



# NASIL ÇALIŞIR

Türkan Yöney

## GPS Alıcıları Nasıl Çalışır?

Küresel Konumlama Sistemi (GPS), dünya çevresinde dönen 24 uydudan oluşur. Bu uydular, GPS alıcısı olan herkesin gezegenimizin herhangi bir yerindeki konumunu kesin enlemi ve boylamı ile saptayabilmesine olanak sağlar. Dağlarda yürüyüş yapan, tekneyle okyanusa açılmış, yabancı bir kentte bulunan ya da gece küçük uçayla yol almaya çalışan insanlar için GPS mucize bir alettir. GPS alıcınız varsa kaybolmanız söz konusu değildir.

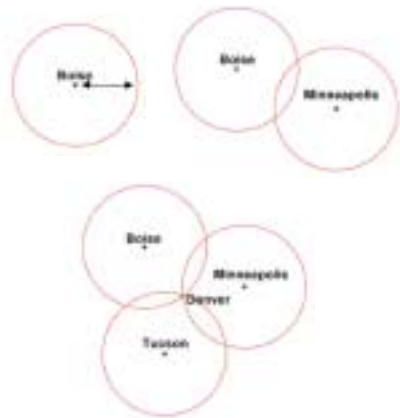
### Bu Mucize Nasıl Gerçekleşiyor?

Bir yerin konumunu nokta olarak belirlemek için GPS uyduları ile GPS alıcıları birlikte çalışırlar. GPS uydusu sisteminin nasıl çalıştığını anlamak için, üçyanlılığın nasıl olduğunu anlamakta büyük yarar var.



Kendi yerini belirleyebilmesi için bir GPS alıcısının, konumları belli olan üç uyduya olan uzaklığını bilmesi gerekir.

Türkiye'nin herhangi bir yerinde kaybolduğunuzu varsayalım - nerede bulunduğunuza dair en ufak bir fikriniz dahi yok. Birine soruyorsunuz; diyelim ki, o da size Ankara'ya 150 km uzaklıkta olduğunuzu söylüyor. Ancak, bu bir bilgi tek başına bir işe yaramıyor. Ankara merkezinin 150 km çevresinde herhangi bir yerde olabilirsiniz. Daha sonra birine daha soruyorsunuz, diyelim ki o da size Kırşehir'den 270 km uzaklıkta olduğunuzu söylüyor. Bu da bir işe yaramıyor, çünkü bu iki çemberin keşiştiği iki noktadan birinde olabilirsiniz. Üçüncü bir kişi ise diyelim ki Çankırı'ya 220 km uzaklıkta olduğunuzu söylüyor.



Bilinen üç nokta ile Kırıkkale civarında bir yerlerde olduğunuzu görüyorsunuz.

Üçyanlılama (trilateration), diğer bilinen konumlara olan mesafeler biliniyorsa, bir noktanın yerini belirlemeye yarayan son derece basit bir geometrik ilke. İki boyutlu uzayda bunun ardındaki geometriyi anlamak son derece basit. Aynı

kavram, üç boyutlu uzayda da geçerli; ancak, bu kez daireler yerine kürelerle uğraşmak durumundayız. Üstelik, yerimizi tam tamına bulabilmek için üç daire yerine dört küreye gereksinimimiz var. GPS alıcısının en önemle özelliği, alıcının dört ya da daha fazla uyduya olan mesafesini hesaplayabilme yeteneği. Alıcı, dünyadaki tam konumunu ve yüksekliğini hesaplayabilir. Tabii yalnızca üç uyduyu bulabilir! Ondan sonra dünyayı temsil etmek üzere hayali bir küre kullanır ve size konumunuzu bildiren bilgiyi verir, fakat yükseklik bilgisi vermez.

GPS alıcısının yerinizi saptayabilmesi için iki şeyi belirlemesi gerekir:

- Üstünüzdeki en az üç uydunun konumu
- üç uydunun her birinin sizinle arasındaki mesafeyi

### Mesafeyi Hesaplamak

GPS uyduları, GPS alıcısının algılayabileceği radyo sinyalleri yollar. GPS alıcısı da bu sinyalin uydudan alıcıya ulaşabilmesi için gerekli zamanı hesaplar. Radyo sinyallerinin ne kadar hızla yol aldıklarını bildiğimize göre (bunlar elektromanyetik dalgalardır ve dolayısıyla vakum içinde dakikada yaklaşık 300.000 km olan ışık hızıyla hareket ederler), bize ulaşmaları için geçen zamanı hesaplayarak ne kadar mesafe kat ettiklerini bulabiliriz.

Sinyalin uyduyu terk ettiği ve sizin alıcınıza ulaştığı saat tam olarak biliniyorsa, zamanı hesaplamak çok kolay. Bu sorunu çözmek de Küresel Konumlama Sisteminin temel işi. Sorunu çözmek için bir yolu, uydulara ve alıcılara son derece doğru ve senkronize saatler koymak. Uydu, belli bir zaman dilimi içinde, diyelim ki gece yarısı, sinyalinin bir parçası olarak yalancı-sayısal-kodlar (pseudo-digital-codes) denen uzun bir sayısal beti (pattern) göndermeye başlar. Alıcı da aynı sayısal betiyi aynı zamanda yani tam olarak gece yarısı geçmeye başlar. Uydunun sinyali alıcıya ulaştığında, betinin gönderilmesi alıcının betiyi çalıştırmasının bir miktar gerisinde kalacaktır. Bu gecikmenin uzunluğu, sinyalin kat ettiği mesafeye eşittir. Eğer sinyal bir düz çizgi halinde yol alıyorsa, bu mesafe uyduya olan mesafe olacaktır.

Böyle bir sistemi işletebilmek için ancak atomik saatlerde bulunan türden bir doğruluk ve kesinlik gerekli. Çünkü, bu hesaplamalarda nanosaniyelere dek inilen bir duyarlılık söz konusu. Senkronize saatler kullanan bir GPS yapmak için, yalnız uydularda değil, alıcıda da atomik saatler kullanılması gerekir. Ancak atomik saatlerin fiyatları 50.000 \$ ile 100.000 \$ arasında gezindiği için, günlük tüketici kullanımına sunulması son derece pahalı!

Küresel Konumlama Sistemi bu işi çok etkin bir biçimde çözmüş - GPS alıcısı içine atomik saat yerine normal quartz saat yerleştirilmiş. Alıcı, almakta olduğu tüm sinyalleri değerlendirerek, hem tam zamanı hem de tam konumu eş zamanlı olarak bulabilmek için gerekli hesaplamaları yapar. Konumu saptanmış dört uyduya olan mesafeleri bulduktan sonra tek bir noktada keşişen dört küre çizilebilir. Eğer yanlış ölçüm yapılmışsa, bu dört küre tek bir noktada keşişmeyecek



tir. Alıcı bütün zaman ve dolayısıyla da mesafe ölçümlerini içine yerleştirilmiş saat yardımıyla yaptığı için, mesafeler orantılı olarak yanlış olacaktır. Alıcı bu kez de dört uydunun tek bir noktada keşişmesi için gerekli mesafe ayarlamasını yapar. Bu, mesafe ölçümünü ayarlayabilmek için saat ayarını yapmasına olanak verir. İşte bu yüzden de GPS alıcısı aslında, uydulardaki atomik saatlerle son derece hassas bir biçimde çalışan doğru zamanları saptar.

Bu yöntemle ilgili tek sorun, hızın ölçümü. Daha önce de değindiğimiz gibi, elektromanyetik sinyaller, vakum içindeyken ışık hızında hareket ederler. Dünya tabii ki bir vakum alanı değildir ve atmosfer, sinyalin iletimini yavaşlatır. GPS alıcısı, atmosferin durumlarıyla ilgili geniş çaplı karmaşık matematiksel modeller kullanarak sinyalin asıl hızını tahmin eder. Bu arada uydu, alıcıya yedek bilgiler de iletebilir. Bütün bu anlatılanlarda özetle şu başlıklar çıkarılır:

- Küresel Konumlama Sisteminin ufuk üstünde herhangi bir zaman diliminde ve her hangi bir noktada en az dört tanesinin varlığını garanti edebilmesi için 24 tane uyduya ihtiyacı vardır. Genelde herhangi bir anda GPS alıcısının "görlebildiği" sekiz kadar uydu vardır.
- Her uyduda atomik saat bulunur.
- Uydular, uyduların her birinin ne kadar uzaklıkta olduğunu saptayabilmeleri için GPS alıcılarına radyo dalgaları gönderirler. Uydular bizden yaklaşık 12.660 mil (20.370 km) uzaklıktaki bir yörüngede döndükleri için, yolladıkları sinyaller de GPS alıcısına ulaşana dek bayağı zayıflar. Dolayısıyla GPS'inizin çalışabilmesi için ola bildiğince açık alanda olmanız gerekir.

### Uyduların Yerlerini Saptamak

GPS hesaplamaları için diğer önemli noktalardan biri de uyduların nerede oldukları bilgisi. Bu hiç de zor değil; çünkü uydular, çok yüksek ve tahmin edilebilir yörüngelerde dönüyorlar. GPS alıcıları, uyduların belirli bir zamanda nerede olduklarını gösteren bir almancağı belleklerinde saklarlar. Ay'ın ya da Güneş'in çekimi gibi etkiler uyduların yörüngelerini çok az da olsa değiştirir, fakat ABD Savunma Bakanlığı, sürekli olarak tam yerlerini belirleyip, yapılacak ayarlamaları uydudan yollanan sinyalin bir parçası olarak tüm GPS alıcılarına yollar.

Bir alıcının sağladığı en temel bilgi, o anda alıcının bulunduğu mevkii enlemini boylamını ve de yüksekliğini vermektir. Çoğu alıcı, sonra bu bilgiyi, haritalar gibi diğer başka bilgilerle birleştirip kullanıcıya daha faydalı hale getirir. Alıcının hafızasında saklı haritaları kullanabilir, daha ayrıntılı haritaları hafızasında saklayabilen bir bilgisayara bağlanabilir, ya da bölgenin ayrıntılı bir haritasını satın alıp GPS alıcınızın verdiği koordinatların yerini harita üzerinde bulabilirsiniz.