

APLİKASYON

Doç. Dr. Veli İLÇİ

KAYNAKLAR

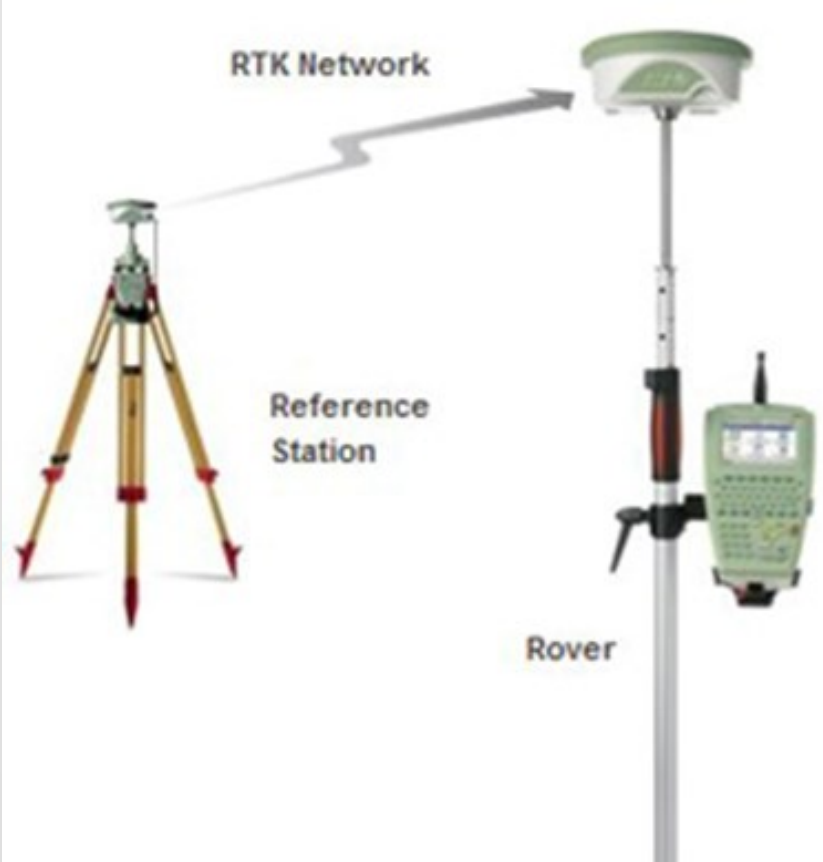
- Büyük Ölçekli Harita ve Harita Bilgileri Üretim Yönetmeliği 2018.
- **Baykal, O., Tarı, E., Coşkun, M.Z. Mühendislik Ölçmeleri I. Karayolu ve Demir Yollarında Geçki Geometrisi Tasarımı ve Aplikasyonu. Birsen Yayınevi. 2009.**
- Tüdeş, T. Aplikasyon. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi. 4. Baskı. 1995.
- Yakar, M., Ünel, F.B., Kuşak, L. Ölçme Bilgisi 1. Atlas Akademi. 2019.
- Yakar, M., Ünel, F.B., Kuşak, L. Ölçme Bilgisi 2. Atlas Akademi. 2019.
- Orhan, M. Yol Bilgisi. Gazi Kitapevi. 2009
- Yayla, N. Karayolu Mühendisliği. Birsen Yayınevi. 2004.

GNSS YÖNTEMİ



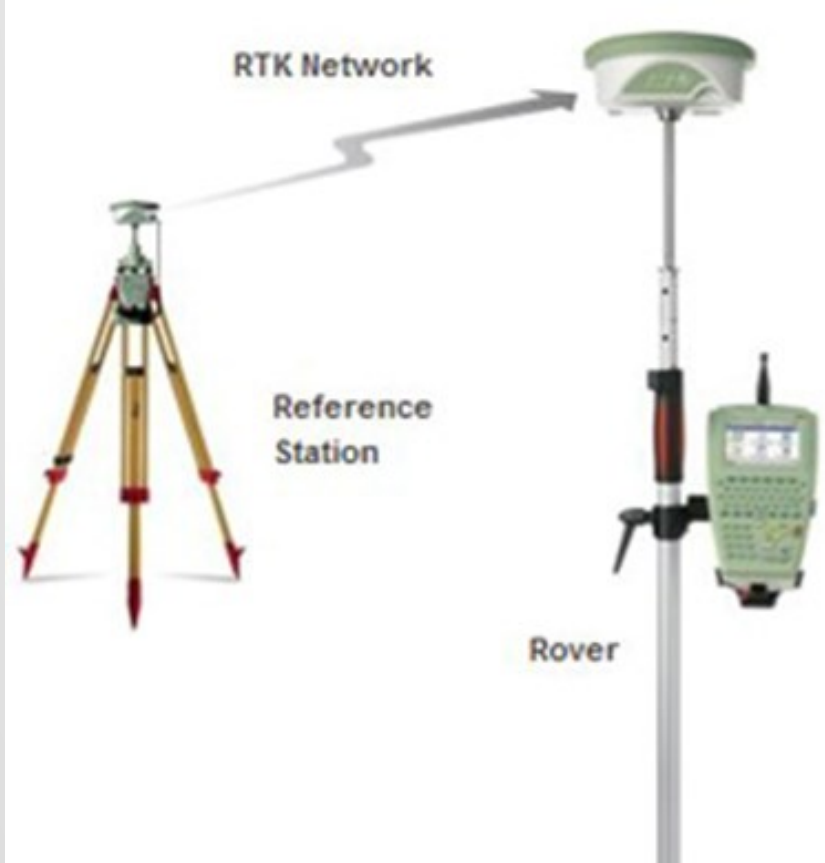
- Kolay, hızlı ve hassas çözüm üretir
- **Koordinatlar** yardımıyla noktalar araziye aplane edilir
- Yazılımdan (Nokta numarası, X, Y) formatında koordinatları yardımıyla el ünitesine aktarılır.
- Araziye çıkılarak uydu ve sabit alıcılar ile bağlantı kurulduktan sonra aplikasyon işlemine geçilir.
- Aplane edilecek nokta seçilerek el ünitesindeki yönlendirmelere göre hareket edilir.
- İstenilen hassasiyete ulaştığında bulunan nokta arazide işaretlenir.

RTK (GZK) YÖNTEMİ – GERÇEK ZAMANLI KİNEMATİK



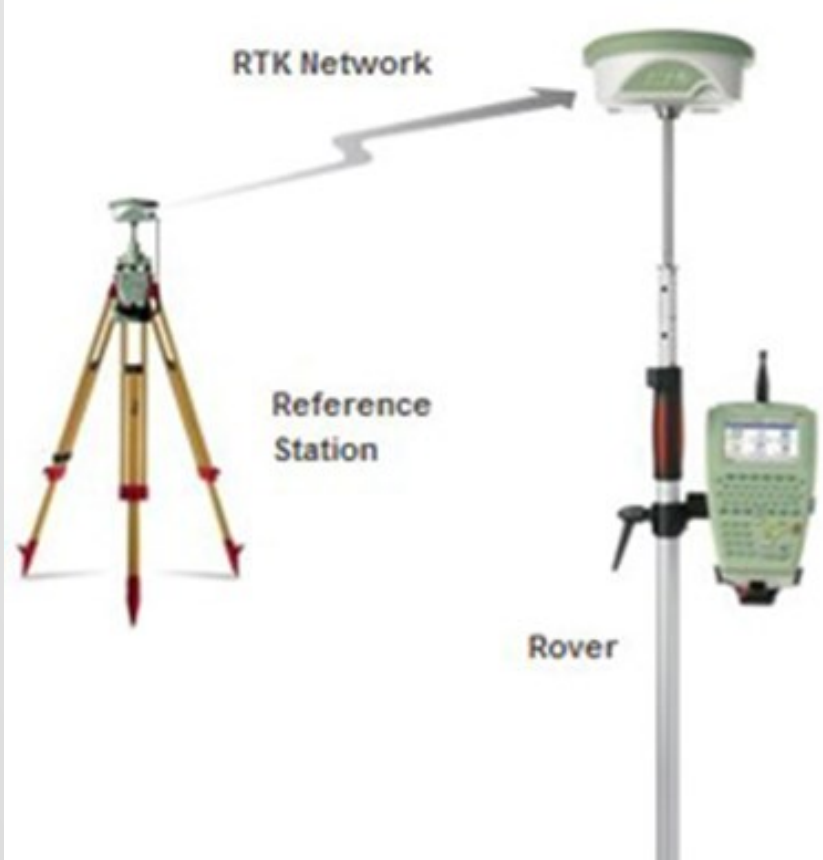
- RTK ile konum belirleme gezen (rover) alıcılar tarafından uydulardan faz gözlemlerine ve aynı anda referans bir istasyondan gerçek zamanlı olarak gezen alıcıya gönderilen düzeltme bilgilerine dayalı olarak gerçekleştirilen, hesaplamaların ise gezen alıcıda yapıldığı bir konum belirleme tekniğidir.
 - **Klasik RTK performansı ve elde edilecek doğruluk referans istasyonu ile gezen alıcı arasındaki uzaklığa bağlıdır.**
 - **Bunun nedeni yörünge hatası ve atmosferik (iyonosfer, troposfer) hatalardır.**
-
- Veri aktarma amacıyla istasyon ile gezicinin birbirini görmesi önemli bir gerekliliktir.
 - Gezen alıcıda belirsizlik (ambiguity) çözümü ve alıcı konumunun hesabı gerçekleştirilir.

RTK (GZK) YÖNTEMİ



- GNSS kullanarak yatay aplikasyon **gerçek zamanlı kinematik (RTK)** veya **ağ-RTK** yöntemleriyle gerçekleştirilebilir.
- Bu yöntemlerin uygulanabilmesi için öncelikle gerekli özelliklere sahip dayanak noktaları tesis edilmiş olmalıdır.
- Aplikasyon noktası ile dayanak noktası arasındaki **baz uzunluğu 5 km'den fazla olamaz.**
- Ülke yatay kontrol ağının yaklaşık 7-8 km kenar uzunlukları elde edilecek şekilde sıklaştırılmasıyla oluşturulan proje yatay kontrol ağı (C2 derece sıklaştırma ağı) yeterli olur. C3 ve C4 derece sıklaştırma ağlarına gerek kalmaz.
- Seçilen dayanak noktası ile aplikasyon bölgesi arasında radyo haberleşmesini zorlaştıracak engeller, dayanak noktasını yakın yansıtıcı yüzeyler ve GNSS sinyallerini etkileyecek yüksek gerilim hattı vb. bulunmamalıdır.

RTK (GZK) YÖNTEMİ



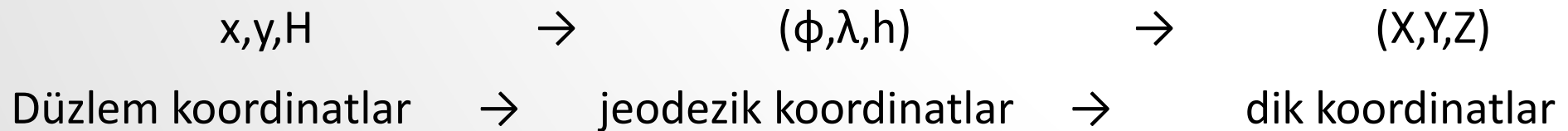
- RTK yöntemi ölçme donanımı **sabit** ve **gezici** den oluşur.
- **Sabit** : Dayanak noktasına kurulur,
Aplikasyon ölçmeleri süresince **sabit** kalır.
GNSS anteni, çift frekanslı GNSS alıcısı, radyo vericisi ve anteni, güç kaynağından oluşur.
- **Gezici** : GNSS anteni, çift frekanslı GNSS alıcısı, radyo alıcısı ve anteni, güç kaynağı ve el bilgisayarından oluşur.
Düzeçli bir jalona monte edilerek arazide sürekli dolaştırılan bu birime gezici (rover) denir.

RTK GNSS YÖNTEMİNİN ÇALIŞMA İLKESİ;

1. GNSS **WGS84** datumunda çalışır.
 - Proje yatay kontrol ağı **TUTGA** sıklaştırılmasıyla oluşturulursa ***datum dönüşümü gerekmez***; çünkü TUTGA99A'da kullanılan **ITRF 96** koordinat sistemi ile **WGS84** arasında anlamlı bir fark yoktur.
 - Eğer proje yatay kontrol ağı Türkiye Ulusal Nirengi Ağı (**TUD-54**)'ün sıklaştırılmasıyla oluşturulabilir. TUD-54 **ED-50** datumuna bağlı olduğundan ED50-WGS84 ***datum dönüşümü zorunlu*** olur. ***Dönüşüm parametreleri*** (üç öteleme, üç dönüklük, bir ölçek katsayısı) ve elipsoit parametreleri (büyük yarı eksen uzunluğu ve basıklık) kullanılarak hesaplanır.

RTK GNSS YÖNTEMİNİN ÇALIŞMA İLKESİ;

2. Yol projelerinde proje yatay kontrol ağı nokta koordinatlarının **3° dilimli transversal merkator (TM)** projeksiyon düzleminde üretilmesi istenir. Aplike edilecek geçki noktalarının koordinatları da aynı düzlemde hesaplanır. GPS, WGS84 koordinat sisteminde çalıştığından **düzlem ve yer merkezli dik koordinatlar arasında dönüşüm de gerekli olur**. Bu dönüşümde amaç dayanak ve aplikasyon noktalarının yer merkezli, yer sabit (ECEF) koordinatlarını (X,Y,Z) hesaplamaktır.



RTK GNSS YÖNTEMİNİN ÇALIŞMA İLKESİ;

3. Aplikasyon ölçmeleri başlamadan önce gezici ölçme biriminde **başlangıç ölçmesi (initialization)** yapılmalıdır. Tam sayı belirsizliğinin (integer ambiguity) çözümünü amaçlayan bu ölçmede en küçük kareler yönteminin uygulanabilmesi için sabit ve gezici birim en az 5 uyduyu görebilmelidir. Bu koşul sağlandığında başlangıç ölçmesi otomatik olarak yapılır. Bundan sonra gezicinin en az 4 uyduyu görmesi ve sabit birim ile gezici arasındaki veri iletişimin kesilmemesi koşuluyla aplikasyon ölçmeleri kesintisiz sürdürülür.

4. Aplikasyon ölçmelerinin başlamasından önce dayanak ve aplikasyon noktalarına ilişkin olarak koordinat ve yükseklik verileri ile anten yüksekliklerinin sisteme girilmesi gerekir.

5. Ölçme süresince sabit birim gördüğü uydulardan gelen sinyalleri alır ve bu ham verileri (0.5-2) sn aralıkla gezicilere gönderir. Geziciler bu ham verileri, kendilerinin gördüğü uydulardan gelen ham verileri ve dayanak noktasının bilinen ECEF koordinatlarını kullanarak kendi anlık koordinatlarını hesaplar. Alike edilecek noktanın koordinatları da sisteme girilmiş olduğundan gezici el bilgisayarının ekranında aplikasyon noktasına ulaşmak için gerekli yer değiştirmenin büyüklüğü ve yönü görüntülenir; noktaya varıldığında ekranda özel bir görüntü oluşur ve aplikasyon yapılır.

GNSS HATA KAYNAKLARI;

1. Tam sayı hatası : başlangıç ölçmesinde tam sayının hatalı belirlenmesinden kaynaklanır ve apliedilen noktanın konumunda (1-3)m'lik kaba hata doğurabilir. Başlangıç ölçmesinde gezici, koordinatları bilinen bir noktada ya da sabit birime çok yakın tutularak bu hata etkisi giderilebilir.

2. Troposferik gecikme hatası : sabit ve geziciye gelen uydu sinyalleri farklı atmosferik ortamlardan geçebilir. Bunun en önemli nedeni dayanak noktası ile aplikasyon noktası arasında büyük yükseklik farkı olmasıdır. Diğer bir önemli neden yükseklik açısı 10° den küçük uydulardan gelen sinyallerde troposferik kırılmanın çok fazla olmasıdır. Dayanak noktası ile aplikasyon noktaları arasındaki yükseklik farkının çok büyük olmamasına dikkat edilerek ve sinyal alınacak uydu yükseklik açısı sınırlandırarak hata etkisi azaltılır.

3. Yansıma hatası : Uydu sinyallerinin bir yüzeyden yansıdıktan sonra alıcı antenine gelmesi nedeniyle oluşan hatadır.

4. Jalon yüksekliği hatası

RTK GNSS YÖNTEMİNDEN BEKLENEN DOĞRULUK;

Yatay : $10\text{mm} + (1 \times S \text{ km}) \text{ mm}$

Düşey : $20\text{mm} + (2 \times S \text{ km}) \text{ mm}$

S dayanak noktası ile aplikasyon noktası arasındaki baz uzunluğudur.

RTK YÖNTEMİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ;

1. Proje yatay kontrol ağı için yaklaşık 5 km kenar uzunluğunu ön gören C2 derece sıklaştırma yeterli olur; C3 ve C4 derece sıklaştırma ağlarına gerek kalmaz. Böylece önemli tasarruf sağlanır.
2. RTK ölçmeleri zamana bağımlı değildir; günün 24 saatinde aplikasyon yapılabilir.
3. Bir sabit birime bağlı olarak çok sayıda gezici kullanılabilir.
4. Ölçme donanımı yağışa karşı son derece korumalı üretilmiştir. Aplikasyon ölçmeleri yağışlı havada da sürdürülebilir.

RTK YÖNTEMİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ;

5. Şehir içlerinde ve ormanlık bölgelerde, uydu sinyalleri engellendiği ve görülen uydu sayısı 4'ün altına düştüğünde, yöntem uygulanamamaktadır.
6. Dayanak noktası ile aplikasyon bölgesi arasında radyo iletişimini etkileyen yüksek gerilim hattı ve radyo, televizyon, GSM, radar antenleri bulunması durumunda da yöntem kullanılamamaktadır. İletişimde GSM'de kullanılabilmekle birlikte Türkiye'de GSM üreticilerinin yüksekliği önemli bir maliyet artışına neden olur.
7. Yansıma hatalarının modellenemeyişi yöntemin güveniğirliğini azaltmaktadır.
8. RTK GNSS, tüm eksikliklerine karşın, aplikasyonda detay ölçmesinde devrim yaratacak bir yöntemdir ve yakın gelecekte aplikasyonda ve deyat ölçmesinde en çok kullanılan yöntem olacaktır.