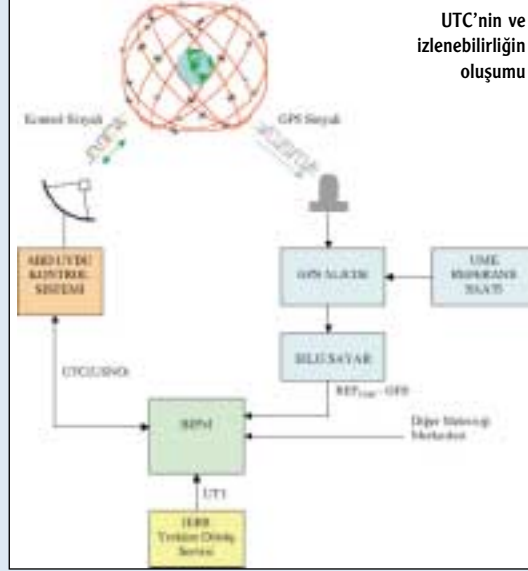


# Ülkemizde Zamanın Oluşması ve TÜBİTAK Merkezinde Kullanılmaya Başlanan Saatlerin Özellikleri

Günümüzde Koordine Evrensel Zaman (UTC) adı altında oluşturulan zaman ölçeği, genel olarak Evrensel Zaman (UT1) ve Uluslararası Atomik Zaman (TAI) ölçeklerinin birleştirilmesiyle gerçekleştiriliyor. UT1, yer kürenin kendi çevresi dönüş süresine bağlıdır ve dünya rasathanelerinin katkılarıyla Uluslararası Yerküre Dönüş Servisi (IERS) tarafından oluşturulur. TAI ise atomik saatleri esas alır ve Uluslararası Ölçü ve Ağırlıklar Bürosu (BIPM) tarafından TAI Kulübü'ne üye 35 metroloji merkezindeki yaklaşık 200 adet referans atomik saatin katkılarıyla oluşturulur. Türkiye UME aracılığıyla bu sistemin üyesidir.

Yerküre çevresinde zaman ve konum belirlemek amacıyla 6 farklı yörüngede toplam 24 adet GPS uydusu dolmaktadır. Bu uydularda bulunan atomik saatler ABD'de bulunan özel istasyon USNO'dan gönderilen zaman sinyalleriyle eşzamanlı olarak çalışarak sürekli yerküreye zaman sinyalleri gönderiyorlar. Ancak bu zaman bilgileri doğrudan metroloji enstitüleri tarafından kullanılabilir değil. UME ve TAI kulübü üyesi diğer zaman ve frekans laboratuvarlarıya uydularla elde ettikleri bu zaman sinyallerini kullanarak uydulardaki saatlerle kendi referans saatleri arasındaki zaman farkını sürekli ölçmektedirler. Sonuçlar İnternet aracılığıyla her hafta Uluslararası Metroloji Merkezi BIPM'e gönderilerek TAI kulübü üyelerinin referans saatleriyle karşılaştırılır. Bu karşılaştırma, ilk aşamada uydulardaki saatlerin oluşturduğu zaman bilgisi taşıyıcı olarak kullanılarak, her saatin diğer saatlerle farkını belirlemesini içerir. Örneğin bir uydudan İtalya ve Türkiye üzerinden geçen İtalya-Uydu ve Türkiye-Uydu bilgileri oluşur. Bu iki bilgi birleştirilip uydudan elde edilen zaman bilgisi yok edilince



Türkiye-İtalya bilgisi oluşur. Bunun sonunda bir yandan 200 kadar referans saatin ortalaması, öte yandan da her saatin ortalamadan sapması belirlenir. Ortalamadan sapma bilgisi kullanılarak, her saatin doğruluk ve kararlılığına göre hangi ağırlıklı ortalamaya TAI'nin oluşmasına katkıda bulunduğu belirlenir ve her saatin, oluşan UTC zamanından olan farkı hesaplanır. Hesaplanan bu değerler BIPM tarafından aylık olarak yayımlanır. Böylece TAI kulübü üyelerinin referans saatlerinin izlenebilirliği (birbirleriyle bağlantısı ve koordinasyonu) elde edilmiş olur. Bunun sonucunda bütün zaman referans laboratuvarları UTC (xxxx) kısaltmasıyla belirtilen yerel zamanı oluşturur. Burada xxxx standart zamanı oluşturan laboratuvarın adıdır. Örneğin UTC (NPL) İngiliz Metroloji Enstitüsü NPL tara-

findan oluşturulan ve İngiltere için referans olarak kullanılan zamanı belirtir.

UME Zaman ve Frekans Laboratuvarı da mevcut 3 adet Cs (Sezyum) atomik saati ve 2 adet GPS uydularıyla Eylül 1994 tarihinden itibaren TAI kulübü üyesi ve UTC zaman ölçeğinin oluşturulmasına %2 oranında katkıda bulunmakta. Bu şekilde UME, Türkiye'nin referans zamanını oluşturuyor. UME'nin oluşturduğu ve Türkiye için referans zaman olan UTC (UME) zamanının bu sistemde yer alan diğer ülkelerin zamanlarından farkı nano ( $10^{-9}$ ) saniye mertebesinde. Yani saat başında UME'deki saatlerle, örneğin ABD'nin veya İngiltere'nin referans saati arasındaki fark saniyenin milyarda biri düzeyindedir.

UME, oluşturduğu zaman bilgisini telefon hatlarıyla kullanıcılarına ulaştırıyor. Bu amaçla kullanıcının cihazıyla UME'deki zaman dağıtım bilgisayarı, modemle telefon hatları üzerinden haberleşiyorlar. UME bilgisayarı telefon hatlarındaki gecikmeyi ölçüyor, gerekli düzeltmeleri yaparak zaman sinyalini kullanıcıya gönderiyor. Bu şekilde saniyenin binde biri düzeyinde bir hatayla UME'deki referans atomik saatlerde oluşan zaman bilgisi kullanıcıya ulaştırılıyor.

TÜBİTAK'ta kullanılmaya başlanan saatlerle günde bir kez UME'deki Zaman Dağıtım Bilgisayarına modem bağlanır ve doğru zaman bilgisini alarak çalışır. Bu bilgiyle saat ayarlanarak zaman düzeltiliyor. Saatin ana unsuru 10 MHz frekansında çalışan, rubidium kökenli bir osilatör. Saatin olası hatası, UME'ye erişim mümkün olduğu durumlarda en fazla 2 milisaniye. Erişimin mümkün olmaması durumunda yılda 300 milisaniye. Saatleri besleyen enerjinin kesintiye uğraması durumunda saat, UME'yi arayarak doğru zaman bilgisini alıyor.

## Zaman Dağıtım Sistemleri

Uluslararası arenada metroloji merkezlerinde oluşturulan doğru ve kararlı referans zaman bilgileri, kullanıcıların hizmetine çeşitli yöntemlerle sunulmaktadır. Sunulan hizmetin kalitesi (zaman bilgisinin doğruluk ve kararlılığı) maliyetle doğru orantılı olarak uydular, radyo vericileri, telefon hatları ve İnternet aracılığıyla sağlanıyor. Uydular aracılığıyla dağıtılan zaman bilgisinin doğruluğu  $1-100 \text{ ns}$  ( $1 \times 10^{-9} - 10^{-7} \text{ s}$ ) sani-

yeler arasındayken bu durum telefon hatlarında  $10^{-3}$  saniyeler civarında. Aynı şekilde İnternet aracılığıyla dağıtılan zaman bilgisinin doğruluğuya birkaç saniye. Radyo sinyalleriyle kullanılan sisteme bağlı olarak mikrosaniyeyle milisaniye arasındaki hatalara sahip.

Uydular aracılığıyla zaman dağıtımını ancak çok özel durumlarda, askeri uydularda ve yukarıda özetlendiği şekilde ulusal metroloji merkezleri arasında senkronizasyonun sağlanmasında kullanılmaktadır.

Radyo dalgaları on yıllardır kullanılıyor. Bunların en önemlileri ABD'nin WWV sistemi, BBC ve Mosko-

va Radyosu sistemleriyle Alman Metroloji Enstitüsü'nün 77 kHz üzerinden yayın yapan sistemi. Bu sistemler belirli frekanslarda (genellikle 5,10,15 MHz) kodlanmış tarih, zaman ve bazı diğer bilgileri yayınlıyor. Bir kısmı kodlu yayına ses de ekleyerek kişilerin de saatlerini doğru ayarlamalarına yardımcı olur. Özel olarak tasarlanmış sistemlerle bu kodlar çözülerek zaman bilgisi alınır. Halkın kullandığı bazı saatler de bu yayınları alarak kendi kendini ayarlar.

İnternet üzerinden zaman bilgisini dağıtan en önemli kaynak Uluslararası Metroloji Merkezi'nin İnternet sitesi, [www.bipm.org](http://www.bipm.org) dur.

Zaman bilgisinin dağıtımında en yaygın kullanılan sistem, telefon hatları kullanılarak kodlanmış tarih ve zaman bilgisini dağıtan sistem. Bu amaçla UME Zaman-Frekans Laboratuvarı'nda üretilen uluslararası sisteme entegre ulusal referans zaman bilgisini telefon hatları aracılığıyla müşterilerin hizmetine sunulmuş durumda. UME referans zaman bilgisinden yararlanmak isteyen kurum ve kuruluşlar, doğru zaman bilgisini, UME'den alacakları özel bir yazılımı kendi bilgisayarlarına yükledikten sonra, bir modem ve telefon hatları aracılığıyla herhangi bir anda elde edebilirler. Elde edilen bu zaman bilgisinin hatasıysa  $5 \text{ ms}$  ( $5 \times 10^{-3} \text{ s}$ ) den daha az.

