

# Türkiye Ulusal Sabit GPS İstasyonları Ağı (TUSAGA)

A. Kılıçoğlu, A.İ. Kurt, S. Tepeköylü, A. Cingöz, E. Akça

Harita Genel Komutanlığı Jeodezi Dairesi Uzay Teknikleri Şubesi, 06100 Dikimevi/ANKARA,

✉ [akilicoglu@hgk.mil.tr](mailto:akilicoglu@hgk.mil.tr)

**Özet.** Türkiye Ulusal Sabit GPS İstasyonları Ağı (TUSAGA) projesinin başlıca amacı; Türkiye’de gerçekleştirilecek tüm GPS çalışmalarında referans koordinat sistemi belirsizliğini giderecek sabit nokta hizmeti vermek ve bunun yanında, uygun donanımlarla teçhiz edildiğinde, anlık veya yakın gerçek zamanlı DGPS düzeltme verileri üretmek askeri ve sivil kullanıcılar için duyarlı konumlama ve navigasyon imkanı ortaya koymaktır.

SGPS istasyonlarında sürekli yapılan gözlemler sayesinde, her gün için yeni nokta koordinatları hesaplanabilmektedir. Harita üretimi amaçlı nokta sıklaştırma çalışmalarının çevredeki sabit GPS istasyonlarına dayandırılması ile bir deprem sonrasında yapılan GPS çalışmalarında ölçülerin dayanabileceği ve koordinatları güncel noktalar her an mevcut olacaktır. Bu sayede tekrar deprem olan bölgeye gidilip referans alınacak GPS noktalarının ölçülmesi, hesabı, ölçüm yapılan noktalarda meydana gelen değişikliklerin belirlenmesi ve ölçüm yapılmayan noktalar için düzeltme miktarlarının modellenmesi gibi çok zaman, kaynak ve emek alıcı işlemler ortadan kalkacaktır. Sonuç olarak; Türkiye’deki mevcut nirengi ağlarının harita ve kadaströ amaçlarıyla periyodik olarak ölçülmesine büyük ölçüde gerek kalmayacaktır.

Harita Genel Komutanlığının 1999 yılında başlatılan TUSAGA projesi kapsamında tüm Türkiye’ye dağılmış SGPS istasyonlarının kurulmasına başlanmıştır. Kurulması planlanan istasyonlardan 13 adedi faal hale getirilmiştir. Aralık 2003 tarihine kadar da üç istasyonun daha kurulması planlanmıştır.

**Anahtar kelimeler.** TUSAGA, Sabit GPS istasyonu, zaman serileri.

**Abstract.** The main objective of the Turkish National Permanent GPS Network (TNPNG) project is to serve as permanent GPS sites in order to solve the datum definition in reference coordinate system at any GPS project that would be done all over Turkey. Along with this purpose, when the stations are equipped with appropriate hardware, military or civilian users will have gotten the possibility of getting real time or near real time

DGPS corrections for precise positioning and navigation.

By means of continuous observations at the permanent GPS sites, daily coordinates of the sites can be produced. By using permanent GPS sites with the other triangulation sites at GPS campaigns, it would be possible to have the updated coordinates of the triangulation points just after an earthquake. By the help of this, a lot of time wasting works like repeated observations at reference GPS points after earthquakes, calculation procedures, determination of variations at observed sites and modelling studies at unobserved sites will last. As a result, present triangulation networks in Turkey will not need to be observed periodically for cadastral purposes anymore.

Permanent GPS stations spreaded all over Turkey are started to be established in the content of the TNPNG project of the General Command of Mapping in 1999. 13 stations of to be established were brought to be active now and it is planned to establish 3 more stations by the end of 2003.

**Keywords.** TNPNG, Permanent GPS station, time series.

## 1 Giriş

GPS Amerika Birleşik Devletleri Savunma Bakanlığı tarafından dünyanın her yerinde askeri amaçlı olarak konum belirleme gayesiyle tesis edilmiş uydu bazlı bir konumlama sistemidir. Fakat son yıllarda GPS’in kalkınma amaçlı kullanım alanları askeri amacının çok ötesine taşınmıştır. Bugün dünyada haritacılar başta olmak üzere konum bilgisine ihtiyacı olan tüm bilim dalları ve iş kolları hızlı ve doğru konum bilgisi elde etmek üzere GPS’i kullanmaktadır. GPS askeri amaçlı konum belirlemenin yanında kalkınma amaçlı kullanım olarak yer bilimleri çalışmaları, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) için veri toplama, jeodezik ölçme, navigasyon ve ulaşım, uzaktan algılama, çevre çalışmaları, hidroloji ve tarım alanlarında kullanılmaktadır.

Bu amaçlara yönelik olarak tüm dünyada 365 gün 24 saat veri toplayan Sabit GPS (SGPS) istasyonları bulunmaktadır. İstasyonlarda toplanan veriler kullanıcılara belli bir ücret karşılığı veya bedelsiz olarak internet üzerinden sunulmaktadır.

SGPS istasyonlarının haritacılık sektörü açısından önemi şöyle açıklanabilir; Türkiye coğrafi konumu itibarı ile üç adet yer kabuğu plakasının kesişim yerinde bulunmaktadır. Bu plakaların hareketleri neticesinde Türkiye sınırları içerisindeki her noktanın konumu değişmektedir. Bu yer değiştirmenin yönü ve şiddeti noktanın coğrafi konumuna bağlı olarak değişmekle birlikte yıllık ortalama 2.5 cm. civarındadır.

Harita yapımına esas olmak üzere nirengi noktaları tesis edilmektedir. Nirengi noktaları taşınmazların koordinatlarının belirlenmesi nedeni ile Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü ve ilgili diğer kurumlar tarafından da kullanılmaktadır. Bu kurumlar üretilen yeni nirengi noktalarının koordinatlarının mevcut ağa bağlanması koşulunu aramaktadır. Bu nedenle her an koordinatı güncel referans noktalarına ihtiyaç duyulmaktadır. Bir nirengi noktasının yerinin yılda 2.5 cm. değiştiği göz önüne alınırsa 10 yılda 25 cm. 100 yılda 2.5 m. yer değiştireceği sonucu ortaya çıkmaktadır. Ayrıca depremler nedeniyle de nirengi noktalarının konumlarında depremin büyüklüğüne bağlı olarak 2-3 m.'ye varan yer değiştirmeler meydana gelebilmektedir. Bu sonuç nirengi noktalarının koordinatlarındaki yer değiştirmelerin sürekli olarak izlenmesi gereksinimini ortaya çıkarmaktadır. Yani nirengi noktalarının bir kez ölçülmesi ile iş sona ermemektedir. Bu nedenle şu anda kullanılmakta olan nirengi ağlarının periyodik olarak tekrardan ölçülmesine gereksinim duyulmaktadır. Bütün dünyada periyodik olarak nirengi noktalarının ölçüleri yenilenecek koordinatları güncellenmektedir. Bu yenileme esnasında bütünü temsil eden örnek bir nirengi grubu ölçülerek diğer nokta koordinatlarına gelecek düzeltmeler hesaplanabilmektedir. Fakat Türkiye gibi üç plakanın kesişme yerinde bulunan bir ülkede daha fazla sayıda nirengi noktasında ve daha kısa periyotlar ile bu ölçümlerin tekrarlanmasına gereksinim duyulmaktadır.

Türkiye Sabit GPS İstasyonları Ağı (TUSAGA), Türkiye genelinde dağılmış noktalarda 365 gün 24 saat kesintisiz olarak askeri ve sivil kullanıma yönelik jeodezik ve jeodinamik amaçlar

doğrultusunda uydu bilgileri toplayan "sabit GPS istasyonlarından" oluşan bir ağıdır. Halen mevcut ve Harita Genel Komutanlığı tarafından işletilen ve hesaplamalarda kullanılan TUSAGA istasyonların dağılımı Şekil-1' de verilmektedir.

Sabit GPS noktasında sürekli GPS verileri toplamak, jeodezik ve jeodinamik amaçlar doğrultusunda hesaplamalar yapmak, yer kabuğu hareketlerine yönelik kinematik modelleme çalışmalarını gerçekleştirmek projenin amaçlarıdır.

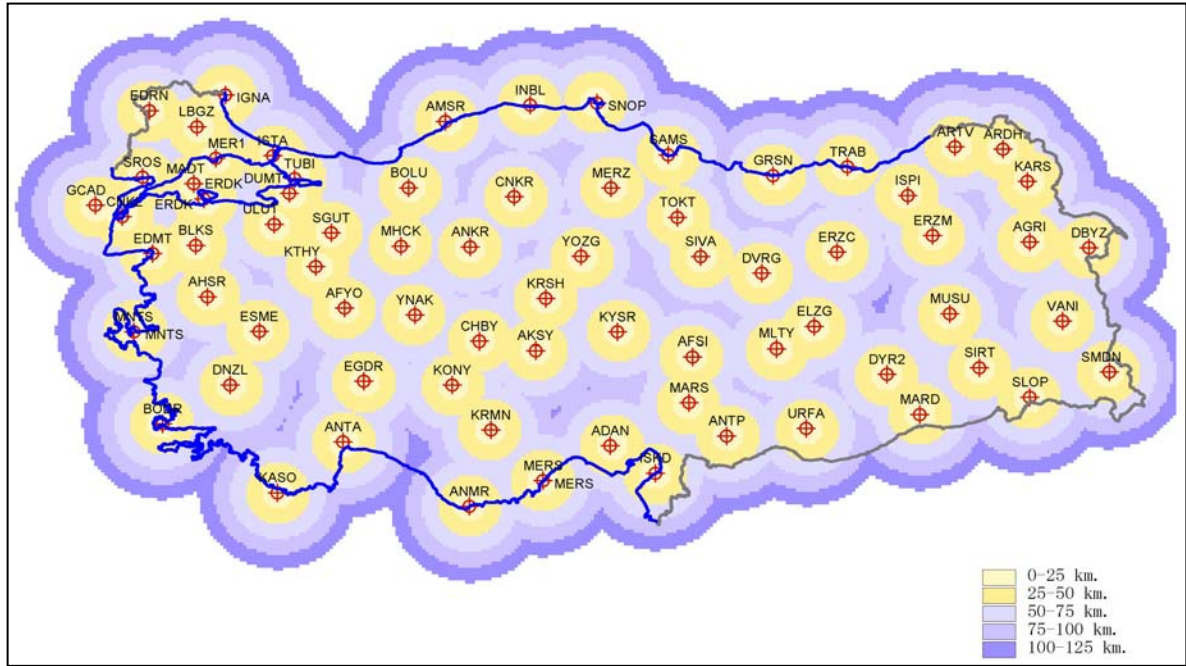
## 1.1 TUSAGA ile Yapılan Uygulamalar

- Jeodezik çalışmalar için gereksinim üst düzey referans ağı olarak hizmet verilecektir.
- Kinematik modelleme ile Türkiye ve çevresinde mevcut tektonik aktivitenin sürekli izlenmesi sağlanacaktır.
- Bölgesel (kampanya bazlı) GPS ölçme çalışmalarında referans nokta olarak kullanılması suretiyle zaman, personel ve alet tasarrufu yapılacaktır.
- Konumlama ve elektronik haberleşme çalışmalarında kullanılmak üzere bölgesel iyonosferik modellendirme çalışmaları gerçekleştirilebilecektir.
- Normal kullanım şekliyle gözlem sonrası modunda; uygun donanımlar ile teçhiz edilmesi durumunda da gerçek zamanda (DGPS); yer bilimleri çalışmalarına, CBS, yerel kadastral uygulamalarına yönelik veri sunumu gerçekleştirilecektir.
- Harita Genel Komutanlığının bu zamana kadar gerçekleştirdiği askeri ve sivil projelere yönelik GPS çalışmalarında uygulanan pasif (belirli süreçler dahilinde) veri toplama şeklini aktif ve sürekli yapıya dönüştürerek, gerçek zamanda ve duyarlı 3 boyutlu konum, ham ve hesaplanmış veri sağlamak ve Diferansiyel GPS (DGPS) hizmeti sunmaktır.

Uluslararası GPS Servisi (IGS) standartlarında 24 noktadan oluşan bir ulusal sabit GPS istasyonları ağı ilk aşamada hedeflenmiştir. Yakın gelecekte bu ağdaki nokta sayısının 75 olması planlanmaktadır. Planlanan yeni ağ Şekil-2 'de gösterilmiştir.



Şekil 1. Halen mevcut Türkiye Ulusal Sabit GPS İstasyonları Ağı (TUSAGA)



Şekil 2. Planlı Türkiye Ulusal Sabit GPS Ağı

## 1.2 Yeni Nokta Seçim Kriterleri

Yeni nokta seçiminde her 1:250 000 ölçekli paftada en az bir adet sabit istasyon olacak şekilde planlama yapılmıştır. Bu durumda sabit istasyonlar arası mesafe 100-130 km arasında değişmektedir.

Yeni noktaları TAFICS hatlarının olduğu yerlerde planlamaya gayret edilmiştir. TAFICS, Türk Silahlı Kuvvetleri Entegre Muhabere Sistemi olup sabit istasyonlardan veri transferi için kullanılması düşünülmektedir. 1991 yılından bu tarafa TUSAGA kapsamında faaliyetini sürdüren sabit GPS istasyonları Tablo-1’de gösterilmiştir. Bu istasyonlarda kullanılan alıcı anten tipleri Tablo-2’de gösterildiği gibidir.

**Tablo-1.** TUSAGA Kapsamında Faaliyetini Sürdüren Sabit GPS İstasyonları

NOKTA	TARİHİ	SORUMLU KURUM	KATKIDA BULUNAN KURUM
ANKARA	1991	HGK	BKG
DİYARBAKIR	1997	HGK/ DİCLE Ü.	MIT/ UNAVCO
GEBZE	1998	EMSRI	EMSRI
İSTANBUL	1999	ITU	BKG
TRABZON	1999	KTU	BKG
MERSİN	2000	ODTU/ HGK	MIT/ UNAVCO
ERDEK	2002	HGK/ EMSRI	HGK/ EMSRI
KONYA	2003	HGK	COMET/ SELÇUK Ü.
MİHALIÇCIK	2003	HGK	COMET
EŞME	2003	HGK	COMET
AKHİSAR	2003	HGK	COMET
MENTEŞ	2003	HGK	COMET
ANTALYA	2003	HGK	ESEAS-RI

**Tablo-2.** TUSAGA İstasyonlarındaki GPS Alıcı ve Anten Bilgileri

ALICI TİPİ	ANTEN MODELİ	TUSAGA İSTASYONU
TURBO ROGUE SNR 8000	AOA/DORNE MARGOLIN T	ANKR, MERS, DYR2
TRIMBLE 4000 SSI	TRIM29659.00 D_M	TUBI, ERDT, KNYA
ASHTech Z-XII3	ASH700936D_M	ISTA, TRAB
TRIMBLE 4700	ZEPHYR GEODETIC	MIHA, ESME, AKHI, MNTS
ASHTech UZ-12 iCGRS	ASH701945E_M SNOW	ANTA

## 2 TUSAGA Analizleri

TUSAGA istasyonlarının günlük GPS çözümleri IGS final yörünge bilgilerinin elde edilmesini müteakip GAMIT/GLOBK yazılımı ile gerçekleştirilmektedir. Günlük lokal çözümler global çözümlerle(h\_files) birleştirilerek birbirleriyle tutarlı bir referans sistemindeki günlük çözümlerden zaman serileri üretilmektedir. Günlük zaman serilerinden; İntersismik analizler, Kosismik analizler, Postsismik analizler, Spectral analizler gerçekleştirilmektedir.

TUSAGA istasyonlarının zaman serilerinden trend geçirilerek noktaların intersismik hızları hesaplanmaktadır. TUSAGA noktalarından TUBİTAK (TUBI) noktasının 17 ağustos depremi esnasında faal olması sebebi ile deprem anı zaman seri lerinde görüntülenebilmiş ve deprem sonrası meydana gelen kosismik ve postsismik atılımların modellenmesi mümkün hale gelmiştir.

Bu amaçla TUBI noktasının deprem öncesinde ve sonrasındaki zaman serilerinden intersismik hızı elimine edilerek kesişme parametreleri hesaplanmıştır. Deprem öncesi ve sonrasına ait bu iki parametrenin farkı kosismik ve postsismik atılımın toplamıdır. Post-sismik etki verilere, logaritmik, üstel, power-law fonksiyonlarının uydurulması ile tespit edilmektedir. Sabit GPS istasyonlarının verilerinden yapılan analizlerden biri de spektral analiz yöntemleri ile zaman serilerindeki periyodik bileşenlerin araştırılmasıdır. Periyodik etkiler; referans sisteminden kaynaklanabileceği gibi, sismik etkiler, mevsimsel hava koşullarının bir sonucu da olabilir. Bu amaçla TUSAGA istasyonlarının rastgele bir veri niteliğindeki zaman serilerinin Güç Spektrumları incelenmektedir