 2001 to 2004.

Keywords:

GPS/GNSS, Reliability, IGS, Time Series and Velocity Vectors, Observation Time.

1. Giriş

Yurdumuz deprem açısından oldukça aktif bir bölgede bulunmaktadır. Yurdumuzu da içine alan bu aktif bölge "Akdeniz-Himalaya deprem kuşağı" olarak adlandırılmakta

ve Cebelitarık'tan başlayarak Endonezya'ya kadar uzanmaktadır. Yurdumuzda, son olarak 17 Ağustos 1999 da İzmit ve 12 Kasım 1999 da Düzce depremleri ile bu aktivite kendini göstermiş, maddi ve manevi ağır hasarlar vermiştir. 1999 yılından bu yana hasarı az aletsel büyüklüğü küçümsemeyecek bir çok deprem meydana gelmiştir. Yaşanan depremlerin Kuzey Anadolu Fayı (KAF) üzerinde gerçekleşmesi, bu fay hakkında daha fazla verinin toplanması ve daha fazla bilgi edinilmesi gerektiğini ortaya çıkarmıştır. 20. yüzyılın son çeyreğinde uzay jeodezisinin de gelişmesi ile jeodezi bilimi de levha hareketlerinin belirlenmesinde önemli roller üstlenmiştir. İlk olarak 1970'li yılların başlarında uygulanan VLBI (Very Long Baseline Interferometry – Çok Uzun Bazlı İnterferometri) ve SLR (Satellite Laser Ranging – Uydulara Lazerle Uzaklık Ölçmeleri) teknikleri ile küresel ölçekte birbirinden kilometrelerce uzakta herhangi iki noktanın üç boyutlu konumlarının doğruluğu santimetreden milimetreye inmiştir. Fakat VLBI ve SLR tekniklerinin gerek yüksek maliyeti gerekse istenen her yerde ölçme yapma imkanının olmaması nedeni ile bu teknikler yerini GPS (Global Positioning System – Küresel Konumlama Sistemi) tekniğine bırakmıştır.

GPS tekniği, 24 saat istenilen yerde her türlü hava koşullarında ölçme yapılabilmesi, aşırı insan gücüne ihtiyaç duyulmaması, düşük maliyeti ve taşınabilir ekipmanlardan oluşmaması sebebi ile diğer tekniklerden üstündür. Ayrıca uygun ölçme yöntemi ve veri işleme yazılımları kullanıldığı zaman santimetre altında doğruluklu sonuçlar vermektedir. VLBI ve SLR tekniklerinden, büyük ölçekteki kabuk hareketlerinin modellenmesinde, yer kabuğunda diğer gezegenler, ay ve güneş etkisi ile oluşan gelgitlerin belirlenmesinde, yerin dönme ve gravite parametrelerinin belirlenmesinde faydalanılmaktadır. Bu iki teknik ile üretilen veriler GPS tekniğinde altlık olarak kullanılarak istenilen doğruluğa ulaşılmaktadır. Tüm bu sebeplerden dolayı GPS teknolojisi sadece kabuk hareketlerinin belirlenmesinde değil diğer jeodezik amaçlar için de çok sık kullanılır olmuştur.

Yapılan çalışmalarda elde edilmek istenen sonucun, büyük ölçekteki levhalar referans alınarak küçük ölçekteki levhaların hareketlerinin belirlenmesi olduğu düşünüldüğünde ve elde edilen verilerin doğruluk kalitelerine bakıldığında jeodezik uzay teknikleri ve özellikle GPS tekniği levha hareketlerinin belirlenmesi için en uygun teknik olarak ortaya çıkmaktadır (Yavaşoğlu, H., 2003).

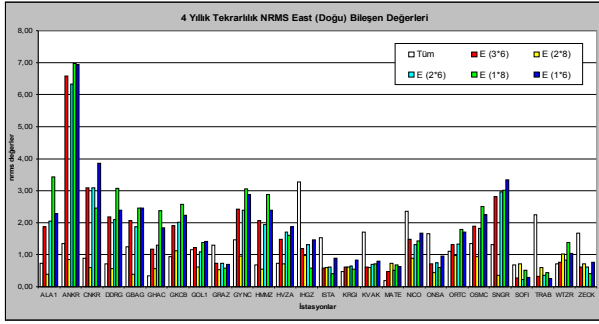
Çalışmanın uygulama bölümü Kuzey Anadolu Fayının Sungurlu, Merzifon ve Laçın içbükey kollarını da içeren orta kısmında 2001, 2002, 2003 ve 2004 yıllarında

¹ Arş.Gör., İTÜ, Geomatik Mühendisliği Bölümü. Maslak İstanbul

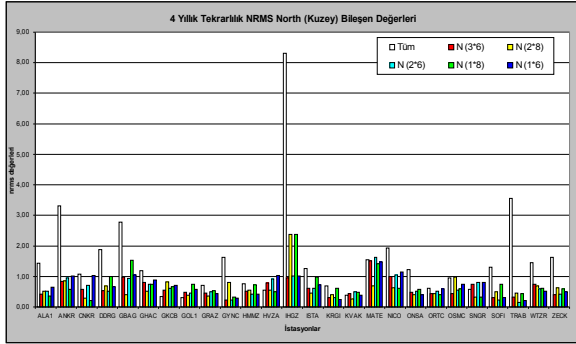
² Yük. Müh., George Mason University, Department of Geography and Geoinformation Science. Fairfax USA

³ Yük. Müh., TÜBİTAK, Marmara Araştırma Merkezi, Yer ve Deniz Bilimleri Enstitüsü. Gebze Kocaeli

⁴ Arş.Gör., ⁵ Arş.Gör., ⁶ Prof.Dr., İTÜ, Geomatik Mühendisliği Bölümü. Maslak İstanbul



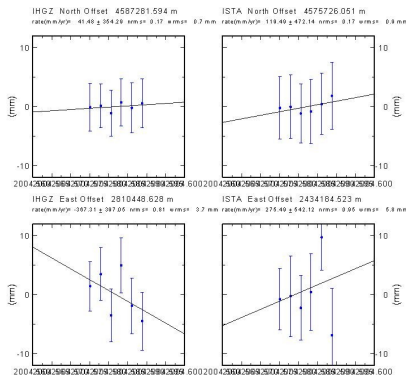
Şekil 4: Dört Yıllık Tekrarlılık NRMS Doğu Bileşen Değerleri



Şekil 5: Dört Yıllık Tekrarlılık NRMS Kuzey Bileşen Değerleri

Tüm grafiklere bakıldığında en iyi sonuçlar IGS istasyonlarıdır. Bunun sebebi yaklaşık nokta koordinatlarının çok iyi bilinmesi ve 24 saatlik verilerin değerlendirilmede kullanılmış olmasıdır.

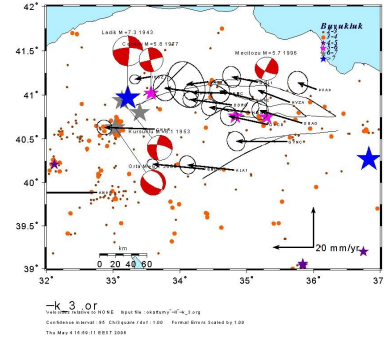
Ölçme sürelerinin doğruluğa etkisi OKAF GPS ağı içinde sürekli veri alınan istasyonlarda (IHGZ, SNGR, ALA1) daha açık görülmektedir. Bunun sebebi sürekli istasyonların verileri, 24 saatlik veriler halinde değerlendirmeye katılmıştır. İhsangazi (IHGZ) ve İstanbul (İSTA) istasyonlarının 2004 yılına ait 6 günlük gözlemlerden elde edilen tekrarlılıkları aşağıdaki şekilde (Şekil 6) gösterilmektedir.



Şekil 6: Günlük Zaman Serisi Örneği

Hız farklarının yorumlanması amacıyla hız bileşenleri grafiği (Şekil 7) incelendiğinde bütün çözümlerin yön itibarıyla tutarlı olduğu gözlenmektedir. Bu bağlamda yapılan

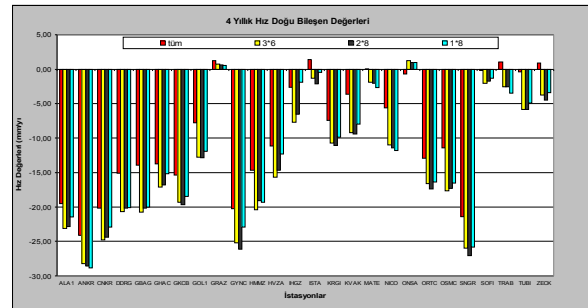
çalışmanın beklenen Anadolu'nun Batı'ya kaçışı sonucunu gösterdiği söylenebilir (Yavaşoğlu, 2003).



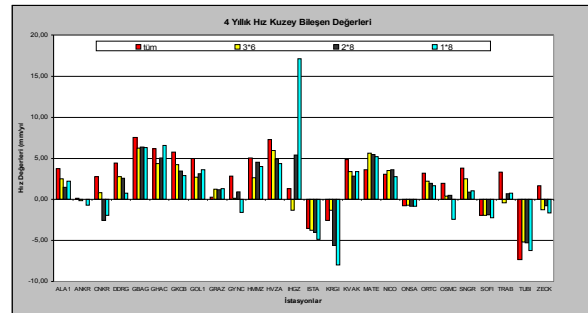
Şekil 7: OKAF noktalarında 3g*6s=18 saatlik verilerin 4 yıllık hız vektörleri

Hız büyüklükleri arasında, Kuzey Anadolu Fayı'nın kuzeyi ve güneyi arasında hız farkı olduğu bileşke hızlardan görülmektedir (Yavaşoğlu, 2003). Bileşke hızlar arasında "tüm" sonuçlar ile diğer çözümler (3g*6s=18 saatlik, 2g*8s=16 saatlik, 1g*8s=8 saatlik) arasında yaklaşık 5 mm/yıl'a varan farklar göze çarpmaktadır (Şekil 8 ve Şekil 9). Bu farklar Kuzey Anadolu Fayı'nın hem güneyinde ve hem de kuzeyindeki noktalarda görülmektedir.

IGS noktalarının çözümlerinin wrms, nrms ve hız değerleri açısından yapılan tüm çözümler için tutarlı olduğu sonucuna varılmıştır. Bu noktadan hareketle çözümlerin iyi olduğu yorumu yapılabilir.



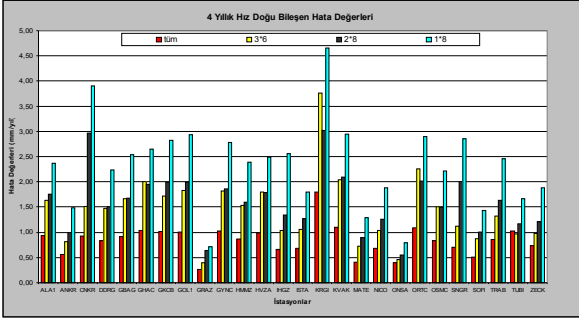
Şekil 8: Dört Yıllık Hız Doğu Bileşen Değerleri



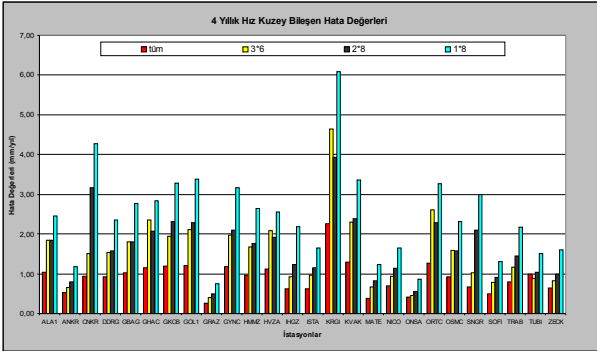
Şekil 9: Dört Yıllık Hız Kuzey Bileşen Değerleri

Hız bileşenlerinin hata değerleri grafiği (Şekil 10 ve Şekil 11) incelendiğinde, beklenen sonuç olan "gün içinde

az miktarda ölçünün büyük hata değerine sahip olması” gözlenmiştir. Bundan dolayı en iyi sonuçlar “tüm” ölçülerde bulunmaktadır, daha sonraki sıralama ise sırasıyla $3g*6s=18$ saatlik, $2g*8s=16$ saatlik, $1g*8s=8$ saatlik şeklindedir.



Şekil 10: Dört Yıllık Hız Doğu Bileşen Hata Değerleri



Şekil 11: Dört Yıllık Hız Kuzey Bileşen Hata Değerleri

Bu çalışmada GPS gözlemlerinde, önemli bir parametre olan tekrarlılıklar ve gözlem süreleri arasındaki ilişkiler incelenmiştir. İnceleme Kuzey ve Doğu bileşenleri üzerinde yoğunlaşmıştır. Bunun sebebi, yatay bileşenin tartışılmasıdır.

Yapılan çalışma ile GPS gözlem sürelerinde aynı gün içerisinde elde edilen sürekli verilerin farklı günlerde ve toplamda eşit sürede elde edilen verilerden daha iyi sonuç verdiği belirlenmiştir.

Kaynaklar

Herring, T. A.: **Global Kalman Filter VLBI and GPS Analysis Program Version 4.1 Internal Memorandum**, Massachusetts Institute of Technology, ABD. 1998

King, R. W. And Bock, Y.: **Documentation for the GAMIT Analysis Software, release 9.7**, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, ABD. 1998

Yavaşoğlu, H.: **Kuzey Anadolu Fayının Orta Bölümünün Kinematığının 2001 ve 2002 GPS Ölçmeleri ile Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi**, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul. 2003

Yıldız, S.S., Yağcı, A. ve Özkan, A.: **GPS Gözlem Sürelerinin Yüksek Doğruluklu Çalışmalarda Zaman Serileri ve Hız Vektörleri Üzerine Etkisi, Lisans Bitirme Projesi**, İ.T.Ü. Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Bölümü, İstanbul. 2006

Yıldız, S. S., Yağcı, A., Ozkan, A., Yavasoglu, H., Altin, M. U., Torun, M. K., Korkmaz, N., Tari, E., Sahin, M.: **Effects of GPS Observation Duration on the Velocity Vectors and Time Series**, International Symposium of Modern Technologies, Education and Professional Practice in Geodesy and Related Fields, Sofia. 2006