

TUSAGA-AKTİF SİSTEMİ İLETİŞİM YAPISINDA KULLANILAN NTRIP VE RTCM FORMATLARI İLE VERİ SETLERİ YAPISI

GNSS Veri Değişimi İçin Uluslararası Standartlar

Konum belirleme uygulamalarında GNSS verisinin değişimi için geliştirilmiş 2 temel standart kullanılmaktadır. Bunlardan ilki özellikle diferansiyel ya da rölatif konumlamada ölçü sonrası değerlendirme çalışmaları ile veri arşivleme için geliştirilmiş, gerçek zamanlı veri iletimi için uygun olmayan RINEX (Receiver INdependent EXchange) formatıdır. İkincisi ise gerçek zamanlı uygulamalar için geliştirilmiş olan RTCM formatıdır. Bu standartların dışında gerçek zamanlı uygulamalar için GPS/GNSS alıcıları ile diğer cihazlar (örneğin PDA) arasın-da veri iletimi için NMEA formatı kullanılmaktadır.

Genel olarak GNSS alıcısı üreten birçok firma kendine özgü veri formatını geliştirmekte ve korumaktadır. Üretici firma tanımlı bu veri formatları çoğunlukla alıcı markasına bağımlı “binary” formatta olup, bazı firmalar tarafından “ASCII” formatta da geliştirilmektedir. Bazı durumlarda GNSS alıcısı üreten firmalar, değişik modeldeki alıcılar ve uygulamaya yönelik olarak farklı veri formatları da oluşturabilmektedirler.

RTCM formatı; GNSS veri değişimi için geliştirilmiş uluslararası standartta gerçek zamanlı uygulamalarda kullanılmaktadır. Özellikle farklı marka ve modeldeki alıcılardan oluşabilen GNSS/CORS ağlarının birlikte çalışması ve entegrasyonu ile bu ağlardan mobil kullanıcılara (gezici alıcılara) iletilen gerçek zamanlı verilerin bir protokol ve veri formatında gönderilmesi, kullanıcılar tarafından da bunların kabul edilebilir olması gerekmektedir. Bu nedenle uluslararası bir standart olarak geliştiren RTCM, başta DGNSS olmak üzere günümüzde RTK uygulamalarında etkin olarak kullanılan bir veri formatıdır.

Aşağıdaki Tabloda karşılaştırmalı olarak genel özellikleri verilen RINEX, RTCM ve NMEA gibi formatların yanında uluslararası anlamda bilinen CMR/CMR+, RTCA, SP3, BINEX gibi farklı içerik ve nitelikteki uluslararası standart formatlar da bulunmaktadır. Bunların dışında üretici firma tanımlı daha birçok veri formatı da geliştirilmiştir.

RINEX	Farklı GNSS alıcısı üreten firmaların, üretici firma tanımlı verilerinin kombine edilmesi sağlar.
	Özellikle statik verilerin değerlendirilmesi ve arşivlenmesinde kullanılmaktadır.
RTCM	GNSS alıcıları arasında veri iletimini sağlar. Örneğin Referans Alıcı (Base) → Gezici Alıcı (Rover)
	Binary dosya yapısındadır. Kompakt yapıda olmasına karşın anlaşılması güçtür.
NMEA	Gerçek zamanlı uygulamalarda düzeltme verisinin iletiminde kullanılır.
	GNSS alıcılar ile diğer cihaz ve aletler arasındaki veri iletimi için kullanılmaktadır. Örneğin GNSS anteni → CBS için PDA
	Gerçek zamanlı konum belirleme uygulamaları için kullanılmaktadır.

GNSS Verisi İçin Gerçek Zamanlı İletim Mekanizmaları

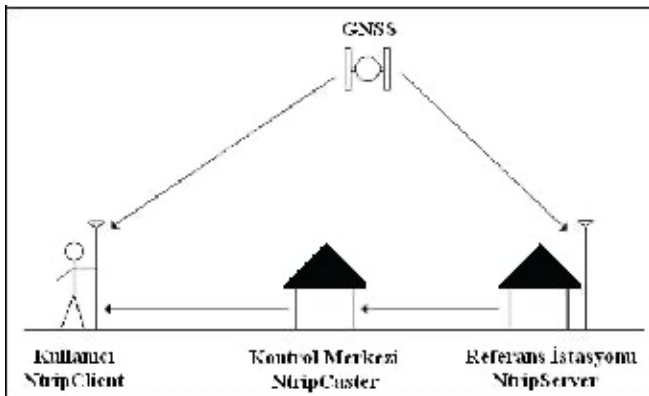
GNSS bilgilerinin gerçek zamanlı iletimi ve teslimi için üç temel bileşen bulunmaktadır. Bu bileşenler kullanılan “veri iletişim linkleri (*data communications link*)”, “veri iletim protokolleri (*transmission protocol*)” ve “veri formatları (*data format*)” dır.

Üretici firma tanımlı özel veri formatlarının dışında günümüzde uluslararası standart olarak kabul edilmiş RTCM, NMEA ve CMR/CMR+ gibi formatlar bulunmaktadır. Bu formatlar anlamlı GNSS bilgilerini “bit” dizileri şeklinde içeren ve bu bilgilerin belli bir sözleşme ile iletimini sağlayan dosya yapılarıdır. Veri iletim protokolleri ise ilgili formattaki GNSS bilgilerini içeren dosyaların bir ağ üzerinde güvenilir akış kontrol mekanizmalarını sağlayarak, veri iletimini yönetirler. Günümüzde GNSS verileri için geliştirilmiş NTRIP ve RTIGS gibi veri iletim protokolleri bulunmaktadır. Tüm bu bilgileri bir yerden diğer bir yere taşıma aracı olarak ise veri iletişim linkleri (telekomünikasyon sistemleri) kullanılmaktadır. Genel anlamda veri iletişim linkleri de tek yönlü ve çift yönlü olmak üzere 2 türdedir.

Veri İletim Protokolleri

Günümüzde GNSS verilerinin internet üzerinden yayınlanması ve dağıtımı amacıyla geliştirilmiş 2 standart protokol bulunmaktadır. Bunlardan “Networked Transport of RTCM via Internet Protocol (NTRIP)”, gerçek zamanlı olarak internet-radyo teknolojisini geliştirip desteklemek amacıyla Almanya Federal Kartografya ve Jeodezi Dairesi (BKG) tarafından geliştirilmiştir. “Real-Time IGS (RTIGS)” ise Uluslararası GNSS Servisi (IGS) tarafından geliştirilme süreci devam eden diğer bir protokoldür. Bu internet protokolleri, ilgili veri formatındaki GNSS bilgilerini içeren dosyaların bir ağ üzerinde güvenilir akış kontrol mekanizmalarını sağlayarak, veri iletimini yönetirler. Başka bir ifadeyle GNSS verilerinin internet üzerinden nasıl yayınlanacağını tanımlayan protokollerdir.

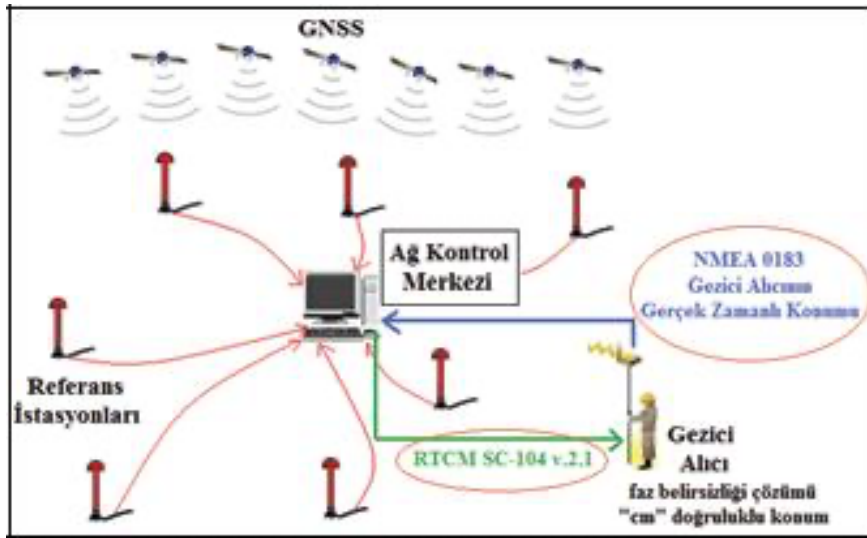
NTRIP protokolü RINEX, BINEX, SOC veri formatlarının, DGNSS/RTK uygulamaları için RTCM formatı ile yayın efemerislerinin, yörünge ve saat düzeltmelerinin, havacılık uygulamalarında RTCA düzeltmelerinin (EGNOS-WAAS-MSAS ile) ve diğer GNSS veri formatlarının kontrollü olarak akışını sağlar.



NTRIP iletişimi

Veri Formatları

1947 yılında Amerika’da kurulan The Radio Technical Commission for Maritime Services (RTCM), günümüzde tüm dünyadan çeşitli devlet kurumlarının, üretici firmaların ve servis sağlayıcı diğer kurumların oluşturduğu bağımsız bir organizasyon olarak başta denizcilik uygulamaları olmak üzere, farklı disiplinler ve uygulayıcılara da hizmet eden bir kuruluştur. Özellikle deniz ve hava navigasyonun da DGNSS’ in etkin kullanımı için kurum içerisinde RTCM SC-104 Komitesi’nin oluşumu sağlanmıştır. Bu komite GPS/ GNSS uygulamaları için RTCM veri formatının geliştirilmesi çalışmalarını yürütmektedir. Diferansiyel GNSS uygulamalarında düzeltme verilerinin gerçek zamanlı iletimi için RTCM 2.x ve RTCM 3.x uluslararası standartlarının oluşturulması ve gelişimi, ilgili bu komisyon tarafından gerçekleştirilmektedir



GNSS/CORS ağlarında NMEA ve RTCM verisinin kullanımı

Gerçek zamanlı veri iletimi için kullanılan RTCM “binary” yapıdadır. Ancak RTCM 2.x sürümlerinin verimsiz format yapısı nedeniyle yüksek bant genişliği gerektirmesi özellikle RTK uygulamaları için sıkıntılar yaratmıştır. Bundan dolayı RTK uygulamalarında daha etkin bir bant genişliğinin kullanımı için RTCM 2.x sürümlerine alternatif olarak Compact Measurement Record (CMR) veri formatı daha kompakt bir yapıda geliştirilmiştir. CMR daha düşük “baud” hızında GNSS verisinin aktarımı için uygundur. CMR formatı geliştirilerek CMR+ formatı elde edilmiştir. Birçok GNSS alıcı üreticisi CMR/ CMR+ formatlarının kullanımını ürünlerinde sağlamaktadır. RTCM 2.x sürümlerindeki bant genişliğinin kullanımındaki sıkıntılar RTCM 3.x sürümleri ile giderilmiş ve daha etkin bir bant genişliğinin kullanımı sağlanmıştır.

RTCM 2.x (x:0, 1, 2, 3) Sürümleri ve Özellikleri

RTCM 2.0, 1 Ocak 1990 tarihinde DGPS uygulamalarında kod düzeltmelerinin kullanımı için 1,2,3,6,16 ve 59 nolu temel mesaj türleri ile tanımlanmıştır. RTCM 2.0 sürümü ağ-RTK yapısında çalışan referans istasyonlarında veri ve bilgi iletimini desteklemediği için, Geo++ firması tarafın-dan GNSS/CORS ağlarında alan düzeltme parametrelerinin (FKP) yayınlanması için 59 nolu mesaj türü kullanılmıştır.

1992 yılında RTCM 2.0' ın revize edilmesi ve taşıyıcı faz gözlemlerinin iletimi için taşıyıcı faz iletişimi çalışma grubunun kurulmasıyla, taşıyıcı faz verisi için standartların değiştirilmesi önerildi. 1994' de RTCM 2.0, RTK mesajlarını içerecek şekilde güncellenerek, RTCM 2.1 sürümü geliştirildi. RTCM 2.1, düzeltilmemiş RTK faz ve kod ölçüleri (18, 19) ile RTK faz ve kod düzeltmelerini (20, 21) içermektedir. RTCM 2.2 sürümü ise 1998 yılından itibaren diferansiyel GLONASS düzeltmelerini içeren 31 nolu mesaj türü ile kullanılmaya başlanmıştır. 31 nolu mesaj türü, DGPS düzeltmeleri bakımından 1 nolu mesaj türüne eşdeğerdir. Buna karşın 18, 19, 20, 21 nolu mesaj türleri bir önceki sürüm olan RTCM 2.0 ile tam anlamıyla uyumlu değildir. RTCM 2.3 sürümü ise 2001 yılında, anten tanımlaması ve anten seri numaraları içeren 23 nolu mesaj, referans istasyonu anteni ARP koordinatları ile isteğe bağlı anten yüksekliği bilgilerini içeren 24 nolu mesaj ile tanımlanmıştır. Bu mesaj türlerinin dışında RTK'yi, radio-beacon yayınlarını, Loran-C'nin kullanımını vb. geliştirmek için pek çok yeni mesaj türü de geliştirilmiştir.

RTCM 2.3, birçok ticari alıcıya adapte edilebilmekte ve hala DGPS veya tek baz RTK (single-base RTK) uygulamaları için yaygın olarak kullanılmaktadır. Buna karşın, RTCM 2.3' ün belli sınırlamaları vardır. İlk olarak, her bir kelime 24 bit veri ve 6 bit eşlik (parity) ile 30 bitlik bir kelime yapısı oluşturmaktadır. 30 bitlik bir kelime yapısı mesajın verimsiz olarak kodlanması nedeniyle bant genişliğinde (bandwidth) fazla yer kaplamaktadır. İkinci olarak, eşlik hesabı önceki kelimenin bit'lerini içermektedir. Sonuç olarak her mesaj, sonra gelecek bir kelimedenden bağımsız değildir. Bunların dışında, RTCM 2.3'ün yapısı, GPS L2C ve L5, GALILEO ve COMPASS gibi gelecekteki GNSS sistemlerine yeni sinyaller yerleştirmek için yeterli esneklikte değildir. Bundan dolayı RTCM 2.3 kullanılarak, yeni ağ-RTK konseptleri uygulanamayabilir.

RTCM 2.x veri formatı sürümleri gelişimi

RTCM 2.x Sürümleri	İçerik	Mesaj Türleri
RTCM 2.0	Kod düzeltmesi ... DGPS	1-2-3-6-16-59 nolu temel mesaj türleri ile tanımlandı.
RTCM 2.1	Kod+Taşıyıcı Faz Düzeltmeleri ... RTK	18-19-20-21 nolu mesajlar eklendi.
RTCM 2.2	... + GLONASS ... DGNSS	31-32-33-34-35-36-37 nolu mesajlar eklendi.
RTCM 2.3	... + GPS Anten Tanımı ... RTK	23-24 nolu mesajlar eklendi.
RTCM SAPOS	... + FKP Bilgileri (59 ile) ... RTK	20-21-23-24 mesajları ve 59 nolu özel mesaj ile.

RTCM 2.x (x:0,1,2,3) veri formatı sürümlerinin mesaj tür ve içerikleri

	Mesaj Türü	İçerik
	1	Diferansiyel GPS düzeltmeleri (kod ölçüsü ve hız, max. 12 uydu için)
	2	Delta diferansiyel GPS düzeltmeleri (bir önceki yörünge veri kayıtları, max. 12 uydu için)
	3	GPS referans istasyonu koordinatları (ECEF X,Y,Z)
	4	Referans istasyonu datumu
	5	GPS uyduları işlevsellik (sağlık) durumu
	6	GPS "Null Frame" bilgisi
	7	DGPS radio-beacon istasyonu almanak bilgisi
	8	Pseudolite (yalancı uydu) almanak
	9	GPS kısmi düzeltme değerleri
	10	P-kod diferansiyel düzeltmeleri
	11	C/A-kod L1,L2 delta düzeltmeleri
	12	Pseudolite (yalancı uydu) istasyon parametreleri
	13	Yer verici iletim parametreleri
	14	GPS haftası zaman bilgisi
	15	İyonosferik gecikme mesajı
	16	GPS özel mesajı (max. 90 karakter uzunluğunda ASCII text)
	17	GPS yörünge bilgileri (efemeris)
RTCM 2.1 ile eklendi	18	RTK için düzeltilmemiş taşıyıcı faz ölçüsü (raw carrier phase data)
	19	RTK için düzeltilmemiş kod ölçüsü (raw code data)
	20	RTK taşıyıcı faz düzeltmeleri
	21	RTK kod düzeltmeleri
	22	Kapsamlı iyileştirilmiş referans istasyonu parametreleri
RTCM 2.3 ile eklendi	23	Anten tanımı
	24	Referans istasyonu anten referans noktası (ARP) koordinatları
	25, 26	Tahsis Yok
RTCM 2.3 ile eklendi	27	Kapsamlı iyileştirilmiş DGPS radio-beacon istasyonu almanak bilgisi
	28, 29, 30	Tahsis Yok
RTCM 2.2 ile eklendi	31	Diferansiyel GLONASS kod düzeltmeleri
	32	GLONASS referans istasyonu koordinatları (ECEF X,Y,Z)
	33	GLONASS uyduları işlevsellik (sağlık) durumu
	34	GLONASS kısmi diferansiyel düzeltme değerleri (N>1) GLONASS "Null Frame" bilgisi (N≤1)
	35	GLONASS radio-beacon almanak bilgisi
	36	GLONASS özel mesajı (max. 90 karakter uzunluğunda ASCII text)
	37	GNSS sistemi zaman kayıklığı
	38...58	Tahsis Yok
	59	Sisteme ilişkin özel mesajlar (gerekli veri iletimi için)
	60...63	Çok amaçlı kullanım

RTCM 3.x (x:0, 1) Sürümleri ve Özellikleri

RTCM 3.0 Formatı Mesaj Yapısı

RTCM 2.x sürümlerindeki veri yapısından kaynaklanan olumsuzları gidermek ve özellikle RTK uygulamalarını geliştirmek ve ağ-RTK'yi desteklemek için RTCM 3.x sürümünün ilki olan RTCM 3.0 tasarlanmış ve 2004 yılında yayınlanmıştır. RTCM 3.0, gelişmiş veri yapısı ve veri iletimi süresince kullandığı etkin bant genişliği nedeniyle özellikle RTK uygulamaları için büyük yarar sağlamıştır. RTCM 3.0, RTCM 2.x sürümleri ile karşılaştırıldığında bant genişliği ihtiyacını önemli ölçüde azaltmaktadır. Bunun yanı sıra üretici firma tanımlı veri formatlarından da daha az bant genişliği kullanmaktadır.

RTCM 3.0 Formatı Mesaj Türleri ve İçerikleri

RTCM 3.0 veri formatı esnek ve işlevsel bir yapıya sahiptir. Mesaj türleri farklı grupların altında düzenlenmiştir ve bu gruplardaki farklı mesaj türleri benzer bilgiler içerir. RTCM 3.0 sürümü, RTCM 2.x sürümlerindeki sınırlamaları ortadan kaldırırsa da her iki veri formatı birbiri ile uyumlu değildir.

RTCM 3.1 Formatı Ağ-RTK Mesaj Türleri ve İçerikleri

Tüm dünyada oluşumu ve kullanımı giderek yaygınlaşan, ağ-RTK ilkesi ile çalışan GNSS/CORS ağları için RTCM 3.1 sürümü geliştirilmiş ve RTCM SC-14 Komitesi tarafından 2006 yılında onaylanarak hizmete sunulmuştur. GNSS/CORS ağlarının kullanımda sistematik hataların modellenmesi ve yüksek doğrulukta konum bilgisinin elde edilebilmesi için RTCM 3.1 formatı mesaj türleri oldukça önemlidir. Günümüzde GNSS/CORS ağları ile konum belirlemede etkin olarak kullanılan VRS, FKP ve MAC olarak bilinen üç veri hesap ve aktarma tekniği bulunmaktadır. RTCM 3.1 formatı, GPS/GLONASS yörünge bilgileri ile MAC tekniği için ağ-RTK uygulamalarında kullanılacak yeni mesaj türleri içermektedir.

VRS tekniğinin kullanımında ağ düzeltmeleri RTCM 2.3'de mesaj türü 18-19, RTCM 3.0'da ise mesaj türü 1001-1002-1003-1004 ile kodlanarak gezici alıcılara gönderilmektedir. FKP tekniğinde düzeltme parametreleri kullanıcılara SAPOS tarafından geliştirilmiş, RTCM 2.3'deki özelleştirilmiş mesaj türü olan 59 ile gönderilmektedir. Leica Geosystems ve Geo++ firmalarının birlikte geliştirdiği MAC tekniği ise RTCM 3.0 formatına dayalı bir tekniktir. GNSS/ CORS uygulamalarında MAC tekniğinin kullanımı için geliştirilmiş beş yeni mesaj türü tanımlanmıştır. Bunlar Tabloda görülmektedir.

RTCM 3.1 Formatı Ek Mesaj Türleri ve İçerikleri

RTCM 3.1 formatı için Mayıs 2007 ve Ağustos 2007 tarihlerinde iki kez çeşitli mesaj türleri eklenerek geliştirme çalışmaları ilgili özel komite tarafından yapılmıştır. Mayıs 2007 tarihinde yapılan düzenleme ile datum transformasyonu parametreleri ve projeksiyonlar için 1021-1022-1023-1024-1025-1026-1027-1028 mesaj türleri tanımlanmış ve onaylanarak kabul edilmiştir. Ağustos 2007 tarihlerinde onaylanan ikinci düzenleme ile 1030-1031-1032-1033 nolu dört yeni mesaj türü daha ek olarak kabul edilmiştir. 1030 ve 1031 mesaj türleri ağ-RTK uygulamalarında VRS, FKP ve MAC teknikleri için ilave bilgiler tanımlamaktadır. 1032 mesaj türü 1005 ile benzer özellikler taşıyarak, ECEF X,Y,Z olarak referans istasyonu ARP koordinat bilgilerini içerir. 1033 mesaj türü ise 1007 ve 1008 mesaj türlerinin birleştirilmiş şeklidir. Alıcı tanımı ve seri numarası ile anten tanımı ve seri numarası bilgilerini içerir.

RTCM 3.0 mesaj grupları, alt grupları, mesaj türleri ve içerikleri

Grup Adı	Alt Grup Adı	Mesaj Türü	İçerik
GPS Gözlemleri	GPS L1	1001	L1 GPS RTK gözlemleri
		1002	Kapsamlı iyileştirilmiş L1 GPS RTK gözlemleri (uydu signal-to-noise/CNO'yu kapsamakta)
	GPS L1&L2	1003	L1, L2 GPS RTK gözlemleri
		1004	Kapsamlı iyileştirilmiş L1, L2 GPS RTK gözlemleri (uydu signal-to-noise/CNO'yu kapsamakta)
Referans İstasyonu Koordinatları	Anten Referans Noktası (ARP)	1005	RTK referans istasyonu anten referans noktası (ARP) koordinatları (ECEF X,Y,Z)
		1006	RTK referans istasyonu anten referans noktası (ARP) koordinatları (ECEF X,Y,Z) + Anten yüksekliği
Anten Tanımı		1007	Anten tanımlayıcı
		1008	Anten tanımlayıcı + Anten seri numarası
GLONASS Gözlemleri	GLONASS L1	1009	L1 GLONASS RTK gözlemleri
		1010	Kapsamlı iyileştirilmiş L1 GLONASS RTK gözlemleri (uydu signal-to-noise/CNO'yu kapsamakta)
	GLONASS L1&L2	1011	L1, L2 GLONASS RTK gözlemleri
		1012	Kapsamlı iyileştirilmiş L1, L2 GLONASS RTK gözlemleri (uydu signal-to-noise/CNO'yu kapsamakta)
Yardımcı Bilgiler	Sistem Parametreleri	1013	Sistem Parametreleri

RTCM 3.1 Ağ-RTK mesaj grupları, alt grupları, mesaj türleri ve içerikleri

Grup Adı	Alt Grup Adı	Mesaj Türü	İçerik
Ağ-RTK Düzeltmeleri	Koordinat Farkları	1014	Ağ yardımcı istasyon veri koordinat farkları (MAC) (bir yardımcı istasyon ve ana istasyon için)
	İyonosferik ve Geometrik Düzeltme Farkları	1015	Tüm uydular için GPS iyonosferik düzeltme farkları (MAC) (bir yardımcı istasyon ve ana istasyon için)
		1016	Tüm uydular için GPS geometrik düzeltme farkları (MAC) (bir yardımcı istasyon ve ana istasyon için)
		1017	Tüm uydular için kombine edilmiş GPS geometrik ve iyonosferik düzeltme farkları (MAC) (bir yardımcı istasyon ve ana istasyon için)
		1018	Yedek alternatif iyonosferik düzeltme farkı mesajı (MAC)
Yardımcı Bilgiler	Uydu Yörünge Bilgileri	1019	GPS yörünge bilgileri (efemeris)
		1020	GLONASS yörünge bilgileri (efemeris)

RTCM 3.1 diğer mesaj grupları, alt grupları, mesaj türleri ve içerikleri

Grup Adı	Alt Grup Adı	Mesaj Türü	İçerik
Yardımcı Bilgiler	Unicode Text String	1029	Tekli kod (unicode) metin karakteri (UTF-8 formatı)
Ağ-RTK Düzeltmeleri Ek		1030	GPS Ağ-RTK artık (residual) mesajı
		1031	GLONASS Ağ-RTK artık (residual) mesajı
		1032	Geçek referans istasyonu ARP konumu (ECEF X,Y,Z) (VRS)
		1033	Anten ve alıcı tanımlayıcı
Özel Mesajlar		4088 - 4095	Özel tescilli mesajlar

Hızla değişen ve gelişen GNSS konsepti ile birlikte, özellikle gerçek zamanlı konum belirleme uygulamaları kapsamında DGNSS ve RTK teknikleri, birçok kullanıcı ve disiplin tarafından ölçme ve navigasyon amaçlı uygulamalar için tercih edilmektedir. Bugün birçok ülkede gerek ulusal, gerekse yerel ölçekte kurulan ağ-RTK yapısındaki GNSS/CORS ağları ile birlikte bu kullanım önemli ölçüde artmıştır.

Uygulama çeşitliliği ile birlikte, kullanıcı sayısının da önemli ölçüde arttığı gerçek zamanlı konum belirleme uygulamaları için GNSS verisinin iletimi de belli mekanizmaların kullanımını ve uluslararası standartların oluşumunu sağlamıştır. Bu bağlamda bu çalışmada GNSS verisinin gerçek zamanlı iletimi için kullanılan mekanizmalardan veri formatları, veri iletim protokolleri ve veri iletişim linkleri tartışılmıştır. Özellikle DGNSS ve RTK uygulamaları için standart RTCM veri formatı ve sürümleri üzerinde durulmuş, RTCM 2.x ve RTCM 3.x sürümlerinin mesaj yapısı tartışılmış, verimlilik, bant genişliği ve esneklik bakımından karşılaştırmaları yapılmıştır. RTCM 2.x sürümünün dezavantajlarına karşın yapı, verimlilik ve uyum bakımından daha esnek ve etkili olan RTCM 3.x' in avantajları ve son gelişmeler üzerinde durulmuştur. NTRIP veri iletim protokolü kısaca açıklanmıştır.

Günümüzde GPS ve GLONASS sistemlerinin etkin kullanımının yanında yakın bir gelecekte GALILEO ve COMPASS sistemlerinin devreye girmesiyle gerçek zamanlı GNSS veri iletiminde önemli gelişmeler olacaktır. Bunun yanı sıra RT-PPP tekniğinin de yakın bir gelecekte etkin olarak kullanımının sağlanması beklenmektedir. Varolan RTCM 2.x ve RTCM 3.x sürümlerinin yeni GNSS sinyallerinin kullanımıyla birlikte RTCM SC-104 standartlarında yeni sürümlerin geliştirilmesi beklenmektedir. Ancak RTCM SC-104 formatının kullanım istatistikleri göstermektedir ki, RTCM 2.x hala DGNSS'e dayalı kod ölçüleri için etkin olarak kullanılmakta iken, RTCM 3.x ise RTK servislerinde taşıyıcı faz ölçülerine dayalı uygulamalar için günümüzde yaygın olarak kullanılmaktadır.