

# C099F9P-F9P-F9H Moving Base Application Raporu

Atahan Yenipınar

August 22, 2025

## 1 Moving Base ve Rover

İlk olarak RTK uygulamalarında gördüğümüz base, moving base ve rover station kullanımlarına bir açıklık getirelim. Dökümantasyonda RTCM datasını ileten modül base, hareketli olan araçtaki modül ise rover olarak adlandırılmaktadır. Bizim amaçladığımız moving base uygulamasında ise, adı üzerinde araçla beraber hareket eden F9P modülü moving base, F9H modülü ise rover olarak adlandırılmaktadır. Görselde olduğu gibi, moving base’imiz de yer istasyonumuzla pozisyon bilgisi için haberleşmeye devam etmektedir.

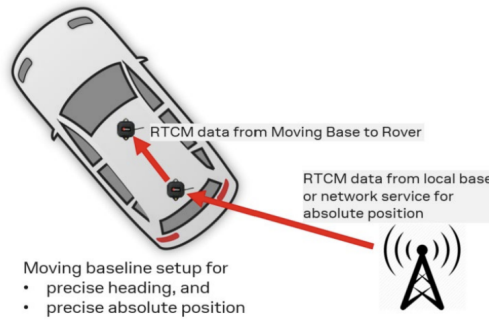


Figure 1: Örnek Moving Base Uygulaması

### 1.1 Baseline Uzunluğu

Dökümantasyonda otonom araçlarda hassas heading performansı için baseline’ımızın 1-3 m arası olması gerektiği belirtilmiş. Kullanım alanlarına göre önerilen baseline uzunluğunun değişmesinden dolayı, daha kısa uzunlukların kullanılması büyük bir sorun olacak gibi görünmüyor. Ancak bu durumun hassasiyeti etkileyebileceğinin hesaba katılması gerekir.

Application	Key data	Number of GNSS receivers	Baseline length and type
Drone attitude and heading determination	Roll, pitch and yaw	3	Fixed baseline, 20-30 cm
Drone “follow me” sport and filming applications	Heading, relative position	2	Several meters
Precise ship navigation	Heading	2	Fixed baseline, up to 100 m
Automotive vehicle heading determination	Heading	2	Fixed baseline, 1-3 m
Antenna attitude measurement and control	Heading / attitude	2	Fixed baseline, 10-50 cm

Figure 2: Uygun Baseline Uzunlukları

### 1.2 F9P ile F9H Arasında Kullanılması Gereken Mesaj Tipleri

Heading bilgisi için moving base’imizden rover’a RTCM3 düzeltme mesajlarını iletmemiz gerekiyor. İlk olarak RTCM 4072.0 (PVT) mesajının her halükarda F9P’den F9H’a iletilmesi gerekiyor. Eğer

sürümümüz HPG 1.12 veya daha eskiyse RTCM 4072.1 mesajını da kullanmamız gerekmekte. Ancak dökümantasyonda HPG 1.13 veya daha yeni sürümler kullanılıyorsa RTCM 4072.1 mesajına gerek kalmadığı belirtilmiştir.

Bunların yanında farklı GNSS sistemlerinin düzeltmelerini içeren MSM4 ve MSM7 mesajları da bulunuyor. İki mesaj tipinden hangisinin kullanılacağına projenin koşullarına göre karar verilebilir. Ancak sürümümüz HPG 1.12 veya daha eskiyse, moving base uygulaması için MSM7 mesajlarının kullanılması zorunludur.

Modülü konfigüre ederken sadece kullanılacak mesaj tiplerinin çıktı olarak verilmesi gerekir. Örneğin MSM4 mesajları kullanılacaksa MSM7 mesajlarının yayınlanmaması gerekir, yayınlanması karışıklığa sebep olabilir. İki mesaj tipinin farklarından detaylıca aşağıda bahsedilecektir. Bunlara ek olarak eğer GLONASS verileri kullanılıyorsa RTCM 1230 mesajının da kullanılması gerektiği belirtilmiştir. Kullanılması önerilen tüm mesaj tipleri aşağıda maddelenmiştir.

MSM4 kullanılacak ise:

- RTCM 4072.0 Reference station PVT information
- RTCM 4072.1 Additional reference station (Only valid with firmware version HPG 1.12)
- RTCM 1074 GPS MSM4
- RTCM 1084 GLONASS MSM4
- RTCM 1094 Galileo MSM4
- RTCM 1124 BeiDou MSM4
- RTCM 1230 GLONASS code-phase biases

MSM7 kullanılacak ise:

- RTCM 4072.0 Reference station PVT information
- RTCM 4072.1 Additional reference station (Only valid with firmware version HPG 1.12)
- RTCM 1077 GPS MSM7
- RTCM 1087 GLONASS MSM7
- RTCM 1097 Galileo MSM7
- RTCM 1127 BeiDou MSM7
- RTCM 1230 GLONASS code-phase biases

### 1.3 Yer İstasyonu(C099-F9P) ve Moving Base(F9P) Arasında Kullanılması Gereken Mesaj Tipleri

Heading ve pozisyon tespiti uygulamaları için neredeyse aynı mesajlar kullanılır, sadece bir tanesi farklıdır. MB uygulamalarında hareketli istasyonun anlık pozisyon, hız ve zaman bilgilerini ileten RTCM 4072.0 mesajının yerine, sabit olan C099'umuzun sabit pozisyon bilgilerini ileten RTCM 1005 mesajlarını kullanmamız gerekir. Bu mesaj statik olduğu için duruma göre daha düşük rate'lerde yayınlanabilir.

Bunlara ek olarak heading tespitinde olduğu gibi MSM4 veya MSM7 düzeltme mesaj gruplarından birinin kullanılması gerekiyor. Kullanılması önerilen tüm mesaj tipleri aşağıda maddelenmiştir.

MSM4 kullanılacak ise:

- RTCM 1005 Stationary RTK reference station ARP
- RTCM 1074 GPS MSM4
- RTCM 1084 GLONASS MSM4
- RTCM 1094 Galileo MSM4
- RTCM 1124 BeiDou MSM4
- RTCM 1230 GLONASS code-phase biases

MSM7 kullanılacak ise:

- RTCM 1005 Stationary RTK reference station ARP
- RTCM 1077 GPS MSM7
- RTCM 1087 GLONASS MSM7
- RTCM 1097 Galileo MSM7
- RTCM 1127 BeiDou MSM7
- RTCM 1230 GLONASS code-phase biases

## 2 C099-F9P ile F9P Arası Veri İletiminin Optimize Edilmesi

İlk seçenek olarak eğer modüller arası MSM7 mesajları kullanılıyorsa, bunlar uygun sürümler güncellenerek(HPG 1.13) MSM4 mesajları kullanılabilir. Aşağıda MSM4 ve MSM7 mesajlarının detaylı bir karşılaştırması bulunmaktadır. Eğer bu da yeterli değilse başka olası çözüm fikirleri aşağıda belirtilmiştir.

### 2.1 MSM4 ve MSM7 Karşılaştırması

MSM7 ve MSM4 mesajları arasındaki en temel fark, taşıdıkları verilerin detayları ve boyutlarıdır. MSM7 mesajları MSM4'den daha detaylı bilgiler taşıdığı için boyut olarak nispeten daha büyüktür. Bu boyut farkından dökümantasyonda tam olarak bahsedilmediyse de, MSM7'nin yaklaşık yüzde 40 oranında daha büyük olduğu tahmin edilmektedir. MSM7 mesajları bu sebeplerden dolayı daha hassas tespitler yapabilmekte, fakat forumdaki görüşlere göre MSM4 de gayet yeterli bir performans verebilmektedir. Bu mesajların boyutu uygulamadan uygulamaya göre değişkenlik gösterse de yine forumda anlatılanlara göre MSM4 mesajlarının her biri yaklaşık olarak 100-150 byte büyüklüğündedir.

### 2.2 Statik RTCM 1005 ve RTCM 1230 Mesajlarının Az Sıklıklarla Gönderilmesi

Dökümantasyonda ve forumlarda her zaman RTCM 1074 GPS mesajının kritik olarak iletilmesi gerektiği belirtilmiştir. Anlık olarak değişen diğer GNSS sistemlerinin düzeltme verilerinin de düzenli iletilmesi büyük önem arz eder. Ancak içeriği çok değişiklik göstermeyen bazı mesajların da aynı sıklıkla gönderilmesi her zaman gerekli olmayabilir.

#### 2.2.1 RTCM 1005 Mesajlarının Az Sıklıklarla Gönderilmesi

Sabit istasyonun konum bilgilerini ileten statik RTCM 1005 mesajının diğer mesajlar kadar sık gönderilmesine gerek yoktur. İstasyonun konumu değişmeyeceğinden belki de mesajın bir kere alınması bile RTK hesabı için yeterli olabilir.

#### 2.2.2 RTCM 1230 Mesajlarının Az Sıklıklarla Gönderilmesi

RTCM 1230 mesajı GLONASS uydularının kod-faz değişkenlerini düzeltmek için kullanılır. Eğer GLONASS kullanılıyorsa bu mesaj hayati öneme sahiptir,yayınlanmazsa hassas sonuçlar alınamayabilir. Forumda bir kullanıcı, bu mesajın statik olduğundan sık aralıklarla gönderilmesine gerek olmadığını belirtmiş. RTCM 1230'un boyutu 10 byte civarlarında olduğu için, bu yöntemin büyük bir etkisi olacağı beklenmese de alternatif bir çözüm olarak kullanılabilir.

### 2.3 Mesaj Paketlerini Küçük Parçalara Ayırmak

U-blox forumunda bir kullanıcı bant genişliğini azaltmak için çözüm önerisi olarak RTCM mesajlarını küçük parçalara bölüp iletilebileceğini öne sürmüştü. Açıklamak gerekirse 100 byte'a yakın olan bir RTCM mesajını 50+50 veya 33+33+33 byte'lık parçalar halinde iletilip parçaların alıcıda tekrar birleştirilmesinden bahsediyor. Bu sayede verilerin daha sağlıklı iletileceğini savunmuş.

### 2.4 Bazı GNSS Sistemlerinin Verisini Kullanmamak/Verilerini Azaltmak

Yukarıda gösterildiği gibi,RTCM mesajları her bir GNSS sistemine özgü düzeltme verisini taşır. Her ne kadar hassas bir sonuç için tüm verilerin iletilmesi tavsiye edilse de, bazı durumlarda (uygulamanın lokasyonuna göre de) bazı GNSS verilerinden feragat edilebilir. Genellikle Asya'da daha iyi performans gösteren BeiDou sistemi, eğer bir GNSS sisteminden feragat edilecekse en vazgeçilebilir seçenek gibi duruyor.

#### 2.4.1 BeiDou Uydusu için L2 Frekansını Kullanmamak

U-blox forumunda bir kullanıcı, GNSS verilerini kullanırken BeiDou dışında diğer tüm GNSS sistemlerinin L1/L2 frekans verilerinin kullanılmasının zorunlu kılındığını belirtmiş. Ancak BeiDou uydusu için bunun zorunlu olmadığını, sadece L1 frekansını kullanarak mesaj boyutunu büyük oranda küçülttüğünü belirtmiş.

#### 2.4.2 BeiDou Mesajını Göndermemek

Dökümantasyonda RTK hesabı için tüm sistemlerin düzeltme mesajının kullanılmasının zorunlu olduğundan bahsedilmiyor. Bu yüzden diğer yöntemler işe yaramıyorsa BeiDou mesajını göndermemek de denenebilir. Ancak bu mümkün olsa bile ne kadar güvenilir çalıştığının test edilmesi gerekir.

### 3 Dökümantasyonların ve Forum Başlıklarının Linki

<https://portal.u-blox.com/s/question/0D5Oj0000041kY3KAI/reduce-number-of-satellites-in-rtcm-message>  
<https://portal.u-blox.com/s/question/0D52p0000DdQRfLCQW/f9p-f9h-for-heading-ucenter-setup> <https://portal.u-blox.com/s/question/0D52p00008NKQG3CAP/msm4-vs-msm7-with-zed-f9p> [https://content.u-blox.com/sites/default/files/documents/ZED-F9P\\_IntegrationManual\\_UBX-18010802.pdf](https://content.u-blox.com/sites/default/files/documents/ZED-F9P_IntegrationManual_UBX-18010802.pdf) [https://content.u-blox.com/sites/default/files/documents/ZED-F9P-MovingBase\\_AppNote\\_UBX-19009093.pdf](https://content.u-blox.com/sites/default/files/documents/ZED-F9P-MovingBase_AppNote_UBX-19009093.pdf)