




MODERN FELAKET SENARYOSU: GPS'İN SONU



İşbu eserde yer alan veriler/bilgiler, yalnızca bilgi amaçlı olup, bu eserde bulunan veriler/bilgiler tavsiye, reklam ya da iş geliştirme amacına yönelik değildir. STM Savunma Teknolojileri Mühendislik ve Ticaret A.Ş. işbu eserde sunulan verilerin/ bilgilerin içeriği, güncelliği ya da doğruluğu konusunda herhangi bir taahhüde girmemekte, kullanıcı veya üçüncü kişilerin bu eserde yer alan verilere/bilgilere dayanarak gerçekleştirecekleri eylemlerden ötürü sorumluluk kabul etmemektedir. Bu eserde yer alan bilgilerin her türlü hakkı STM Savunma Teknolojileri Mühendislik ve Ticaret A.Ş.'ye aittir. Yazılı izin olmaksızın işbu eserde yer alan bilgi, yazı, ifadenin bir kısmı veya tamamı, herhangi bir ortamda hiçbir şekilde yayımlanamaz, çoğaltılamaz, işlenemez.

 Alper YEŞİLYURT

1. GİRİŞ

1957 yılında Sputnik-I uydusunun yörüngeye fırlatılmasıyla uzay çağı başlamıştır. Sonraki süreçte ülkeler arası rekabetin sonucu olarak uzay teknolojilerinde ciddi atılımlar kaydedilmiş ve sayısız uydu platformu dünya yörüngesine yerleştirilmiştir. Günümüzde gelinen noktada uydular modern yaşamın en önemli altyapılarından birini oluşturmaktadır. Uzay teknolojileri, dünya üzerinde iki nokta arasında kesintisiz iletişim kurmamızı, dünyamız ve uzaya ilişkin bilimsel araştırmalar yürütmemizi ve GPS sayesinde hassas anlık konum bilgisine ulaşmamızı sağlamaktadır.

GNSS (Global Navigation Satellite System), sunduğu küresel kapsama ile kullanıcılara kesintisiz konumlama ve zamanlama desteği sağlayan uydu tabanlı sistemlerin genel adıdır. ABD tarafından 1978 yılında geliştirilmeye başlanan ve 1995 yılında tam operasyonel kabiliyete erişen NAVSTAR GPS, günümüzde hâlâ en yaygın şekilde kullanılmakta olan ilk uydu tabanlı konumlama sistemidir. GLONASS (Rusya), GALILEO (AB) ve BEIDOU (Çin) diğer küresel sistemlerdir. GLONASS operasyonel olarak hizmet vermektedir. GALILEO ve BEIDOU sistemlerinin ise 2020 ve sonrasında tam operasyonel kabiliyete erişmesi beklenmektedir. Rapor genelinde de bu sistemleri en bilinen şekliyle tanımlamak üzere “GPS” kısaltması kullanılmıştır.

Kolaylıkla erişilebilir olan GPS uygulamaları, dünya yörüngesinde 20.000 km mesafede bulunan uydulardan alınan sinyallerin gerçek zamanlı olarak işlenerek hassas konum ve zaman bilgisi elde edilmesine dayanır. GPS uyduları yüksek hassasiyette zaman bilgisi, efemeris verisi (referans koordinat sistemine göre GPS uydularına



Şekil 1: GPS III Uydusu (Lockheed Martin)^[1]

ait anlık ve geleceğe dönük konum bilgileri) ve uydu tanımlama bilgisi (ID) içeren mesajlar yayınlar. GPS alıcısı tarafından elde edilen bu veriler alıcı içindeki işlemci vasıtasıyla uydulara göre pozisyon bilgisini hesaplar. Bu pozisyon bilgisinden de referans koordinat sistemine göre dünya üzerindeki üç boyutlu konum hesaplanır.

GPS, başlangıçta askeri amaçlı olarak geliştirilmiştir. Küresel açıdan kritik öneme sahip olan GPS'nin konumlama hassasiyeti sivil amaçlı uygulamalar için ABD tarafından 2000 yılına kadar bilinçli olarak düşük tutulmuştur (Selective Availability). ABD hükümeti bu kısıtlamayı kaldırarak sistemi sivil ve ticari uygulamaların kullanımına açmış ve bunun gelecekte bir daha uygulanmayacağı belirtilmiştir^[2]. Günümüzde GPS altyapısını

kullanan sektörlerin çeşitliliği ve küresel ticari hacmi göz önüne alındığında konunun ne kadar kritik hale geldiği görülür.

2. MODERN GPS UYGULAMALARI VE DEVRE DIŞI KALMA SENARYOSU

GPS günümüzde başta mobil telefonlar olmak üzere çok çeşitli cihazlarla yaygın bir kullanım alanı kazanmıştır. GPS terimini duyduğumuzda ilk akla gelen uygulama harita üzerinde hassas konum belirlemek olsa da bu teknoloji çok sayıda farklı sektörde kullanılmaktadır. Bir insansız hava aracı GPS uydularından gelen sinyalleri kullanarak istihbarat, gözetleme vb. kritik görevler yürütebilirken bir sporcu da kolundaki akıllı saat sayesinde antrenmanda kat ettiği mesafeyi ölçebilmekte ve koşu rotasını elde edebilmektedir. Havacılık, demiryolu taşımacılığı, denizcilik, tarım uygulamaları, haritacılık vb. birçok sektör GPS teknolojisiyle doğrudan ilişkilidir.

Başlangıçtaki yüksek hacimli, ağır ve pahalı GPS alıcı cihazları zaman içinde büyük bir gelişim kaydederek yerlerini mobil telefonlar, akıllı saatler ve hatta evcil hayvanların tasmalarına entegre edilebilen küçük ve hafif cihazlara bırakmıştır. 2017 yılı itibarıyla, dünyada yaklaşık 5,8 milyar GPS uyumlu cihaz vardı; bu sayının 2020 yılında 8 milyara ulaşacağı öngörülmektedir^[3]. Öte yandan GPS teknolojisini kullanarak katma değer üreten servislerin (Konumlama tabanlı mobil uygulamalar, araç takip yazılımları, filo yönetim uygulamaları vb.) pazar payının GPS alıcı cihazların pazar payını geçtiği görülüyor. Günümüzde en maliyet etkin, hızlı ve pratik “konumlama” ve “zamanlama” hizmeti sağlayan GPS, bu özelliğiyle modern endüstri trendlerinde etkin bir rol oynamaktadır:

- **Nesnelerin İnterneti (Internet of Things-IoT):** IoT, genel anlamda gündelik hayatta kullanılan cihaz ve araçların akıllı bir ağ yapısı içinde birbirleriyle iletişim

kurmasını sağlar. İlgili cihazlarda bulunan ve veri teminini sağlayan sensörler IoT'nin önemli bileşenleridir. Özellikle, mobil IoT uygulamalarında otomasyon fonksiyonu için GPS verisi çok kritiktir.

- **Akıllı Şehirler (Smart Cities):** Akıllı şehirler konsepti, enerji kaynaklarını modern teknolojilerle birlikte en verimli şekilde kullanmayı ve bu kapsamda şehir altyapılarının verimliliğini artırarak enerji, zaman ve kaynak tasarrufu sağlamayı hedefler. IoT ve sürücüsüz araçlar gibi teknolojiler bu konseptin başlıca bileşenleridir. Akıllı şehir projelerinin yaşama geçebilmesi için sayısız sensör ve ölçüm verisinin işlenmesi, birbirleriyle etkileşimi, anlık zamansal ve konum farkındalığının sağlanmasına ihtiyaç olacaktır. GPS altyapısı ve sağladığı servisler burada anahtar teknoloji alanlarıdır.
- **Artırılmış Gerçeklik (Augmented Reality):** Artırılmış gerçeklik, fiziksel çevresel ortamı sayısal veri ve bilgilerle zenginleştirerek kullanıcıya bütünlük bir ortam sunar. Eğitim, endüstriyel tasarım, tıp, eğlence vb. birçok sektörde kullanım alanı bulmaktadır. GPS verisi, çevresel ortam ve dijital veriler arasında bağlantı kurularak gerçek zamanlı olarak kullanıcıya sunulması için kritik bir teknolojidir.
- **Otonom Araçlar (Autonomous Vehicles):** Otonom araçlar, sensör ağları ve kontrol sistemleri vasıtasıyla çevresel farkındalık kazanarak seyir yapabilen araçlardır. Otonom sürüş için gerekli hassas konum verisini kesintisiz olarak sağlayan GPS bu araçlar için en kritik altyapılardan biridir.

Otonom araçlar, akıllı şehirler, nesnelerin interneti vb. uygulamaların yaygınlaşmasıyla bu sektörlerin pazar payının 2025 yılında 195 milyar Euro (GPS alıcı ve servislerine ait pazarın yaklaşık 2,5 katı) seviyesine ulaşacağı bekleniyor^[3].

GPS sisteminin temel amacı konumlama bilgisi elde edilmesi olmakla birlikte sistemin çalışma prensibi altında yüksek hassasiyette zaman bilgisi sağlanması



Şekil 2: GPS ve Akıllı Şehirler



Şekil 3: GPS ve Otonom Araçlar



üzerine kuruludur. GPS uyduları kullandıkları atomik saatler sayesinde nanosaniye seviyesinde hassasiyete sahiptir ve bu zaman bilgisi dünya üzerindeki zaman standardı (UTC) ile senkronize olacak şekildedir. GPS sinyalinin uydudan yayınlanması ile yerdeki alıcıya ulaşması arasındaki zaman farkından kullanıcı ile uydu arasındaki mesafe ve ayrıca farklı uydulardan gelen sinyaller hesaba katılarak konum bilgisi elde edilir.

Dünya üzerindeki enerji nakil hatları, finansal işlem altyapıları ve haberleşme şebekeleri hassas zaman bilgisi için GPS sistemini kullanmaktadır. Örnek olarak, kesintisiz mobil iletişimde baz istasyonları arasındaki senkronizasyon için GPS sistemi kritiktir. Ayrıca, finans sektöründe ticari işlemlerde zamanlama fonksiyonu için yine GPS sistemi kullanılmaktadır. Dolayısıyla, GPS sisteminin etkisizleştiği bir senaryoda hedef olunacak yıkıcı etki sadece seyir halindeki araç veya gemilerle sınırlı kalmayacaktır^[4].

GPS sistemine büyük ölçüde bağımlı olan haberleşme, enerji, finans ve ulaşım sektörlerinde oluşacak GPS kaynaklı bir aksama veya kesilme durumu bağlantılı tüm sektörleri etkileyecektir. Örnek olarak, 2016 yılında, ABD Hava Kuvvetleri tarafından GPS uydularına yüklenen 13 mikrosaniyelik hatalı zaman bilgisi nedeniyle Kuzey Amerika'da GPS erişimiyle ilgili 12 saate varan problemler ortaya çıkmıştı. Haberleşme altyapılarında kesintiler meydana gelmiş ve elektrik şebekelerinde sorunlar baş göstermişti^[5].

GPS sisteminde oluşacak riskler yalnızca insan hatası kaynaklı değildir. GPS ölçümlerini, dolayısıyla kullanıcıların pozisyon bilgilerinin doğruluğunu etkileyebilecek çeşitli hata kaynakları vardır. Bunların başlıcaları; uydu efemeris ve atomik saat hataları, atmosferik bozunumlar (iyonosfer ve troposfer), GNSS alıcı parazit ve "multipath" yansımalarıdır. Örnek vermek gerekirse, muhtemel bir güneş fırtınası ionosfer tabakasında bozunumlara neden olabilir ve bu bozunumlar GPS sistemi tarafından modellenemezse konumlama hassasiyeti azalır. Bu hassasiyet farkı hassas konumlama veya zamanlama performansı gerektiren uygulamalar için (Örnek: Hassas tarım, mühimmat hassas güdüm vb.) kritik olabilir.

3. SONUÇ

GPS, günümüz modern hayat uygulamaları için "olanak sağlayan", geleceği etkileyecek birçok teknoloji trendi içinse "mümkün kılan" teknoloji konumundadır. GPS sistemine (genel adıyla GNSS sistemlerine) olan bağımlılık modern hayatın devamlılığı açısından bir seçenek olmaktan ziyade zorunluluk haline gelmiş bulunuyor. Akıllı şehirler, nesnelerin interneti vb. teknoloji trendleri ilerde yaşantımıza daha fazla entegre olacak, gelişen süreçte bu teknolojilere bağımlılığımız artacaktır. Konum/pozisyon ve zaman bilgilerine kesintisiz, yüksek hassasiyette ve güvenilir şekilde olanak sağlayan uydu tabanlı sistemlerin devamlılığı çok büyük önem kazanacaktır.

Diğer ülkeler tarafından geliştirilen GNSS sistemlerinin sağlayacağı yedeklilik ve birlikte çalışabilirlik özelliği ile tek kaynağa bağımlılık büyük oranda ortadan kalkacaktır. Ayrıca, uydu tabanlı çözümlere alternatif konumlama yöntemleri üzerinde de çalışılmaktadır. Buna rağmen, GNSS sistemleri, sağladığı kesintisiz, pratik, küresel ve maliyet etkin çözümlerle başlıca kaynak olmaya devam edecektir. Belki kısa vadede gerçekleşmeyecek olsa da, çeşitli nedenlerle uzaya erişimin kısıtlandığı veya uzayın sınırsız kullanımına yönelik kabiliyetin ortadan kalktığı bir senaryo birçok sektörün devamlılığı açısından büyük tehdit oluşturacaktır.

KAYNAKÇA

- [1] «Unbelievable Accuracy: GPS III,» Lockheed Martin, [Çevrimiçi]. Available: <https://www.lockheedmartin.com/en-us/news/features/history/gps-iii.html>. [Erişildi: 25 Kasım 2018].
- [2] «Selective Availability,» GPS, [Çevrimiçi]. Available: <https://www.gps.gov/systems/gps/modernization/sa/>. [Erişildi: 30 Kasım 2018].
- [3] «GNSS Market Report Issue 5,» European GNSS Agency, 2017.
- [4] «What would happen if GPS failed?,» Geoawesomeness, [Çevrimiçi]. Available: <http://geoawesomeness.com/what-would-happen-if-gps-failed/>. [Erişildi: 1 Aralık 2018].
- [5] C. Baraniuk, «GPS error caused '12 hours of problems' for companies,» BBC, [Çevrimiçi]. Available: <https://www.bbc.com/news/technology-35491962>.



thinktech
STM Teknolojik Düşünce Merkezi
<http://thinktech.stm.com.tr>

